

Universitat de València

Departament de Prehistòria i Arqueologia, Facultat de Geografia e Història.



**Los Veleros de Comercio Romano del Mediterráneo Occidental.
Análisis de Familias y Firmas Arquitecturales. (ss. III a.C. - II
d.C.)**

TESIS DOCTORAL

PROGRAMA DE DOCTORADO EN PREHISTORIA

Y ARQUEOLOGÍA DEL MEDITERRÁNEO

Presentada por Carlos de Juan Fuertes

Directores: José Pérez Ballester y Xavier Nieto Prieto

Valencia 2013

**LOS VELEROS DE COMERCIO ROMANO DEL MEDITERRÁNEO
OCCIDENTAL. ANÁLISIS DE FAMILIAS Y FIRMAS ARQUITECTURALES.
(s. III a.C. - II d.C.)**

PROGRAMA DE DOCTORADO EN PREHISTORIA Y ARQUEOLOGÍA
DEL MEDITERRÁNEO

Departament de Prehistòria i Arqueologia, Facultat de Geografia e Història.
Universitat de València.

Doctorando: Carlos de Juan Fuertes

Directores: Dr. José Pérez Ballester y Dr. Xavier Nieto Prieto

Tribunal: Dra. Carmen Aranegui, Dr. Patrice Pomey y Dr. Manuel Martín Bueno

Résumé

La thèse que nous présentons vise, à partir de l'analyse des épaves des navires de commerce romains de la Méditerranée occidentale, à définir des « familles architecturales » à partir de critères significatifs constituant autant de « signatures architecturales » caractéristiques d'une même origine. Ces familles sont ensuite mises en relation, sur le plan chronologique et sur le plan géographique, en liaison avec un espace de navigation donné, afin de déterminer leur origine.

Cette démarche se situe, humblement, dans le prolongement des études d'archéologie navale les plus récentes qui ont mis en évidence, sur le plan méthodologique, le rôle des notions de « système architectural », de « famille architecturale », de « signature architecturale » et d'« espace de navigation » réalisées par Pomey. Ces études ont ainsi montré qu'il était possible à travers cette grille d'analyse de mettre en évidence l'existence de familles architecturales en rapport avec des contextes culturels bien définis.

A niveau de l'étude théorique nous proposons une analyse fondée au sein de certains groupes architecturaux, sur le système d'assemblage de la membrure au bordé. Ce dernier système, dans ses diverses combinaisons possibles, constitue en effet, autant de « signatures architecturales » privilégiées dans le cadre de mon étude.

Les résultats obtenus, notamment en mettant en relation les familles architecturales ainsi obtenues avec leur contexte économique, constituent une avancée sur le plan de l'archéologie navale et un apport considérable à l'étude du commerce maritime du monde romain. Il devient ainsi possible, de façon de plus en plus précise, de proposer des datations et des origines à partir de la seule étude d'architecture navale des épaves de navire.

Du point de vue méthodologique, la thèse comporte tout d'abord une première partie consacrée à l'état des connaissances en archéologie navale et aux rapports théoriques entre les routes maritimes et l'architecture navale. Dans cette partie, nous abordons le problème de l'étude des épaves et de leurs limites chronologiques et géographiques. Cette partie s'achève par l'étude des origines de la construction navale antique dite à « tenons et mortaises ».

La deuxième partie constitue le cœur de la thèse proprement dite. Elle comporte un corpus de 56 épaves réparties chronologiquement en quatre groupes selon leur chronologie : époque hellénistique ; Haut Empire ; IIe-IIIe siècles ap. J.-C. ; Bas Empire, intéressant uniquement la Méditerranée occidentale.

La troisième partie est purement méthodologique et précise d'un point de vue pratique les méthodes d'analyse et d'étude utilisées : fiches descriptives ; archéologie expérimentale et modèle d'étude ; problème structural de la charpente transversale et indice de robustesse ; tonnage et règles de proportions.

La quatrième et dernière partie, enfin, est consacrée aux divers résultats obtenus. Sur le plan de l'analyse, distingue, en premier lieu, une tradition « hybride » gréco-punique et une tradition « hybride » ibéro-punique sur la ligne des recherches de Pomey. Pour le monde romain de la péninsule italique, l'auteur distingue à nouveau deux traditions, l'une d'influence punique, l'autre de tradition grecque. Pour l'époque impériale, nous mettons en relation l'évolution technique qui avait été déjà mise en évidence à cette époque avec la notion d'espace maritime. C'est notamment le cas pour les navires à *dolia* qui font l'objet d'une attention particulière. Au sein de cette évolution, distinguons plusieurs groupes à partir du système d'assemblage bordé-membrure pris comme « signature architecturale », soit les groupes : Campanie-Latium ; Latium ; Narbonnaise ; Tarraconaise. En revanche le groupe de Bétique, un temps envisagé, n'apparaît pas fondé.

LOS VELEROS DE COMERCIO ROMANO DEL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL. ANÁLISIS DE FAMILIAS Y FIRMAS ARQUITECTURALES. (s.III a.C.- II d.C.)

PRÓLOGO	15
-ESTRUCTURA DEL TRABAJO	17
-LISTADO DE ABREVIATURAS.....	18
I.- INTRODUCCIÓN GENERAL	19
1. LA ARQUEOLOGÍA NAVAL.....	21
2. TRADICIÓN E INMOVILISMO. LOS <i>FABRI NAVALES</i>	23
2.1. EL MÉTODO PARA ENSAMBLAR EL CASCO EN ÉPOCA ROMANA. LA <i>PUNICANA</i> <i>COAGMENTA</i>	32
2.2. LAS MEDICIONES Y LAS HERRAMIENTAS.....	38
3. EPICENTROS DE COMERCIO, RUTAS MARÍTIMAS Y ARQUITECTURA NAVAL. CONTEXTO HISTÓRICO	45
3.1. PROPONIENDO CUESTIONES.....	52
4. LA CONCEPCIÓN Y LA CONSTRUCCIÓN DEL BARCO EN LA ANTIGÜEDAD	55
4.1. LA EVOLUCIÓN DE DOS MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN.	59
5. LA ARQUITECTURA NAVAL Y EL ESTUDIO DE LOS RESTOS ARQUEOLÓGICOS.....	69
5.1. FAMILIAS Y FIRMAS ARQUITECTURALES	70
5.2. DIFERENCIAS POR ESPACIO NÁUTICO, MODELO DE COMERCIO Y TONELAJE	78
5.2.1. ALGUNAS CUESTIONES	82
5.2.2. LAS RUTAS PREFERENTES EN ÉPOCA REPUBLICANA E IMPERIAL	82
6. LÍMITES CRONOLÓGICOS Y GEOGRÁFICOS. LOS YACIMIENTOS MÁS REPRESENTATIVOS PARA EL ESTUDIO DE LA ARQUITECTURA NAVAL A ESPIGAS Y MORTAJAS.....	87
6.1. LÍMITES GEOGRÁFICOS	89
6.1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS YACIMIENTOS DEL CORPUS	90

7. LOS YACIMIENTOS, LA ARQUITECTURA NAVAL Y SUS PROBLEMÁTICAS	93
7.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DE ESTUDIO	93
7.1.1. CRÍTICA DE LA FUENTE BIBLIOGRÁFICA	94
7.1.2. LA DOCUMENTACIÓN ARQUEOLÓGICA SUBACUÁTICA EN EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL	95
7.1.2.1. La formación de los yacimientos.....	96
7.1.2.2. Una parte no puede ser el todo	98
7.1.3. LA FUENTE ICONOGRÁFICA	101
8. LOS ORÍGENES DE LA CONSTRUCCIÓN NAVAL A ESPIGAS Y MORTAJAS.....	109
8.1. EDAD DEL BRONCE.....	116
8.1.1. ULUBURUN	116
8.1.2. CABO GELIDONYA	119
8.2. SIGLOS VIII-VII a.C.....	121
8.2.1. MAZARRÓN 1.....	123
8.2.2. MAZARRÓN 2.....	126
8.2.2.1. Sobre la datación de ambos pecios.	129
8.2.2.2. Sobre el espacio náutico y la adscripción cultural fenicia de las naves de Mazarrón.....	131
9. LA ÉPOCA ARCAICA, LA CLÁSICA Y EL ARMADO A ESPIGAS Y MORTAJAS.....	135
9.1. JULES VERNE 7	138
9.2. CESAR 1	143
9.3. GRAND RIBAUD F.....	144
9.4. GELA 2	147
9.5. MA'AGAN MIKHAEL.....	150
9.6. BINISSAFÜLLER	155
9.6.1. EL ATADO DE LAS CUADERNAS Y SU DATACIÓN	161
9.7. KYRENIA	165
II.-CORPUS	175
10. LA ÉPOCA HELENÍSTICA	177
10.1. MARSALA&SISTER SHIP	180
10.2 TOUR FONDUE	190
10.3. CHRÉTIENNE C	196
10.4. BAIE DE BRIANDE	204

10.5. JARRE 4.....	206
10.6. CAVALIÈRE	207
10.7. COLONIA SANT JORDI	215
10.8. CAVEAUX 1	219
10.9. JEAUNE-GARDE B O BAHIE DU LANGOUSTIER	220
10.10. ROCHE FOURAS.....	222
10.11. MADHIA.....	228
10.12. CHRÉTIENNE A	230
10.13. MILADOU	233
10.14. PALAMÓS	238
10.15. MADRAGUE DE GIENS.....	243
10.16. POINTE DE POMÉGUES	257
10.17. CAP DE L'ESTÉREL.....	259
10.18. CAP GROS	260
10.19. DRAMONT A	264
10.20. TITAN	270
10.21. PLANE 1	274
10.22. CAP BÉAR 3	277
10.23. DRAMONT C	282
10.24. CAP BÉNAT.....	285
10.25. FOS 1	288
11. LA ÉPOCA ALTO IMPERIAL	289
11.1. TRADALIÈRE	291
11.2. LADISPOLI	293
11.3. RABIOU.....	301
11.4. CAP DEL VOL	306
11.5. CONQUE DES SALINS.....	329
11.6. GIRAGLIA 1	332
11.7. SAINTES-MARIES-DE-LA-MER 24	336

11.8. BARTHÉLÉMY B	342
11.9. SUD LAVEZZI 3	349
11.10. BOU FERRER	351
11.11. ALBUFERETA 1	365
11.12. PERDUTO 1	369
11.13. DRAMONT I	374
11.14. OUEST GIRAGLIA 2	378
11.15. BAIE DE L'AMITIÉ	404
11.16. SUD LAVEZZI 5	409
11.17. CALANQUE DE L'ANE	413
11.18. NAPOLI A	415
12. LOS SIGLOS II-III	419
12.1. PORT- VENDRES 3	422
12.2. SAINT GERVAIS 3	424
12.4. LA BOURSE/LACYDON	440
12.5. MUSÉE DES DOCKS	447
12.6. NAPOLI B	449
12.7. NAPOLI C	451
12.8. POMÉGUES	453
13. EL PERIODO BAJO IMPERIAL	455
13.1. LAURONS 1	456
13.2. LAURONS 2	457
13.3. LAURONS 3	470
13.4. LAURONS IV	471
13.5. FIUMICINO 1	473
13.6. DRAMONT F	483
III.- METODOLOGÍA	485
14. LAS PRIMERAS OBSERVACIONES A SISTEMATIZAR	487

14.1. LAS LÍNEAS y ESTRUCTURA DEL CASCO	487
14.1.1. LOS RAYOS DE UNIÓN	489
14.1.2. LAS CARLINGAS DEL MÁSTIL	490
14.3. LAS ESPECIES VEGETALES	492
15. UNA PROPUESTA DE RELACIÓN DE LOS DATOS: EL ARCHIVO INFORMATIZADO.....	495
15.1. NUESTRA PROPUESTA DE FICHA	498
15.1.1. HOJA COMPLEMENTARIA	506
15.2. FICHADO	507
15.3. VALORACIÓN	507
16. OTRAS FORMAS DE ESTUDIO DE LA ARQUITECTURA NAVAL.....	509
16.1. LA EXPERIMENTACIÓN EN LA ARQUEOLOGÍA NAVAL	509
16.1.1. ÓPTIMO TECNOLÓGICO Y EXPERIMENTACIÓN ARQUEOLÓGICA	510
16.1.2. EXPERIMENTACIÓN Y RESTITUCIÓN	512
16.1.3. RÉPLICAS EXPERIMENTALES	514
16.1.4. EL MODELO DE ESTUDIO DEL GIRAGLIA 2	519
16.1.4.1. El modelo en madera	530
16.1.5. RESULTADOS QUE APORTA NUESTRO MODELO DE ESTUDIO RESPECTO A LA CUESTIÓN DE LA CARPINTERÍA TRANSVERSAL	559
16.1.5.1 Una comprobación tridimensional	565
16.2. APLICACIONES NUMÉRICAS A CASOS REALES	571
16.2.1. EL PECIO DE LA ALBUFERETA DE ALICANTE	571
16.2.2. EL PECIO OUEST GIRAGLIA 2 Y EL ÍNDICE DE ROBUSTEZ	581
16.2.3. OTROS CASOS COMPARADOS.....	583
16.3. EL TONELAJE DE PORTE Y LA <i>RATIO</i> DE PROPORCIONES	585
16.4. LA FOTOGRAMETRÍA	588
16.4.1. EL PECIO OUEST GIRAGLIA 2	589
IV. RESULTADOS.....	601
17. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	603
18. PECIOS CON UNA ADSCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEFINIDA.....	605
19. UNA LÍNEA DE HIBRIDACIÓN GRECOPÚNICA.....	609
20. UNA LÍNEA DE HIBRIDACIÓN EN LA PENÍNSULA IBÉRICA	615
20.1. UNA INFLUENCIA PÚNICA	616
20.2. EL CASO DEL PECIO DE <i>GOLO</i>	621
20.3. EL CASO DE <i>BINISSAFÚLLER</i>	623

20.3.1. EL MODELO DE COMERCIO DE BINISSAFÚLLER	625
21. ROMA, SUS TERRITORIOS Y LA ARQUITECTURA NAVAL PÚNICA	629
21.1. LOS PRECEDENTES	629
21.2. ROMA, POTENCIA NAVAL COMERCIAL Y MILITAR.....	631
21.3. LA EVOLUCIÓN DE LA TÉCNICA PÚNICA	634
21.3.1. UNOS APUNTES SOBRE LOS BARCOS Y LA EXPORTACIÓN DEL VINO ITÁLICO	638
22. LA HERENCIA GRIEGA EN EL CAMBIO DE ERA	641
22.1. LOS PRECEDENTES	643
22.2. LA RELACIÓN CON LA <i>GALIA NARBONENSIS</i>	646
23. EL ESPACIO NÁUTICO Y LA EVOLUCIÓN DE LAS LÍNEAS DE AGUA LLAMADAS À <i>RETOUR DE GALBORD</i>	651
23.1. UN MODELO DE EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA	659
24. LAS FIRMAS ARQUITECTURALES DEFINIDAS A TRAVÉS DEL SISTEMA DE UNIÓN DE LAS CUADERNAS CON EL CASCO	663
24.1. CAMPANIA Y SU ENCUENTRO CON EL LACIO	664
24.1.1. GIRAGLIA 2, LADISPOLI Y EL COMERCIO DEL VINO A GRANEL	667
24.2. LACIO	672
24.3. NARBONENSIS	676
24.4. TARRACONENSIS.....	677
24.4.1. CONVENTUS TARRACONENSIS (Cambio de Era y s. I d.C.).....	681
24.4.2. CAP DEL VOL, ¿EL ÚLTIMO BARCO IBÉRICO?.....	684
24.4.3. LOS BARCOS IBÉRICOS DE DERTOSA.....	687
24.5. BAETICA; NAVES ITÁLICAS PARA EL COMERCIO MARÍTIMO	690
24.5.1. UNA NOTA SOBRE EL PALEOPAISAJE PENINSULAR.....	696
V. CONCLUSIONES	699
INTRODUCTION	701
LES QUESTIONS DU DEPART ET LEURS REPONSES	703
LES BATEAUX QUI PARTICIPANT D'UN COMMERCE ET/OU D'UNE ROUTE NAVALE AVAIENT DES TRAITS ARCHITECTURAUX SEMBLABLES.	703
LES NAVIRES EN RELATION AVEC LA TARRACONAISE DANS LE HAUTE EMPIRE.....	706
LES BATEAUX CITERNE AVEC DOLIA	707

LE PALEOPAYSAGE DES PROVENCES HISPANIQUES ET L'ARCHITECTURE NAVALE	708
BATEAUX DE LA BETIQUE?	708
L'IDENTIFICATION DES TRADITIONS COUTUMIERS A TRAVERS DE LA TECHNIQUE D'ASSEMBLAGE ENTRE LA MEMBRURE ET LE BORDE. LES ARCHITECTURES NAVALES DIRECTRICES	711
LES PRECEDENTS, L'ARCHITECTURE NAVALE DES PUNIQUES ET LES HYBRIDATIONS CULTURELLES	713
LES SIGNATURES ARCHITECTURALES.....	715
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	721
VII.-ANEXO.....	747

Al redactar un epígrafe de agradecimientos uno tiene la sensación de que va a dejarse nombres en el tintero e incluso duda si es oportuno en este momento dar un agradecimiento a todos los que me han echado una mano en mi carrera. Quizás hacerlo únicamente con aquellos me han ayudado en esta etapa de tesis doctoral sea la opción más indicada. Solo así estaré seguro de que no me dejo a nadie fuera.

La primera persona en mi lista lógicamente es mi mujer Raquel que me ha comprendido y apoyado desde el principio en esta profesión que me apasiona, pero que en algunas ocasiones es ingrata.

A José Pérez Ballester que me ha guiado en esta etapa final de mi formación y me ha dedicado su tiempo. A Xavier Nieto, quien me llevó de la mano desde mi primera participación en las excavaciones del CASC. Siempre me ha enseñado, siempre ha contado conmigo y siempre me ha ayudado. A Franca Cibecchini con quien he capeado temporales. A Sabrina Marlier que me ofreció su tesis inédita para que me la estudiara. A Patrice Pomey por enseñarme y corregirme y a Gustau Vivar con quien comparto todas mis reflexiones.

PRÓLOGO

Descubrí por primera vez el buceo en 1993 cuando dos amigos me invitaron a que lo probara en Xàbia. Eran otros tiempos y simplemente me prestaron un equipo completo, me explicaron básicamente el funcionamiento de todo, cómo se abría la reserva de la botella y buceé. La experiencia me encantó, por lo que lo fui repitiendo de manera esporádica en algunas ocasiones, hasta pagarme mi título. En 1995, en el primer año de mi licenciatura en Historia, una compañera me enseñó un texto sobre las excavaciones submarinas de Cabo Gelydonia y me pareció asombroso, por los medios utilizados y cómo excavaban el naufragio. Había descubierto por primera vez la arqueología subacuática. En mi segundo año de carrera, opté muy interesado por la asignatura de “Arqueología del Mar” del profesor José Pérez Ballester en la que aprendí muchísimo mientras observaba con atención cada una de las diapositivas que nos pasaba en clase. El dossier de fotocopias de la asignatura me sirvió durante mucho tiempo. Me atraían los métodos y las técnicas, la navegación y la organización del comercio marítimo. Al final de ese mismo año participé en un curso básico donde conocí a Asunción Fernández quien me dio la oportunidad de acudir a mi primera excavación arqueológica subacuática en un pecio medieval, en Denia, en el año 1997. Acudí más tarde como colaborador a las excavaciones del *Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya*, dirigidas por Xavier Nieto, un autor que conocía por la bibliografía cuyo libro sobre la introducción a la arqueología subacuática había estudiado y que ahora me enseñaba personalmente. Me sentí privilegiado por poder estar allí y por cada minuto de atención que se me dedicó.

Las excavaciones de Banyoles y Empúries se sirvieron también para iniciar unas relaciones de amistad que duran hasta la actualidad. Antoni Palomo me abrió su casa y me enseñó que había más arqueología subacuática de la que yo conocía, Xavier Aguelo insistía en una tesis que nunca culminó y Gustau Vivar compartía las mismas inquietudes que yo. En 1998, en el 52º Curso de Arqueología de Empúries entendí en una conferencia de Patrice Pomey qué era la arqueología naval. Al año siguiente en Italia conocí en una excavación en Punta Ala a Franca Cibecchini, quien con el tiempo se convirtió, a pesar de no tener especial trato en un inicio, en una de mis amistades más valoradas.

1999 es un año de inflexión, puesto que a la vez que acabo la carrera y dudo qué hacer con mi futuro como cualquier estudiante, Asunción Fernández me propone verificar una serie de puntos de un estudio geofísico ya realizado para la ampliación del puerto de Sagunto. Mi idea de iniciar una tesis debería posponerse. Un trabajo continuó con otro por la zona del Grau Vell de Sagunto durante el 2001, pero será al año siguiente cuando me enfrente bajo el agua y casi en solitario a mi primera codirección de excavación de un pecio, en la Albufereta de Alicante, que me brindó un fragmento de casco para estudiar. Perdido y desorientado intenté de manera autodidacta documentar lo máximo, para que el futuro me permitiera interpretar lo mejor posible el yacimiento.

Tras esta excavación continué trabajando como profesional liberal, dirigiendo prospecciones y excavaciones subacuáticas. También participando en proyectos europeos como el Anser y prospecciones del CASC. La tesis seguía aparcada. En el 2005 realicé un curso de postgrado en arqueología náutica mediterránea de la UB. Inigualable en muchos sentidos, creo me despertó y centró muchas de las inquietudes

que esta tesis ha intentado responder. El trabajo de máster fue sobre la construcción naval en la época imperial, siguiendo las indicaciones de Patrice Pomey. El texto del que he aprovechado algunos párrafos, ahora me parece básico y sencillo. Al final de ese mismo año empiezo a trabajar en la Direcció General de Patrimoni Cultural Valencià, con un contrato de algo más de dos años para gestionar la arqueología subacuática de las costas valencianas. Una etapa de la que solo tengo recuerdos buenos. Se inició en 2006 la excavación del pecio **Bou Ferrer** con Franca Cibecchini y Enriqueta Vento, seguida de una segunda campaña al año siguiente, presenté en Estambul mi trabajo sobre la arquitectura naval del pecio de **Binissafúller** y tuve mucho que ver con la organización de la arqueología subacuática profesional en las costas valencianas. Diversas cuestiones me hacen tomar la nada agradable decisión de no renovar el contrato, perdiendo el puesto en el que tanto esfuerzo había depositado. Completo un máster de arqueología náutica en la UB en 2007 y participo en algunas prospecciones en Mogador y Menorca.

A principios del año 2010 decido que con una experiencia de campo de más de diez años y con todo lo estudiado, estoy en disposición de escribir una tesis sobre la temática que más inquietudes me había despertado, la interrelación entre la arquitectura naval y el comercio marítimo, justamente cuando reflexionaba sobre algunas de las clases del Diploma de Arqueología Subacuática de la UV que José Pérez Ballester amablemente me había encargado.

Ese mismo verano de 2010 se inicia una relación con el DRASSM y varios equipos franceses de la que se ha beneficiado enormemente mi trabajo. La excavación del **Ouest Giraglia 2** dirigida por Franca Cibecchini (2010-2012), donde participo junto a Sabrina Marlier en el estudio de la arquitectura naval del pecio; las excavaciones en el Ródano en el **Arles Rhône 5 y 3** (2011), en Marsella en **Tiboulen de Maire** (2011) y finalmente los trabajos de carta arqueológica subacuática de Córcega (2012 y 2013), me hacen reflexionar sobre la navegación, las rutas y la arquitectura naval.

Todas estas excavaciones que he mencionado junto con las más recientes de **Cap del Vol** (2011-2012) y **Bou Ferrer** (2012), retroalimentan mis conocimientos y hacen evolucionar mis ideas. Son las que presento en esta tesis.

-ESTRUCTURA DEL TRABAJO

La tesis está dividida en cinco bloques. En el primer bloque, compuesto por nueve epígrafes principales, hemos recopilado y analizado desde nuestra óptica personal mucha de la información presente en la bibliografía, con el objetivo de delimitar las cuestiones que hemos pretendido que nuestro trabajo responda. A pesar de que éste se centra en la época republicana e imperial, no solo para poder plantear con rigor la problemática, sino para contar con el bagaje necesario, hemos buscado información arqueológica de los mismos inicios de la construcción naval, desde Egipto al Próximo Oriente, pasando por los pecios de la época arcaica y clásica, entre los que se incluye *Binissafüller*, trabajo personal nuestro.

El segundo bloque es propiamente el *corpus* de la tesis, donde como una continuación del estudio de los pecios de periodos anteriores, seguimos de uno en uno, realizando una síntesis y primera comparación de todos los yacimientos que presentan estudio de arquitectura naval con un mínimo nivel de detalle, donde en muchos casos estos yacimientos han sido objeto de reinterpretación y/o de formulación de nuevas hipótesis. En el *corpus*, no hemos podido presentar la información de manera sistemática ya que los datos en la bibliografía no son homogéneos. Esta parte del trabajo ha requerido de un esfuerzo adicional ya que salvo los pecios de *Cap del Vol*, *Palamós*, *Perduto 1*, *Ouest Giraglia 2*, *Albufereta* y *Bou Ferrer* (cuatro de ellos, trabajos personales nuestros) el resto de la bibliografía existente está en lengua francesa, con la que nos hemos tenido que familiarizar, estudiando los vocabularios náuticos de castellano y francés.

Con toda intención, es después del *corpus* cuando acabamos por definir la metodología (Tercer Bloque) que hemos utilizado en nuestra tesis. Que debíamos interrelacionar datos presentados de manera heterogénea en la bibliografía era algo obvio, pero cuáles eran los más oportunos o los mejor reflejados en la bibliografía, ha requerido de la visión en conjunto de los más de sesenta pecios estudiados y muchas reflexiones. Ello nos ha hecho incluso variar nuestra estrategia, puesto que si bien considerábamos que la carpintería que une las tracas del casco podía aportar valores válidos para nuestro objetivo de comparación, salvo en contados casos ha sido un dato que se ha limitado a unas simples mediciones, que no podían ser representativas de cara a establecer comparaciones.

Una vez definidos los elementos a comparar, fundamentalmente los sistemas de unión de las cuadernas al casco y las formas de las quillas, hemos creado una ficha con los campos que con mayor profusión se encuentran representados en la bibliografía, y cuyo cruce sistemático nos iba a apuntar conclusiones.

En el estudio de la arquitectura naval romana hemos dedicado atención a la reproducción de modelos experimentales para comprender el *principio de concepción* y el *proceso de construcción* de los barcos del periodo. Esta metodología la hemos aplicado en el pecio *Ouest Giraglia 2*, parte de nuestro *corpus* y que nos ha aportado interesantes conclusiones.

Todo este trabajo nos lleva al cuarto bloque donde, partiendo de los resultados obtenidos, realizamos nuestra interpretación y construimos un discurso histórico

partiendo de la cultura material que representan los barcos estudiados, analizando los cambios en la arquitectura naval y sus causas, tanto en la carpintería longitudinal como en la transversal, entre la época republicana y la imperial, donde relacionamos yacimientos con zonas geográficas de construcción.

Un bloque de conclusiones finales recoge las cuestiones planteadas en nuestro trabajo y las respuestas que hemos obtenido.

Para finalizar la tesis y como cierre tenemos las referencias bibliográficas consultadas y un anexo final con las fichas de los pecios del periodo cronológico de nuestro interés.

-LISTADO DE ABREVIATURAS

ARQUA.- Museo Nacional de Arqueología Subacuática.

B.A.R.- British Archaeological Reports.

C.A.S.C.- Centre d'Arqueològia Subaquàtica de Catalunya

C.C.J.- Centre Camille Jullian.

C.E.N.G.- ARC-Nucléart de Grenoble.

C.M.S.- Centre for Maritime Studies.

C.N.I.A.S.- Centro Nacional de Investigaciones Arqueológicas Submarinas.

C.N.R.S.- Centre National de la Recherche Scientifique.

D.R.A.S.M.- Direction des Recherches Archéologiques Sous-Marines.

D.R.A.S.S.M.- Département des Recherches Archéologiques Subaquatiques et Sous-Marines.

I.N.A.- Institute of Nautical Archaeology.

M.N.A.M.- Museo Nacional de Arqueología Marítima.

P.E.G.- Politienglícol.

R.A.E.- Real Academia Española.

R.O.V.- Remote operated vehicle.

I.- INTRODUCCIÓN GENERAL

1. LA ARQUEOLOGÍA NAVAL

En la introducción de la obra conjunta de Pomey y Rieth, *L'archéologie navale*, encontramos una amplia definición de cuál es el objeto de estudio, las fuentes de conocimiento y las problemáticas específicas de la arqueología naval: el estudio y el análisis de los vestigios de las naves que han llegado hasta nosotros (Pomey, Rieth 2005: 9).

A modo de definición y basándonos en los referidos autores, podemos señalar que el objetivo de la arqueología naval es estudiar la gran variedad de tipos de embarcaciones con funciones comerciales, militares o pesqueras, que navegan en mar, ríos o lagos, con una cronología que va desde la Prehistoria hasta la Revolución Industrial, prestando especial atención a la concepción, las técnicas y procesos de construcción en madera. La arquitectura naval estudia cómo han sido construidas las embarcaciones de un periodo y un espacio náutico concreto, localizadas bajo las aguas o en ambientes húmedos, con el objeto final de realizar un análisis histórico, apoyándose, si fuera necesario, en las fuentes escritas, iconográficas y eventualmente etnográficas.

Señalamos que la arqueología naval estudia el pecio como una estructura, analizando las técnicas de construcción empleadas con una perspectiva histórica a diferencia de la arqueología náutica que se aproxima al naufragio para estudiar la historia, interrelacionando la estructura arquitectónica con la arqueología de su entorno náutico y comercial.

El objeto de nuestro trabajo en arqueología naval es realizar una investigación sobre los barcos que presentan una construcción *a casco primero*, con las tracas de forro a tope ensambladas mediante espigas insertadas en mortajas y fijadas por pequeñas clavijas (*Vid. infra* p.32) en la época romana, prestando atención a las características de la carpintería transversal y longitudinal (también interna). El objetivo es analizar hasta qué grado las características propias que se detectan en la arquitectura naval de los pecios del periodo, pueden ser sistematizadas e interrelacionadas.

La arqueología, como disciplina humanística e histórica, se sirve de la cultura material que ha llegado hasta la actualidad para avanzar en el conocimiento de las sociedades pasadas. El mar Mediterráneo fue el camino y catalizador de la Historia Antigua y los barcos las máquinas sobre las que se sustentó todo este sistema. Los barcos son la cultura material que estudia la arqueología naval. A semejanza de las ciencias naturales o físicas, la arqueología, como ciencia humana, recoge datos de campo, realiza experimentos o propone cuestiones: investiga para descubrir, comprobar o demostrar determinados fenómenos, a partir de los cuales se desarrollan hipótesis, que se contrastan con datos objetivos, para finalmente formular o desarrollar modelos.

Este será el método marco de nuestro trabajo sobre la arqueología naval romana: La **toma de datos** se basará en la catalogación en un *corpus* de todos los yacimientos arqueológicos que presenten elementos de arquitectura naval susceptibles de estudio y comparación, independientemente de las diferencias en el detalle y calidad de éstos. La **experimentación** consistirá en la comparación e interrelación de las características principales de los yacimientos catalogados (carpintería transversal y longitudinal), cuyo resultado nos llevará al desarrollo de una interpretación que será nuestra **hipótesis**

marco. Tras el estudio de los datos y la experimentación realizada, podremos formular un **modelo o tesis** sobre la arquitectura naval romana, permitiendo la creación de grupos de pecios que se hayan podido interrelacionar como: *Tipos arquitecturales, familias, sistemas y firmas arquitecturales* (Vid. *infra* p. 70), prestando especial atención a las influencias que puedan tener sobre la construcción naval en el Mediterráneo Occidental los cambios históricos y económicos que acontecen en el espacio de tiempo comprendido entre la época republicana y la imperial.



Fig. 1.- Copia en el Museo de Albenga del mosaico de la *Nave del Quirinale*, oneraria romana in maniobra en *Portus* (s. III d.C.) del *Antiquarium Comunale* di Roma. Se observa una popa con un codaste alto y muy lanzado lo que indicaría que se trata de un gran velero de comercio, por las analogías con el mosaico de Thémétra, la *Madrague de Giens* y el grafito *Europa* (Foto: autor)

2. TRADICIÓN E INMOVILISMO. LOS *FABRI NAVALES*

Cuando nos aproximamos al mundo de la arquitectura naval romana, puede pasarse por alto que han pasado milenios desde que hay constancia de navegación en el Mediterráneo, donde se produjo una larga evolución tecnológica acumulativa (Pomey 2010), no siempre lineal, unida también a un proceso espiritual y religioso en el que se mezclaba el mundo del mito y la ciencia¹ (Nieto 2004: 18). El compendio de conocimientos arquitecturales y náuticos debieron estar depositados en época imperial en el importante *collegia* de los *fabri navales* situado en *Ostia Antica*, con un templo propio (Fig. 2 y Fig. 3) y una espléndida sede social en la Escuela de Trajano² (Fig. 4).

La numerosa iconografía (Basch 1987), atestigua que en la antigüedad existía una tipología de embarcaciones muy variada, condicionada por el *espacio de navegación* (Vid. *infra* p. 78) y la *función náutica*. De este gran número de tipos de embarcaciones, desafortunadamente los procesos tafonómicos de formación de los yacimientos arqueológicos han preservado fundamentalmente los restos de los cascos de aquellas que transportaban su carga envasada en ánforas.

También han llegado hasta nosotros algunas naves naufragadas en entornos portuarios como las de *Massalia* (Hesnard 2004b: 182, Pomey 1998), *Neapolis* (Boetto *et al.* 2005: 459), Fiumicino (Boetto 2008: 29), Olbia (Riccardi 2002: 12-63) o Pisa (Camilli 2004: 67). En el s. II, Aulo Gelio (*Gell.*, X, 25, 5) nos describe veintisiete tipos de embarcaciones³, al igual que Tácito (*Hist.* 3, 47) y Suetonio (*Nero* 34, 2) que compilan catálogos de naves⁴. En el mosaico de *Althiburus* (Túnez, s. III), (Fig. 5) se identifican veinticinco tipos (Duval 1949; Casson 1971: fig. 137; Pomey *et al.* 1997: 83).

1 Ciencia: (Del lat. scientia de scire, ‘conocer’), “Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales; conocimiento sistematizado en cualquier campo, pero que suele aplicarse sobre todo a la organización de la experiencia sensorial objetivamente verificable”. Para el campo de la arquitectura naval romana es de nuestro interés la ‘ciencia aplicada’ es decir, la búsqueda de usos prácticos del conocimiento científico y la tecnología, entendida como el conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico. Cómo esa ciencia se pone en juego mediante el uso de instrumentos y procesos.

² Regio III - Insula II – Templo de los *Fabri Navales* (III,II,1-2); Regio IV - Insula V - Schola del Traiano (IV,V,15) y Domus (IV,V,16)

³ Veintisiete tipos de naves (en orden alfabético): *actuariae*, *camarae*, *catascopium*, *caudicae* o *codicariae*, *caupuli*, *celoces*, *cercuri*, *corbitae*, *cydarum*, *gauli*, *hippagines* o *hippagogoe*, *lembi*, *lenunculi*, *lintres*, *longae*, *mydia*, *myoparones*, *oriae* o *horiae*, *parones*, *phaseli*, *placidiae*, *pontones*, *prosumiae* o *geseoretae* o *oriolae*, *ratariae*, *scaphae*, *stlatae* y *vectoriae*.

⁴Cfr. En torno al vocabulario marino en latín: los catálogos de naves de Rodríguez-Pantoja (1975).

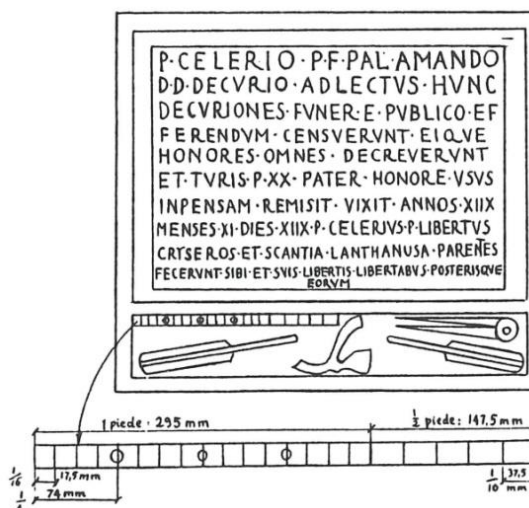


Fig. 2.- Inscripción funeraria de P. Celerios Amandus (CIL XIV, 321) con regla, azuela, compás y dos timones⁵, aparecida en el templo de los *Fabri Navales* de Ostia Antica. (Fotografía: E. Taylor en <http://www.ostia-antica.org>). A la derecha calco de Bonino (1985:49)

Si bien no se puede determinar si estos catálogos se basan en la recopilación de modelos de naves anteriores o contemporáneas con los autores (Pomey, Rieth 2005: 6), lo que pretendemos señalar es que en época romana existía una gran variedad de tipos y tamaños de embarcaciones, al igual que se atestigua en cualquier otro momento de la Historia. De la gran tipología de naves que existían en la antigüedad, han llegado hasta nosotros únicamente los restos arqueológicos⁶ de una pequeña porción de esta tipología. De este elenco de naves antiguas, opinamos que los barcos de mediano y gran porte⁷ se construyeron con un comportamiento completamente eficiente en el medio marino y con una arquitectura capaz de soportar los esfuerzos propios de la navegación, algo que puede parecer un apriorismo, pero que razonablemente debía ser así, gracias al saber consuetudinario de los maestros navales.

⁵ P(ublio) CELERIO P(ubli) F(ilio) PAL(atina) AMANDO D(ecreto) D(ecurionum) DECVRIO ADLECTVS HVNC DECVRIONES FVNERE PVBLICO EF FERENDVM CENSVERVNT EI QVE HONORES OMNES DECREVERVNT ET TVRIS P(ondo) XX PATER HONORE VSVS IMPENSAM REMISIT VIXIT ANNOS XIIX MENSES XI DIES XIIX P(ublius) CELERIVS P(ubli) LIBERTVS CHRYSEROS ET SCANTIA LANTHANVSA PARENTES FECERVNT SIBI ET SVIS LIBERTIS LIBERTABVS POSTERISQVEEORVM.

⁶ A la vez, nuestro conocimiento sobre la arquitectura naval está sesgado al conocerse solo pecios en determinadas zonas geográficas del Mediterráneo Occidental.

⁷ Es un valor relativo según cronologías. P. ej. el pecio de *Grand Ribaud F* con 40 t de porte es el mayor mercante conocido de finales del VI e inicios del s. V a.C. y p. ej. en época romana republicana, su equivalente podría ser la *Madrague de Giens* que transportaba 400 t.



Fig. 3.- Vista de los restos del templo de los *Fabri Navales* de mediados del s. I d.C. amortizado como almacén de columnas en el s. IV d.C. (Foto: Autor)

En las grandes obras, nada se debió dejar a la improvisación. Las líneas de agua del casco eran las apropiadas, así como las técnicas constructivas empleadas y el reparto equilibrado de sus pesos, para estar y navegar en el mar (hidrodinámica e hidrostática). Siendo un saber consuetudinario acumulativo, los conocimientos en construcción naval de la época imperial, tanto militar como comercial, debieron ser una herencia de la época helenística (Pomey, Rieth 2005: 163) y éstos a su vez, conocimientos acumulados de periodos anteriores. Este saber en la construcción de barcos transmitido por la *praxis* y la tradición oral, con excepciones puntuales en astilleros militares, no dejaba lugar al desarrollo de nuevas embarcaciones a modo de “prototipos” en el sentido moderno del término. Salvo construcciones muy excepcionales⁸, los astilleros, como en otros momentos de la historia, fundamentalmente debían reproducir, clonar, modelos bien

⁸ p. e. *Syracusia*, *Isis* o la nave que transportó el obelisco de Calígula; *cfr.* Casson 1971: 184, *Part 2: Oversize freighters*

conocidos y optimizados (Bonino 1985: 37; Pomey 1998: 55; Beltrame, Bondioli 2006: 89) que los *fabri navales* sabían fabricar desde siempre y que habían aprendido como artesanos de sus maestros.



Fig. 4.- Vista actual de las excavaciones de la Escuela de Trajano en Ostia Antica (Foto: Autor)

Por comparación con otros momentos de la historia naval mediterránea, también en época romana debieron existir matices propios de “escuelas”, de gremios o *collegia* diferentes, que construyen las embarcaciones con los rasgos propios de un mismo *sistema arquitectural* es decir, con las características propias de su momento histórico contemporáneo, pero con claros matices diferenciadores.

Los carpinteros navales introducían leves variantes, pequeñas mejoras que daban respuesta a nuevas necesidades, que a su vez llegaban muy lentamente, en un escenario

donde los constructores navales, como sujetos, no tenían ninguna percepción diacrónica de avances tecnológicos ni líneas evolutivas, sino que percibían la concepción longitudinal del barco y las técnicas de construcción naval de su época como eternas⁹.

Hay argumentos que por evidentes o asumidos tal y como son, no podemos analizarlos con sentido crítico; sin duda la concepción de las formas o líneas de agua de los barcos en la antigüedad y las técnicas para su construcción, nunca se basaron *ex novo* en ideas peregrinas de un *architectus* o *faber navalis*, sino que reposaban sólidamente en los conocimientos acumulados en el saber científico, adquiridos por *peritia* o *sciencia* (Basch 1988: 31). En el armado de los grandes navíos se debió de poner en juego todo el bagaje profesional del *architectus* o *faber navalis*, su saber personal sobre cómo eran y cómo se construían los barcos en su contexto cotidiano, en su época histórica y en su ámbito geográfico, que podría llegar a ser amplio en función de la movilidad y de la transmisión de conocimientos. Se basan en la empírica del conocimiento de los principios físicos de dos ambientes antagonistas: el marino y el aéreo, que inciden en el barco y que llevan al constructor naval a realizar la mejor concepción del diseño de las formas de la nave, construyéndolo con un proceso y técnicas bien conocidas y arraigadas. Ello fuerza a pensar que rara vez sería botado un barco de mediano o gran porte de mal navegar o con problemas estructurales de relevancia. Señalamos pues como un apriorismo que los barcos romanos de mediano o gran porte estaban completamente optimizados para cumplir con las funciones y fines esperados.

⁹ En época romana, a nivel popular se asociaba antigüedad con barcos contruidos mediante ligaduras, como describe Virgilio (s. I a.C.) en el pasaje en el que Eneas baja al Inframundo en un barco cosido (*Aen.* 6.413-14), frágil y que filtraba mucha agua o como describe el autor latino Pacuvius (s. II a.C.) en un ensayo sobre Odiseo, quien afirma al referirse a una de sus naves que *ninguna mortaja unió el casco, sino que fue cosido con cordón de lino y fibras vegetales* (cfr. Casson 1971: 9)

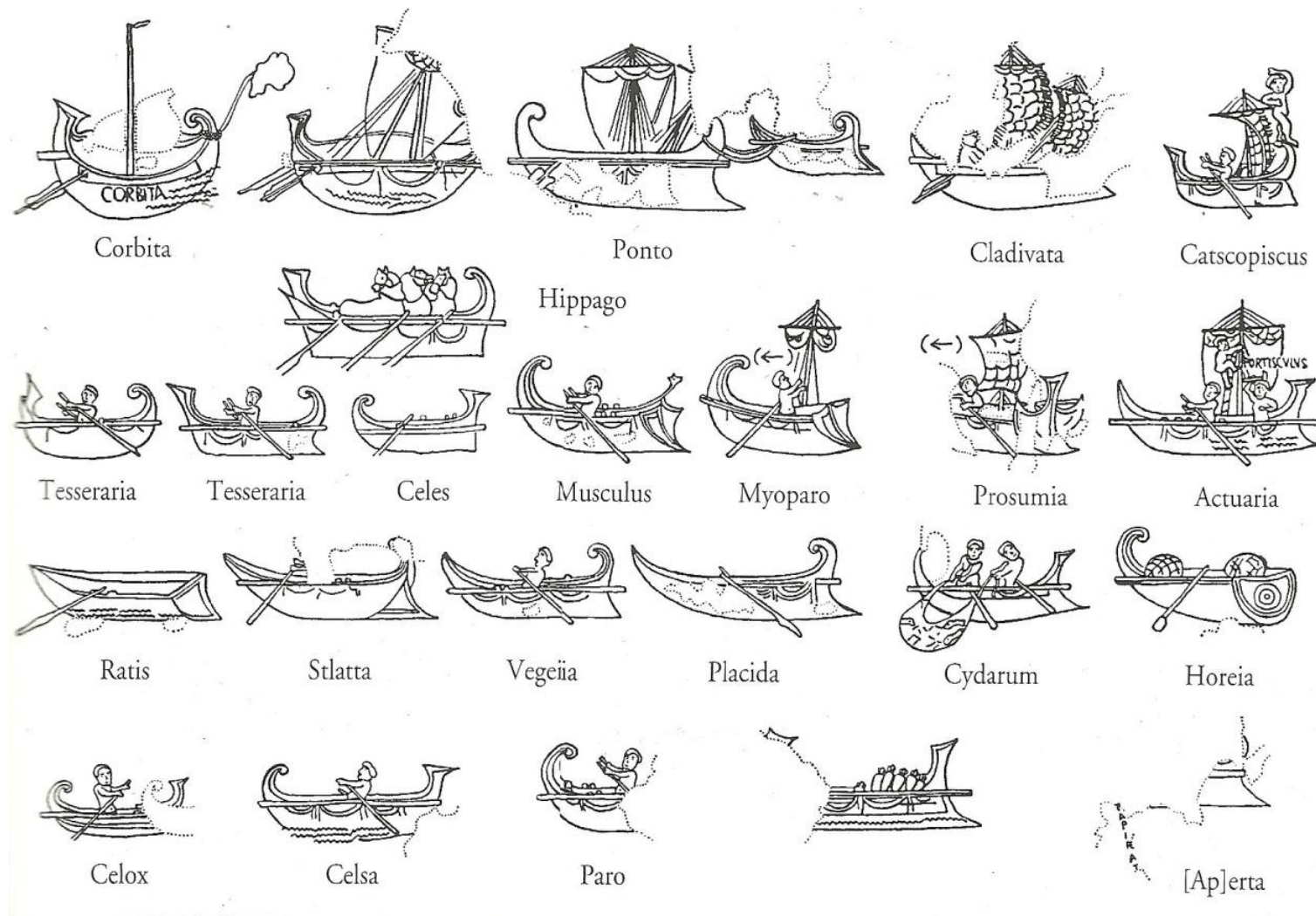


Fig. 5.- Mosaico de Althiburus, donde se aprecian de manera esquemática varios tipos de embarcaciones que van desde veleros de comercio, galeras mercantes, barcas rápidas, de pesca, de actividades portuarias (*Horeia*) junto a pequeñas embarcaciones. Túnez, s. III (Casson 1971: fig. 136; Pomey *et al.* 1997: 83)



Fig. 6.- Gálidos colgados de la pared en un astillero de Larache (Marruecos). (Foto: Aranegui)

La invariabilidad de los principios físicos que rigen el medio marino y aéreo, la facilidad de los astilleros para reproducir como un clon un modelo contrastado de nave eficiente, el conservadurismo tecnológico de la idiosincrasia de las gentes del mar, con numerosos ejemplos antropológicos a lo largo de la historia marítima y el apego cultural por el propio saber consuetudinario, favoreció que en términos generales, tanto el método y proceso de construcción, las técnicas constructivas empleadas como la forma de los cascos, se pareciese enormemente a las de sus precursores, en un proceso histórico larguísimo donde las líneas fusiformes, tomadas probablemente de la observación de la fauna marina¹⁰, ya resolvían cuestiones como la flotación, la estabilidad y el desplazamiento, muchísimos siglos antes de que Arquímedes formulase matemáticamente su principio sobre el empuje hidrostático. La capacidad de navegación

¹⁰ Como describe la obra de Fabreti sobre la Columna Trajana en 1683 (*cfr.* Basch 1986) indicando que la fauna marina fue el recurso para diseñar las primeras formas fusiformes de los cascos.

dependía de que la lámina del casco de la nave fuese lo suficientemente grande para asegurar la flotación y lo suficientemente alargada para favorecer su desplazamiento en el agua. Era necesario que existiera una *ratio* muy precisa, con un plano de deriva¹¹ (*) conocido, una regla de proporciones (Basch 1978), entre la eslora*, la manga*, el puntal* y la lámina curvada y suave que dibuja el casco, para que gracias a una propulsión, tanto la hidrostática como la hidrodinámica favoreciesen la navegación.



Fig. 7.- Estela funeraria de P. Longidienus de finales del s. II d.C. donde se observa al difunto trabajando sobre una cuaderna de un barco con el casco ya armado. Museo de Rávena (Pomey *et al.* 1997: 96)

¹¹ *Plano de deriva*, es la posición sumergida del plano longitudinal del buque, lo que se traduce en una mejor resistencia a la deriva. Deriva. (De *derivar*).1. f. *Mar.* Abatimiento o desvío de la nave de su verdadero rumbo por efecto del viento, del mar o de la corriente.

* Todos los términos propios del vocabulario náutico serán identificados en nuestro trabajo con un asterisco. Para mayor información véase Martínez-Hidalgo, 2002.



Fig. 8.- Vaso de vidrio del principios del s. V mostrando la organización del trabajo en un astillero, con un patrón y donde en sentido dextrógiro se ve la panoplia de herramientas y trabajos hasta llegar a la nave construida. Museo Biblioteca Apostólica Vaticana. Inv. 60788 (Ulrich 2007: 35)

A través de estudios etnográficos en aquellas zonas Mediterráneas en las que se resiste a desaparecer la construcción naval tradicional, normalmente las de embarcaciones de menor porte, podemos observar cómo la organización del trabajo tiene un cierto sabor de herencia medieval (Fig. 6), en la que un artesano, un carpintero de ribera (mestre d'axa, calafate...) con la experiencia de toda una vida, dirige a una serie de mozos oficiales y aprendices, construyendo las barcas partiendo únicamente de aquello que a él le enseñaron cuando fue aprendiz, a lo que suma su propia experiencia, conocimientos que a su vez transmitirá a los miembros de su taller. Las embarcaciones se construyen sin haber realizado más cálculos matemáticos que aquellos elementales. Por ello, por analogía con lo antiguo se nos sugiere este escenario como el más común para los *collegia* de época romana. Sin embargo, cuando las embarcaciones deben tener un cierto desplazamiento y unas características funcionales, por fuerza debe haber un verdadero ingeniero (*architectus*), que realice cálculos y mediciones antes de la ejecución de la construcción. No existe demasiada información sobre la existencia y papel del *architectus navali* pero no es descabellado afirmar que debió participar en la concepción de los barcos militares y/o mercantes de mayores dimensiones. A nivel epigráfico son destacables dos lapidas, una de Arles (Francia) y otra de Minturno (Lacio), que hacen mención a la profesión de los difuntos, *arquitecti navalis* (C.I.L. XII,

723; C.I.L. X, 5371). La ejecución del modelo teórico recaería en los *fabri navales*, de los que tenemos evidencia epigráfica, siendo sin duda la más conocida la estela funeraria dedicada a *P. Longidienus* (Fig. 7) en la que aparece representado un constructor naval, o de mucha mayor importancia la ostiense *Corpus Fabrum Navalium* de finales del s. II d.C. (C.I.L. XIV, 168 y 169) donde la corporación de los constructores navales hace una inscripción honorífica a un *eques* y a un patrón. Respecto a la organización del trabajo en un astillero dedicado a la construcción de grandes naves, parece lógico pensar que habría una cierta división del trabajo especializado (Fig. 8) hipótesis que iría ciertamente ligada y en sintonía con la producción “en serie” de modelos optimizados y bien conocidos en el astillero. La presencia en Ostia del colegio de *stuppatoris*¹², término de origen incierto, quizás relacionados con la fabricación de jarcias y aparejos, podría ir en esta línea de división del trabajo en la construcción de un barco.

2.1. EL MÉTODO PARA ENSAMBLAR EL CASCO EN ÉPOCA ROMANA. LA *PUNICANA COAGMENTA*

Como explicaremos más adelante (*Vid. infra* p. 59), en la Antigüedad, compartiendo un mismo *principio de concepción* existieron dos métodos de construcción diferenciados y coetáneos al menos entre los ss. VI y V a.C. (Cuadro sinóptico 3) para la unión de las tracas* del casco: uno basado en espigas-mortajas fijadas por clavijas y otro mediante ligaduras o “cosido” de las tracas. En nuestro trabajo queremos encontrar respuestas (*Vid. infra* p. 52) a cuestiones cronológicamente muy distantes de la problemática de los ss. VI y V a.C. donde se documentan las técnicas de cosido para ensamblar el casco¹³, puesto que el *sistema arquitectural* arquetípico en época romana, que agrupa a las *familias arquitecturales republicana e imperial*, presentan un mismo principio de concepción de la forma y la estructura, así como un mismo método de construcción del casco, mediante el armado por la técnica de unir tablas por espigas y mortajas fijadas por pequeñas clavijas (Fig. 10 y Fig. 11). Por ello centramos nuestro estudio únicamente en los ejemplos de arquitectura naval antigua que presentan un sistema de ensamblaje o unión para tablas de madera por espigas y

¹² La similitud del término con el de estopa y la confusión entre los principios de construcción antigua y moderna lleva a asociar a este colegio erróneamente con estopadores o calafates. Los embreadores (*unctoris*) se encargarían de proteger la madera del casco una vez estaba acabada la nave.

¹³ La técnica de ensamblaje para las tracas de forro, predominante en el periodo cronológico de nuestro interés es el basado en espigas y mortajas fijadas por clavijas, si bien en época romana y con casos minoritarios y muy regionales en el Adriático norte, hay constancia de la construcción del casco del barco a base de cosidos, como en el pecio de *Comacchio* (Berti 1990).

mortajas, obviando por ello la construcción naval a *casco primero* con la unión de tracas mediante cosidos documentada solo de manera local en época romana¹⁴.

El término antiguo para referirse a la unión de tablas por espigas y mortajas fundamentalmente relacionado con los ambientes náuticos, pero no exclusivamente, era denominado *ca.* 200 a.C. según Catón como *punicana coagmenta*¹⁵, “junta al estilo púnico”, definición que utiliza al describir cómo se ensamblan las tablas para construir un disco de madera para el prensado de la oliva, evitando así el machaqueo de los huesos (Fig. 9).

Orbem olearium latum P.III Punicanis coagmentis facito, crassum dígitos VI, subscudes aligneas adindito. Eas ubi confixeris, clavis corneis ocludito. In eum orbem tris catenas indito. Eas catenas cum orbi clavis ferreis corrigito. Orbem ex ulmo aut ex corylo facito: si utrumque havebis, alternas indito”. Eas catenas cum orbi clavis ferréis corrigito. Orbem ex ulmo aut ex corylo facito: si utrumque havebis, alternas indito.

Catón, *De Agri*, XVIII, 9.

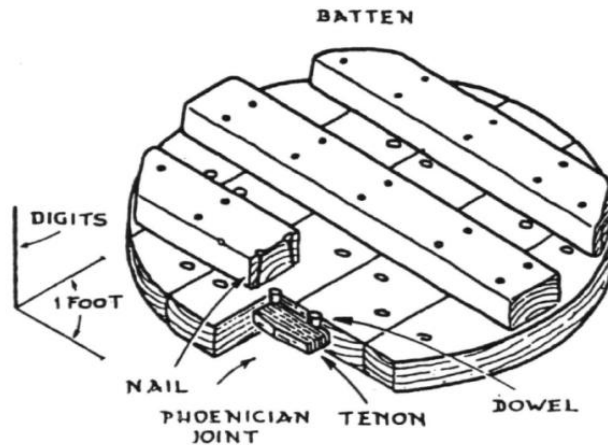


Fig. 9.- Descripción gráfica de un disco para la prensa del aceite atendiendo a la descripción de Catón (Sleeswyk 1980: 243).

Se trata de un sistema de ensamblaje situado en las caras laterales de las tracas del casco, basado en la ejecución de una mortaja de dimensiones precisas, junto con otra

¹⁴ En la Tesis doctoral de Sabrina Marlier encontramos un excelente análisis de la construcción por ligaduras en época romana en espacios náuticos marítimo-lagunares.

¹⁵ Definición con origen cultural en unos momentos en los que los púnicos son los enemigos acérrimos de los romanos.

simétrica y por ello opuesta, en la cara lateral de la segunda tabla a unir. Después una espiga (lengüeta, llave, chaveta o conector) de dimensiones adecuadas se introducía en las mortajas correspondientes de cada tabla, de manera que las tracas quedaban unidas entre sí por ésta. Por último, tras practicar unas perforaciones en sentido vertical se colocaban unas clavijas perpendiculares (en madera, cilíndricas o cónicas) coincidentes con cada espiga y se fijaba la unión. (Fig. 10 y Fig. 11). La sucesión de tracas unidas a la quilla con unas formas precisas iba creando el casco de la nave, donde normalmente con posterioridad la carpintería transversal reforzaría a la estructura.

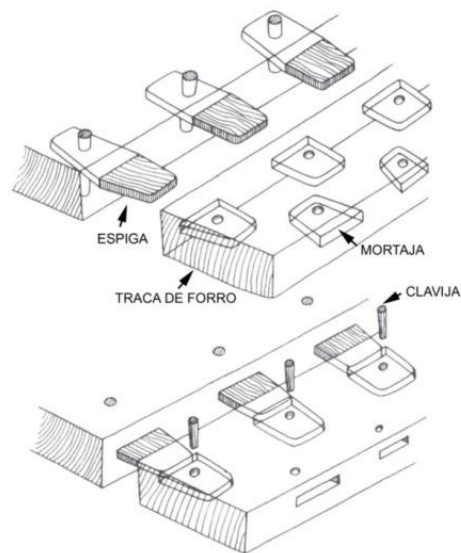


Fig. 10.- Esquema teórico del método de ensamble de dos tracas de forro mediante la *punicana coagmenta* (Autor a partir de Gianfrotta, Pomey 1981: 238)

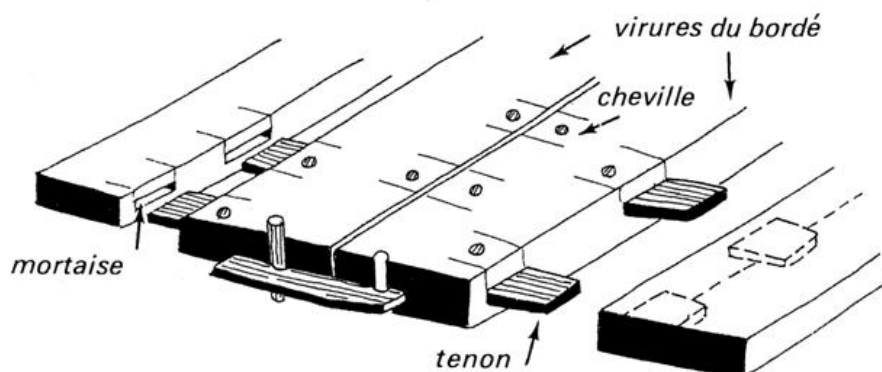


Fig. 11.- Esquema explicativo de la unión de tablas del casco de los barcos mediante el sistema de espigas (*tenon*) y mortajas (*mortaise*) bloqueadas por clavijas (*chevilles*). (Dibujo: Rival. CCJ-CNRS)

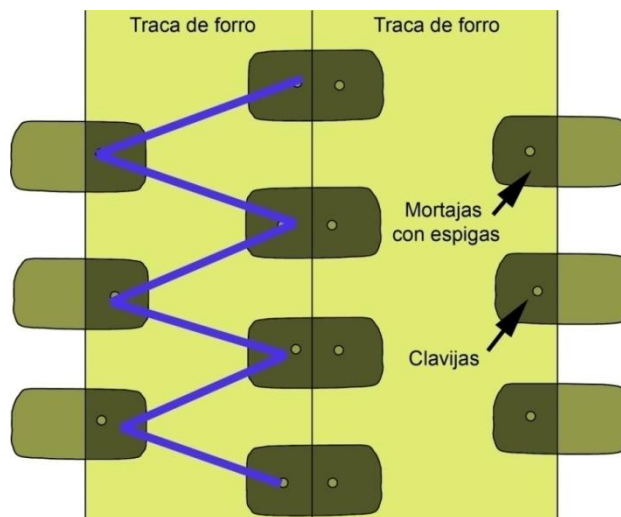


Fig. 12.- Dibujo esquemático con vista cenital de dos tracas de forro que están unidas por espigas fijadas por clavijas. En época grecorromana la disposición de éstas en cada una de las caras laterales de una traca es normalmente alternante o a tresbolillo (línea azul), para evitar debilitar la pieza. (Dibujo: Autor).

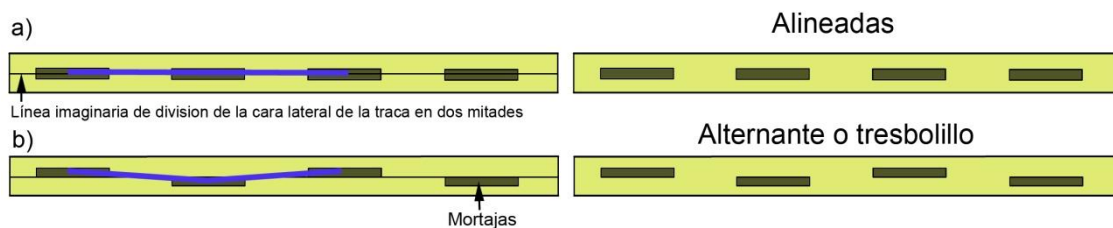


Fig. 13.- Dibujo esquemático de la cara lateral de una traca de casco en el que observamos la situación de las mortajas. Éstas pueden estar dispuestas de manera alineada en el eje imaginario central de la traca de casco (caso a) o por el contrario pueden estar practicadas de manera alternante o a tresbolillo jugando con la referida línea imaginaria (caso b) (Dibujo: Autor).

Sus utilidades en la construcción en madera son claras, pudiéndose realizar desde pequeños objetos como mobiliario (Fig. 14), hasta grandes cajones estancos de madera para la cimentación de puentes (Hamey 1991: 33) o para construcciones portuarias (Brandon 1997) como nos atestiguan las excavaciones subacuáticas en *Caesarea Maritima* (Israel) (Fig. 15), siendo claramente la arquitectura naval (casco, cubierta*, timones*, etc.) la que más ejemplos arqueológicos ha reportado hasta la actualidad.

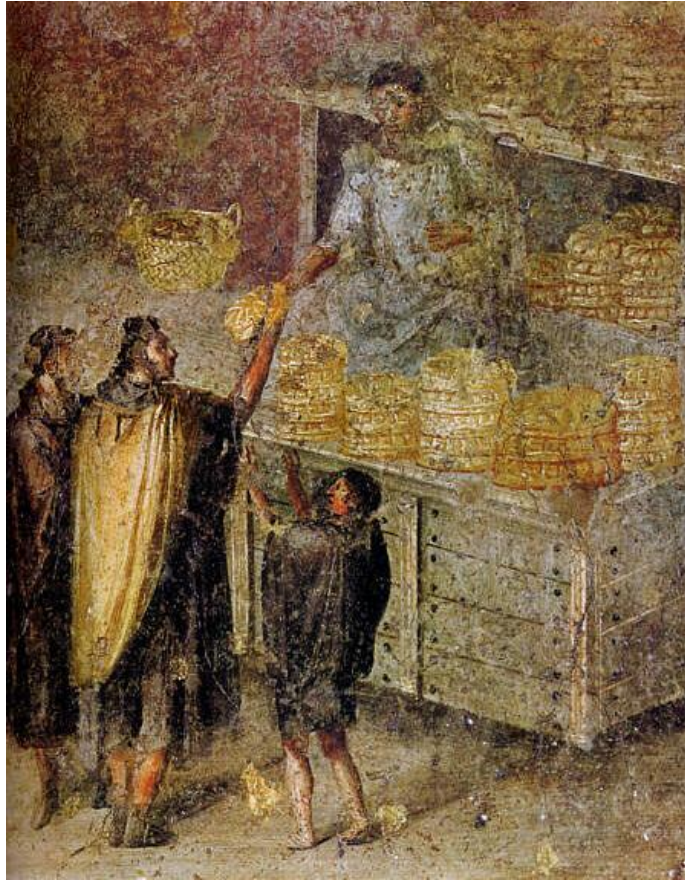


Fig. 14.- Pintura mural de Pompeya que representa una panadería (*Pompeii* VII, 3, 30) donde la mesa es interpretada por Ulrich (2007: 102) como construida por espigas y mortajas. Los puntos negros se corresponden con los pares de clavijas de fijación. La distribución de las mortajas no es a tresbolillo. (Foto: Museo Archaeologico Nazionale di Napoli)

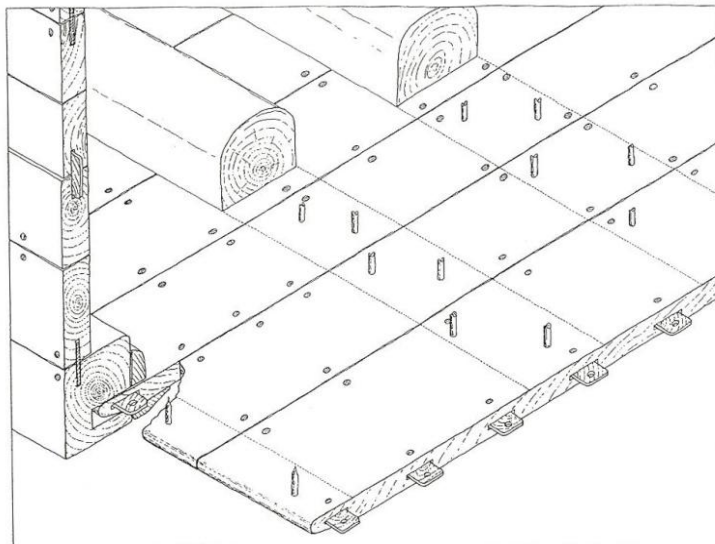


Fig. 15.- Esquema de uno de los cajones herméticos en madera para la construcción del puerto de *Caesarea Maritima* en Israel (Brandon 1997).

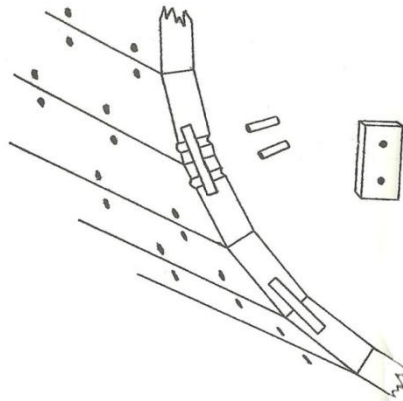


Fig. 16.- Esquema que muestra el método de construcción a *casco primero* descrito en La Odisea V, 244-257. (Greenhill, Morrison 1995: 142).

Se califica por los romanos a esta técnica de ensamblaje como *púnica* a finales del s. III a.C. pero se trata de una técnica muy antigua que coexistió con el método griego de construcción de barcos por cosidos de finales del s. VI a.C. como atestiguan el *Jules Verne 7* (Vid. *infra* p. 138) y el *Cesar 1* (Vid. *infra* p. 143). La *punicana coagmenta* era conocida por los griegos de los ss. VIII-VII a.C. tal y como se desprende de la interpretación del texto de La Odisea (V, 244-257), cuando Ulises construye un barco para abandonar la isla de la ninfa Calipso, tras recibir de ésta un hacha (*bronce*), una plomada y un taladro. Taló 20 árboles de dónde sacó las tracas, “*Después perforó todos, los unió unos con otros y los ajustó con clavos y junturas*”, interpretada esta unión como de mortajas-espigas-clavijas (Pomey *et al.* 1997: 93; Greenhill, Morrison 1995: 142; Casson 1992: 73-74) (Fig. 16). “*Después colocó las cuadernas* y la superestructura* y una vez el casco estuvo acabado, lo equipó*”.

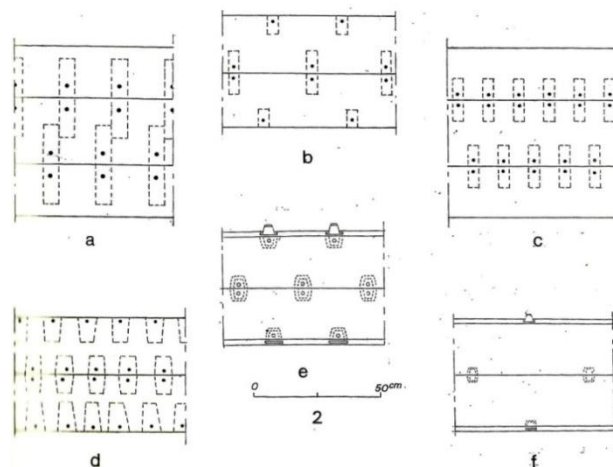


Fig. 17.- Sistema de ensamblaje mediante espigas y mortajas fijadas por pequeñas clavijas. Relación entre la anchura de las tracas de forro y el tamaño/equidistancias de las espigas en los cascos de: a: Uluburun-Turquía (fin s. XIV a.C.); b: Jules Verne 7-Marsella (finales s. VI a.C.); c: Kyrenia-Chipre (fin s. IV a.C.); d: Madrague de Giens-Francia (ca. 75-60 a.C.); e: Yassi Ada II-Turquía (s. IV); f: Yassi Ada I-Turquía (s. VII). (Dibujo de M. Rival, CCJ-CNRS en Pomey, Rieth 2005).

2.2. LAS MEDICIONES Y LAS HERRAMIENTAS

Durante las diversas fases del proceso constructivo de una nave, los *fabri navales* deben precisar de mediciones tanto para la realización como para el control de las dimensiones de los elementos en madera. En época romana la regla de medir, la *regula*, es de un uso generalizado en la construcción. Se trata de un pie graduado del que se conocen ejemplos en madera y sobre todo en bronce. En el *Museo Archeologico Nazionale di Napoli* se conservan varias *regulas* formadas por dos brazos articulados de $\frac{1}{2}$ pie cada uno, unidos por un cierre. Los valores métricos en época romana han sido objeto de numerosos estudios, si bien a partir de las mediciones realizadas en numerosas construcciones, puestas en relación con una serie de valores y múltiplos, Adam (1989: 43) estableció una generalización para época imperial, basándose en pies realizados en bronce que representan la unidad y en reglas con valores acordes a los expresados en la Tabla 1.

Unidad latina	Unidad	Valor en pies	Valor métrico
<i>Digitus</i>	Dedo	1/16 de pie	1,848 cm
<i>Palmus</i>	Palmo	$\frac{1}{4}$ de pie	7,392 cm
<i>Pes</i>	Pie	1	29,57 cm
<i>Palmipes</i>	Palmo-pie	1,1/4 de pie	36,96 cm
<i>Cubitos</i>	Codo	1,1/2 de pie	44,355 cm
<i>Gradus</i>	Paso	2,1/2 de pie	73,925 cm
<i>Passus</i>	Doble paso	5 pies	1,478 m
<i>Actus</i>	Rodada	120 pies	35,48 m

Tabla 1.- Valores de medición en época romana con su equivalente métrico (Autor a partir de Adams 1989: 43)

En la estela funeraria del carpintero naval *P. Celerios Amandus* (Fig. 2) aparecida adyacente al *cardo maximus* de Ostia Antica, en el templo de los *Fabri Navales*, encontramos una regla graduada de una gran fiabilidad, donde se distingue con claridad el valor de *digitus*, *palmus* y *pes*. Se distinguen dos valores principales de 29,6 cm y 18,5 cm, correspondientes respectivamente con un pie y 10 dedos. El pie está dividido en 4 palmos de 7,4 cm cada uno subdividido en cuatro dedos de 1,85 cm. En la parte derecha de la *regula*, los 10 dedos están divididos en 5 tramos de 3,7 cm, es decir 5 dobles dedos, dando un total la regla de 48,1 cm de longitud. (Fig. 18)

De entre las escuadras (*normae*), muy conocidas para la construcción de edificios, queremos destacar aquellas que llevan una plomada colgando (*perpendicularum*) desde el vértice de 90°, con un eje que unen los brazos (*libella*) recordando a una letra A mayúscula (Fig. 19) que permite valorar en grados la inclinación de un plano con la vertical, profusamente representada en la iconografía como es el caso del mosaico de una casa de Pompeya (I, V, 2) (Fig. 20) expuesto en el *Museo Archeologico Nazionale di Napoli*.

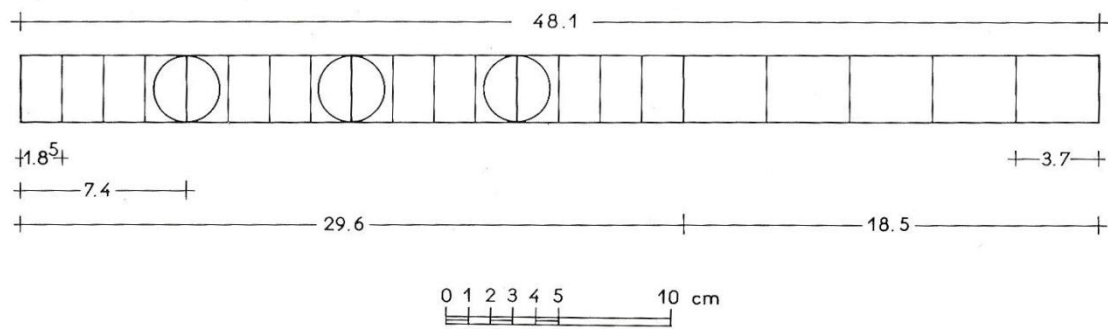


Fig. 18.- Regula de la estela funeraria de P. Celerios Amandus, carpintero naval de Ostia Antica representada con una gran precisión (Adam 1989: 43)

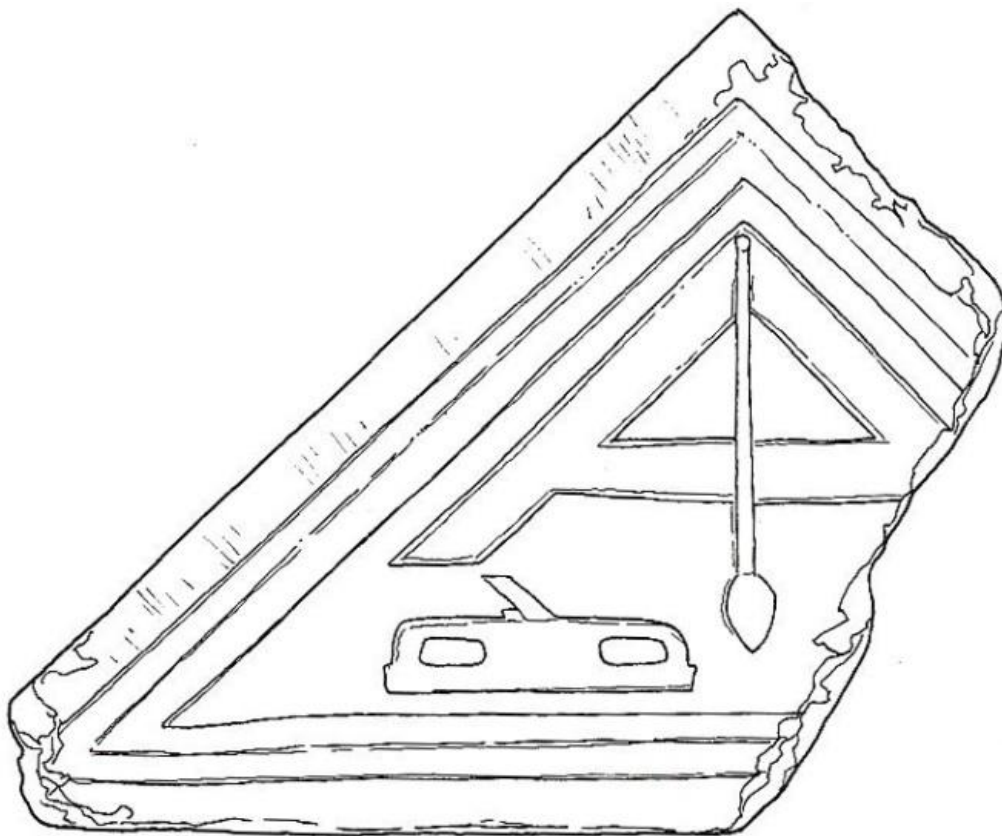


Fig. 19.- Estela de un carpintero con una escuadra con nivel y un cepillo de dos asas. Museo de la Civiltà Romana, sala LII relieve 62. (Adam 1989: 102).



Fig. 20.- Mosaico de la casa Bottega de Pompeya (I, 5, 2) con el tema filosófico helenístico dicho *Memento mori*, donde se puede observar la *livella*. Museo Archeologico Nazionale di Napoli (Foto: Flores)



Fig. 21.- A la derecha de la fotografía se observa un pequeño compás de proporción. Museo Archeologico Nazionale di Napoli (Foto: Flores)

El compás (*circinus*) es de gran utilidad no solo para dibujar círculos o partes de estos sino que a su vez permite el traslado repetido de una misma medida no necesariamente coincidente con un múltiplo o submúltiplo del pie. En época romana era conocido también el compás de proporción, que es el aparato formado por dos varillas articuladas cuyas patas terminan en punta en los extremos distales de cada una de las patas, siendo el punto de articulación desplazable a lo largo de una acanaladura de las varillas y no fijo como en un compás convencional. Al variar la posición del punto de articulación, se puede variar la proporción entre la medida tomada con unas puntas y las opuestas. Por ello tiene utilidad para pasar medidas a una determinada proporción, ya sea ampliando (p.e. estatuaria) o reduciendo¹⁶. Es de nuestro interés que para la construcción naval puede ser un sencillo método para, a partir de modelos tridimensionales a escala o partiendo de medidas escaladas en un soporte como el papiro, poder ayudar en la construcción naval. Al utilizarlos de manera constante se pueden pasar varias medidas a una determinada proporción, ya sea de ampliación o

¹⁶ El compás de ampliación o proporción romano es diferente del renacentista dicho de proporciones, que hacía unas funciones de cálculos matemáticos.

reducción; por eso también se le llama compás de reducción o compás de ampliación (Fig. 21).

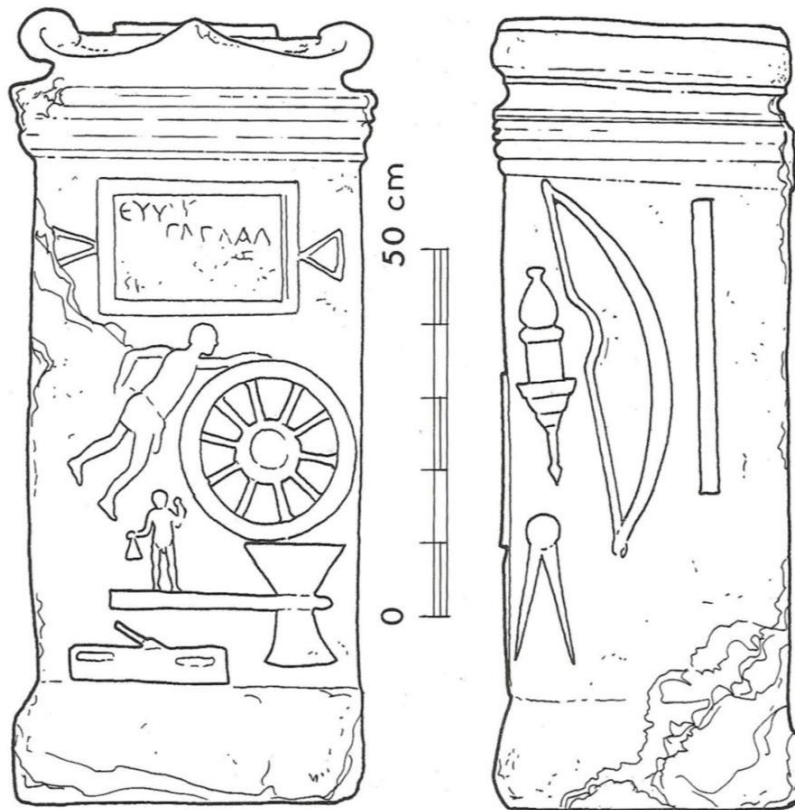


Fig. 22.- Estela de un carpintero que fabrica carros donde se distingue en la cara lateral un taladro arquero, un compás y una regla. Museo de Siracusa (Adam 1989: 103)

Por lo que hace referencia a las herramientas del carpintero naval, aun siendo un ejemplo anterior al periodo romano, el pecio de *Ma'agan Mikhael* (Israel, 450-425 a.C.), representa una buena panoplia (Udell 2003: 204-212) como son las doce herramientas para el trabajo de la madera aparecidas en una cesta y seis esparcidas por el casco, como son cinceles, punzones y hasta cinco taladros de arco o arqueros para perforar, aparte de los recambios de clavijas y espigas para el mantenimiento y reparaciones en el casco (por un marinero/carpintero), junto con dos mazos, escuadra, reglas y una plomada. Faltarían en este conjunto la azuela, la barrena, la sierra, el cepillo, la lima y el martillo de cabeza metálica (Ulrich 2007).

El único taladro arquero (Fig. 22) conocido de época romana apareció en el pecio de *Port Vendres 5* (Pomey *et al.* 1992: 3), (Fig. 23). Su punta de fricción cónica de la que no conocemos la disposición de la cuchilla que taladraría y extraería las virutas de madera, es necesaria para que las perforaciones que se realizan en las tracas de forro y espigas, donde se colocarán las clavijas, tengan este perfil. Al colocar las clavijas troncocónicas y facetadas a presión por golpe de mazo de madera, quedan bien fijadas en la perforación, para después cortar y cepillar los sobrantes por ambas caras del casco, si ello es posible.

Por lo que hace referencia a la madera para el aprovisionamiento de los astilleros, ésta era talada normalmente en invierno por la cantidad de savia que conserva

la madera (Adam 1989: 94) y transportada a los astilleros por la vía fluvial, para su almacenamiento y secado, lo que lleva a pensar que normalmente estas instalaciones estarían en zonas de ribera fluvio-marítima. La práctica de transporte de madera por vía fluvial desde los bosques del interior está bien documentada hasta la actualidad.

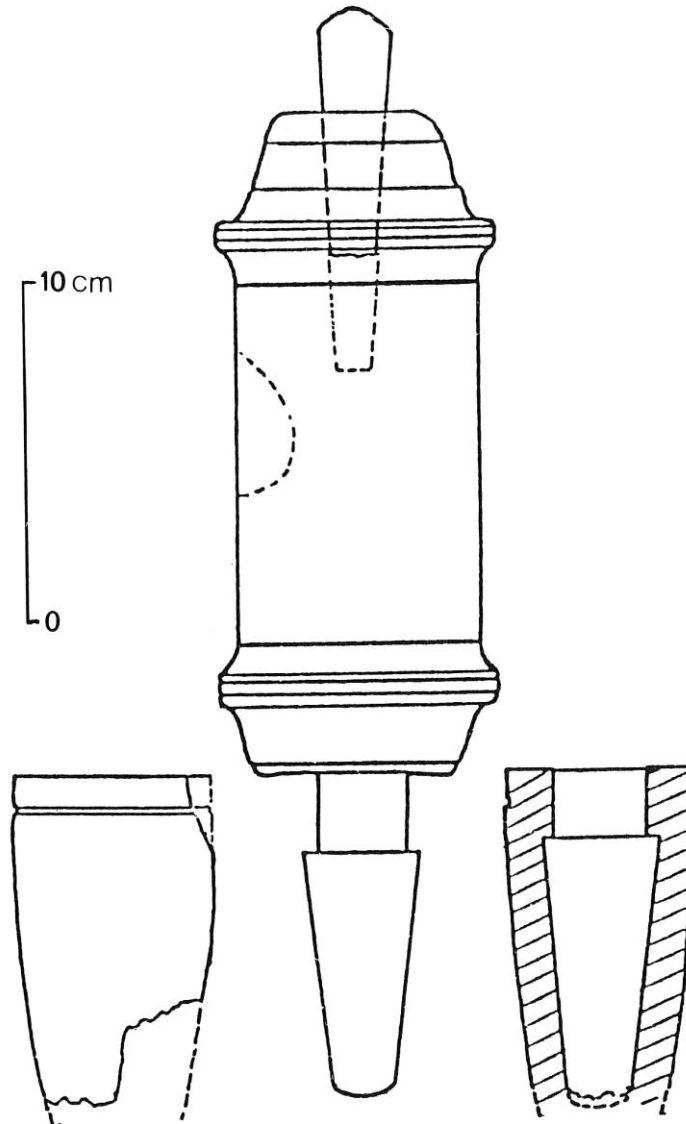


Fig. 23.- Dibujo de un taladro arquero de época romana aparecido en el pecio *Port Vendres 5* (pieza no identificada en la publicación) (Pomey *et al.* 1992: 3)



Fig. 24.- Abajo a la izquierda de la pintura mural, se ve a Ícaro, hijo de Dédalo, realizar en la cara lateral de una tabla colocada en una bancada, mortajas con un cincel y un mazo. A sus pies se distingue un taladro arquero y una azuela. Casa de los *Vetii*, Pompeya. (Panetta 2005: 365)

3. EPICENTROS DE COMERCIO, RUTAS MARÍTIMAS Y ARQUITECTURA NAVAL. CONTEXTO HISTÓRICO

Como es conocido, el comercio por vía marítima requiere de unos medios técnicos y humanos específicos para poder realizarse. Los puertos, a parte de su papel fundamental de protección de las naves, son el enclave físico donde se produce la entrada y salida de productos, su almacenamiento, su redistribución, su compraventa. Son los grandes mercados marítimos donde se acumula la riqueza y por ello es el lugar donde en principio debió de existir un mayor dinamismo para sentar acuerdos comerciales. La posibilidad de poder vender productos a un precio, que descontando la adquisición y el transporte, proporcione beneficios (regla básica del comercio marítimo), dinamizó la economía y los puertos¹⁷ de la Antigüedad. El barco, de manera subsidiaria pero fundamental, es la máquina que posibilita que toda esta actividad económica pueda realizarse. En ella se deposita la tecnología más avanzada y contrastada de su momento histórico. El barco ha llegado a ser definido como una máquina compleja y funcional, dado que ha de desenvolverse en dos medios físicos diferentes sufriendo fuerzas mecánicas antagonistas (Muckelroy 1978: 215-225; Pomey, Rieth 2005: 13-41; Pomey 2010: 132).

En la organización del comercio marítimo en la Antigüedad, acaban por definirse unas rutas principales o preferentes según periodos cronológicos. Se basan en el apriorismo de que un viaje de ida comporta necesariamente uno de vuelta y es ruinoso desde un punto de vista económico y peligroso desde el punto de vista técnico,

¹⁷ Por lo que hace referencia a los términos latinos de *portus* y *statio*, (Rouge 1966: 117) podemos establecer una diferencia básica, para nosotros fundamental, de cara a jerarquizar los yacimientos arqueológicos subacuáticos de corte portuario (fondeaderos, diques, muelles y otras estructuras), adscribiéndolos al término latino de *portus* o *statio*. Servio en sus comentarios sobre la Eneida define *statio* como *el lugar donde las naves permanecen un tiempo, portus donde hibernan* (*Ad Aen.* II, 23). Desde nuestro punto de vista, en la *statio* (*Dig.* XLIII, 12, 1, 13), las naves se refugian, hacen parada técnica o participan de operaciones comerciales y entendemos que todo ello tiene lugar en un espacio físico que podría cumplir con la descripción que da Vitruvio (*De Arch.* V, XII). Pero el *portus*, además de todo ello, tiene la posibilidad del hibernado de barcos durante el *mare clausum*, según Servio e Isidoro de Sevilla (*Etym.* XIV, 8). Se trataría de enclaves náuticos, igualmente acordes con la descripción hecha por Vitruvio, pero de un rango e importancia superior a la de *statio*, ya que dispondrían de un espacio en seco, medios técnicos, humanos y organizativos, que permiten sacar naves del agua y realizar su mantenimiento y reparaciones. Para Ulpiano (*Dig.* L. 26, 59) no existe diferencia entre los referidos términos, en tanto en cuanto que en ambos enclaves hay entrada y salida de mercancías, pero cuando se refiere al *angiportus* (puerto no completamente cerrado) parece entenderse que su sinónimo es *statio*. Tendríamos pues en *statio* y *portus*, dos afecciones que se pueden corresponder con nuestro término actual de puerto, pero con matices que diferencian dos rangos jerárquicos de infraestructuras portuarias/enclave habitado.

hacer ese viaje de vuelta sin carga¹⁸. El beneficio económico de la actividad comercial fue poco a poco estableciendo unas reglas de funcionamiento, que como si de un mecanismo se tratase, excluyó de las principales rutas navales a las zonas geográficas en las que no existía un producto apreciable comercialmente (Nieto 2004: 18).

Este comercio marítimo sistematizado requirió de manera igualmente organizada armadores que proveyesen los barcos necesarios para poder realizar la actividad comercial. Un *naucleros* o *navicularius*, que puede ser igualmente el mismo comerciante (Rougé 1966: 233), en determinados momentos de su actividad necesitará astilleros que le construyan la nave o naves necesarias para poder realizar las operaciones comerciales que le reporten beneficios, siempre y cuando no haya podido encontrar en el mercado barcos ya construidos y económicamente ventajosos. Dentro de este discurso elemental, queremos poner en relación: situación geográfica de los epicentros comerciales principales y secundarios (ciudades portuarias), rutas marítimas preferentes, posible ubicación de los astilleros y la arquitectura de las naves que principalmente son protagonistas del referido transporte¹⁹. ¿Hasta qué punto la generalidad de los barcos que participan de un comercio y/o ruta naval con un espacio geográfico concreto podrían tener rasgos arquitecturales semejantes? Si ello fuese así, ¿es debido a que han sido construidos en astilleros situados en el ámbito de influencia económica y cultural de las ciudades portuarias relacionadas con este comercio?

La organización del comercio marítimo en el Mediterráneo occidental y en concreto en la Península Ibérica, desde la llegada de los griegos y con anterioridad al periodo helenístico, según se desprende del plomo hallado en Empúries²⁰ (Sanmartí, Santiago 1985) datado a finales del s. VI a.C., no parece basada en un modelo de aventureros que viajan de puerto en puerto en ruta circular, vendiendo y comprando mercancías; presenta en cambio un escenario donde el comerciante no arriesga ni su barco, ni su capital (Nieto 2004: 21). Texto de características semejantes al que nos hemos referido es el del plomo de *Pech-Mahó* (Lejeune, Pouilloux 1988) y que hace pensar en una organización del comercio “moderna”, preestablecida y/o pactada y que podría abarcar para estos casos, desde el Golfo de Valencia (con el yacimiento de *Arse*) hasta *Massalia* y quizás incluso, Etruria²¹.

¹⁸ Lo cual obliga a embarcar un lastre, (piedras y/o arena) sin valor económico y con coste añadido.

¹⁹ Construidas según un saber consuetudinario.

²⁰ Se describe cómo un comerciante de Massalia (epicentro comercial) se dirige a un subordinado en Empúries, para que entre en contacto con un mercader de *saigantheo*. Le propone enviarle un cargamento y le especifica cómo se repartirán los beneficios.

²¹ Queremos señalar que en la Antigüedad hay más comercio que el del vino, aceite y salazones, bien documentado por la arqueología subacuática, pero que presenta la imposibilidad de detectar un tráfico

En la carta de Empúries²², interpretamos además una participación de los iberos²³ en lo náutico con una estrecha relación con los griegos occidentales que navegan por las cotas del Levante peninsular. Este argumento puede ser sustentado en el plomo empuritano, donde se describe entre otras cosas el asunto del remolque de un barco. ¿Cómo se remolca un barco? ¿Y por qué hay que remolcar un barco? Desde una visión náutica o marinera las respuestas a estas cuestiones son simples: un barco únicamente se puede remolcar por otro u otros que no tengan problemas en su propulsión, sea a vela o a remo, si bien en el segundo caso las maniobras son mucho más sencillas. El porqué del remolque implica a su vez varias respuestas: 1.- Porque el barco tiene un problema estructural o de propulsión y hay que llevarlo al puerto/astillero más próximo, desde donde esté fondeado con problemas. 2.- Para hacerle remontar un río. 3.- Para introducirlo/sacarlo de una zona lagunar o deltaica, donde es necesario guiarlo exactamente por un "camino" preciso y que varía o se "mueve" periódicamente y no encallar en las lenguas de arena.

Producto/envase transportado en el último viaje, cerámica de a bordo (de la tripulación) en el momento del naufragio, ruta de comercio, modelo de comercio²⁴ y arquitectura naval, podrían tener una relación más estrecha por cuestiones culturales de lo valorado hasta ahora. Sería pues una posibilidad a contemplar, si bien en su justa medida y nunca como un axioma²⁵. La arqueología muestra que el producto por

comercial que no deja rastros arqueológicos como puede ser el caso de los cereales o leguminosas, la miel o el queso, la lana o tejidos, los animales, las pieles o los esclavos (Nieto 2004: 20).

²²El texto conservado dice así: [...] *de forma que estés en Saígantha, y si [...] con los emporitanos, pero no con los de fuera (¿) [...] no menos de veinte, y vino no menos de diez [...] que lo ha comprado el saigantheo Basped... [...] (un barco) adecuado para la navegación costera incluso hasta [...] qué es lo que hay que hacer [...] y pide a Basped... que te remolque [...] preguntar si hay alguien para remolcar hasta [...] el nuestro. Y, si hubiese dos, que los envíe a los dos [...] pero que el (responsable?) sea él. Y si él mismo quisiera [...] que vaya a medias. Pero, si no (está de acuerdo?) [...] que ... y que me comunique por carta por cuánto [...] lo más pronto que pueda [...]. (Esas) son mis instrucciones. Salud.* Extraído de Aranegui, Vives 2006: 98.

²³ Si damos por sentado que el nombre Baspendas se refiere a un ibero, entonces podemos afirmar que este personaje es propietario de un barco de comercio o de función mixta (pesca-comercio) y con propulsión a remos o mixta (son verdaderas embarcaciones con puntos fijos de apoyo para los remos y no rudimentarias barcas fluvio-lagunares propulsadas por simples palas). Baspendas organiza a un grupo humano estable, marineros conocedores del medio físico costero, que son los que reman. A su vez Baspendas dispondría de contactos con carpinteros de ribera quienes realizarían algún tipo de mantenimiento periódico de la "máquina"... Sin duda era una figura local en la que se deposita confianza, bien pudiera ser por su buen hacer en el mar.

²⁴ Cargamento principal y secundario. Cargamento homogéneo o heterogéneo. Ruta de puerto principal a puerto principal o comercio de redistribución...

²⁵ Opinamos que el apego cultural a las propias tradiciones náuticas, casi de manera religiosa (Pomey 2010: 131), podría convertir nuestra hipótesis en una posibilidad a valorar, pero nunca de manera tajante como si de una ecuación se tratase, en contraposición al modelo de comercio marítimo aceptado donde

excelencia comercializado por vía marítima hasta básicamente el cambio de Era fue el vino²⁶, si bien aceite, salazones y fundamentalmente el trigo²⁷, tuvieron también su cuota de mercado, aumentando este último exponencialmente en la época imperial.

En la comercialización del vino desde finales del s. V a.C. en las que muchas ciudades griegas del sur de Italia y púnicas de Sicilia (Carandini 1989: 509) producen excedentes para la exportación, quizás se pueda poner en relación la arquitectura naval de los barcos que participan de esta exportación, las rutas, el paleopaisaje, productos de retorno y los epicentros comerciales. Esta actividad exportadora del vino envasado en ánforas, no se detendrá con la conquista de la Magna Grecia y Sicilia por Roma entre mitad y finales del s. III a.C., sino que se verá reafirmada con posterioridad por la consolidación del *ager* itálico con un modo de explotación esclavista con mano de obra abundante y barata, gracias a las campañas romanas de conquista en Oriente (Carandini, 1989: 510; Pérez Ballester²⁸ 2004: 23). Por otra parte, la llegada de cereal del granero siciliano o de Cerdeña tras los avatares bélicos, permitió dedicar la tierra al económicamente rentable cultivo de la vid, sobre todo en la Italia meridional.

En época republicana, este fenómeno señalado fue coincidente con otros, como fueron el abandono progresivo del campo por los pequeños propietarios que se desplazaron a las ciudades, muchas de ellas *coloniae* de reciente creación, los cambios en los hábitos alimentarios con el consumo abundante de vino para acompañar el pan de trigo y como más destacado, la demanda de éste por poblaciones ajenas a la propia Península Itálica. Por un lado, aumentó enormemente la demanda de vino por el consumo de las legiones, que lo tomaban aparte de la *posca* (Tchernia 1986: 15-16) a la vez que la población de origen y costumbres itálicas desplazada a las provincias por motivos administrativos demandaban productos propios de su cultura, aumentándose por diversos factores el consumo de las propias poblaciones indígenas (Carandini, 1989: 511). Este vino itálico era envasado en ánforas y estibado en naves para su comercialización. Tchernia (1986: 85-86) ha calculado que a la Galia meridional llegó entre mediados del s. II a.C. y mediados del s. I a.C. una cantidad de vino anual procedente de Campania, Apulia, Lacio y Etruria, de 60.000 hl de vino, lo que supone un total de 55-65 millones de ánforas, que transportadas en barcos con una media de 2.000 unidades estibadas²⁹, da el sorprendente resultado de un mínimo 275 transportes

constructor naval-armador-comerciante-producto comercializado-marineros y ruta pueden ser completamente independientes y tener diversos orígenes étnicos y culturales.

²⁶ El comercio marítimo de esclavos se considera que tuvo gran relevancia, si bien no deja huella en el registro arqueológico.

²⁷ Que igualmente no deja prácticamente rastro arqueológico.

²⁸ Encontramos una buena síntesis del estado de la cuestión en Pérez Ballester 2004.

²⁹ Como podría ser el caso del *Chrétienne A*

marítimos anuales, es decir 22-23 conexiones entre la Península Itálica y la Galia al mes³⁰. ¿Se puede poner en relación la arquitectura naval de estos barcos que en su último viaje transportaban ánforas Dr. 1 y los epicentros del comercio del vino itálico?, ¿constituyen homogéneamente una *familia arquitectural* republicana?, ¿existe una o varias *firmas arquitecturales* (Cuadro sinóptico 1) de origen itálico que participan de este transporte? O por el contrario ¿no existe ninguna regla y la demanda de barcos por los *naviculari* para cumplir con este elevado transporte atrajo a naves construidas en diversas zonas mediterráneas?

Entre la mitad del s. II y la mitad del s. I a.C. se produce un proceso en la Península Itálica, por el que se amplía el monocultivo de la vid y el olivo, pero que paradójicamente finaliza con la decadencia de la producción extensiva (Carandini 1989: 511; Pérez Ballester 2004: 27). A mediados del s. I a.C., el envase característico de la exportación del vino itálico, el ánfora Dr. 1, poco a poco va perdiendo presencia en las costas mediterráneas occidentales, para dejar de fabricarse entre el 30 y 10 a.C. En los mismos talleres campanos, desde el 50 a.C. se empiezan a fabricar las ánforas Dr. 2-4, con la misma pasta con desgrasante volcánico y que imitaba a su vez un envase del Mediterráneo Oriental, de la isla de Cos (Tchernia 1986: 134-136). Estos talleres no fabricarán nunca el nuevo tipo anfórico con la profusión con la que anteriormente se produjo las Dr. 1.

En Italia se ha producido una crisis del sistema de producción esclavista y de los *fundi* de la “villa varroniana”. Desastres puntuales pero importantes en los viñedos campanos, el auge de las producciones del Adriático norte y sobre todo el aumento de las poblaciones urbanas, como la misma Roma, que demandan abundante vino común y económico³¹, condicionó un desplazamiento de los centros de producción hacia las provincias, con viñedos ahora competitivos en el mercado (poca calidad, alta producción y económicos) que se mantienen por un sistema esclavista y que son propiedad en muchos casos de élites itálicas senatoriales³². Estos vinos transportados por vía marítima desde la *Ulterior/Baetica* y *Citerior/Tarraconensis* inicialmente y desde la *Galia Narbonensis* con posterioridad, ahora los nuevos epicentros comerciales dependientes, llegan a la gran ciudad de Roma incluso antes que los adriáticos (Carandini 1989: 513; Pérez Ballester 2004: 27). ¿Existe una *firma arquitectural* propia

³⁰ Dando por hecho una navegación ininterrumpida durante el año con *Mare clausum*, hecho que no se cumpliría, concentrándose el transporte marítimo en el periodo estival.

³¹ Hasta casi dos millones de hectólitros al año, según Carandini (1989: 512). Compárese este valor, aunque sea como una referencia por el expresado por Tchernia (1986: 85-86) para el transporte de vino a la Galia meridional en la época republicana.

³² Lo que pondría de manifiesto que la jerarquización de este comercio deja a las provincias como dependientes y secundarias de los comerciantes de la Península Itálica.

de la tarraconense o la narbonense relacionada con esta exportación (Cuadro sinóptico 1)? ¿O participan de esta importación barcos construidos principalmente en el ámbito geográfico de los *navicularii* italianos? ¿Influye en la arquitectura naval el paleopaisaje costero de las nuevas zonas proveedoras como son la *Tarraconensis* o la *Baetica*?

En Hispania, tras las guerras civiles, con Augusto se acelera una ordenación del territorio mediante la concesión de estatutos coloniales y municipales a numerosos núcleos urbanos. Está demostrado que la producción de vino a gran escala se inicia en las tierras ibéricas de la *Laietania* donde encontramos una explotación intensiva del *ager* con numerosas *villae rusticae* en donde se elaboran vinos hispanos desde la década del 50/40 a.C. envasado en ánforas tarraconenses *Laietania 1* y *Pascual 1* y más tarde en Dr. 2-4 que imitan formalmente a las itálicas (Pérez Ballester 2009: 562). Hacia el cambio de Era se iniciará la producción masiva del vino en la *Tarraconensis*.

Los procesos económicos por los que la Italia septentrional, la Península Ibérica e incluso la Galia meridional se convierten ahora en el centro económico del Principado³³ (Carandini 1989: 514) se precipitan tras las campañas de Pompeyo³⁴ en Oriente y las de César en Occidente. Con la llegada de Augusto al poder, Roma dispone ahora de un amplísimo espacio por organizar. A juicio de Remesal³⁵ (1995: 356), Augusto aplicó una política mediterránea basada en un equilibrio geopolítico en el que para poder mantener el sistema de poder imperial, debía dar privilegios romanos a las provincias como política exterior y satisfacer las necesidades de la *plebs*, como política interior. El emperador era exponente de toda una mentalidad, en el sentido de que Roma (la ciudad y sus habitantes) eran los conquistadores del entorno mediterráneo y que a ellos y solo a ellos, les correspondía el derecho de disfrutar de los recursos de los terrenos conquistados, consistentes en productos agrícolas, artesanales, recursos mineros así como hombres para un ejército que debía sustentar el *status quo*.

Según nuestra visión, el privilegio del *Populus Romanus* de disfrutar de estos recursos debió tener consecuencias muy importantes en la marina mercante, ya que desde este período, la redistribución de alimentos por parte del Estado creó las condiciones necesarias para el desarrollo del transporte marítimo a gran escala con destino preferente la metrópoli (Pomey *et al.* 1997: 116; Rougé 1966: 419), a la vez que

³³ Pasando la Italia central a ser secundaria en sentido económico, pero ejerciendo el poder político, también en el comercio.

³⁴ La erradicación de la piratería, que parecía endémica en el Mediterráneo occidental, favorecerá la seguridad marítima.

³⁵ Para todo este epígrafe consideramos fundamental el trabajo de síntesis de Remesal de 1995.

las provincias culminaban procesos para convertirse en epicentros comerciales, con mercados consumidores de productos, muchas veces de lujo para las elites provinciales.

La *Praefectura annonae*, fue más allá de la recolección del trigo para las *frumentationes*, sistematizando el suministro de productos *annonarios*, que son todos aquellos susceptibles de ser necesitados por el Estado en grandes cantidades y de modo continuo, ya sean productos alimenticios o manufacturados (Remesal 1995). La continua demanda de la Roma imperial favoreció y creó nuevas corrientes definidas de comercio, muchas de ellas aparentemente unidireccionales para la arqueología, incluyéndose las que proveían el abastecimiento de los ejércitos en los *límites* a través del eje del Ródano³⁶ (Blázquez 1992). Era necesario disponer de una ingente cantidad de barcos para poder cumplir con tal cometido. La sistematización desarrollada por Augusto para asegurar el suministro de alimentos a la ciudadanía de Roma y a su ejército, sufrirá numerosas variaciones y evoluciones a lo largo de la etapa imperial, dentro de un control intervencionista del Estado, para asegurarse el suministro de alimentos a la población, todo ello sin dejar de lado el comercio privado con el transporte de productos hacia los puertos de Roma y Nápoles.

Con Claudio se estructura de manera compleja la *annona* estatal, ya con compras de aceite evidentes desde los Flavios (García Vargas, Bernal 2008: 678). *Negotiatori* y *navicularii*, con privilegios del emperador, acabarán poseyendo verdaderas empresas de transporte marítimo dedicadas en parte a la *annona*³⁷, pero con el beneficio económico limitado por el Estado ya que éste ejercía un control total sobre mercado y precios, obligando a revertir los pujantes beneficios que obtienen de un comercio fijo y asegurado con el poder, en sus propios bienes de uso (*Dig.* 6, 6, 8), con la adquisición de nuevos barcos para dedicarlos al transporte de alimentos. De esta manera el poder imperial ejercía así un control indirecto sobre las flotas, favoreciendo la renovación de la marina mercante (Juan Fuertes 2009). Según se desprende de los cálculos realizados por Tchernia sobre el monte Testaccio (Pomey *et al.* 1997: 121) (Fig. 25), en torno a cincuenta millones de ánforas conforman el monte. ¿Hay relación entre la arquitectura naval de los barcos que abastecían a Roma con productos de la Bética y los epicentros provinciales de este comercio *annonario*?, ¿se proveen los *navicularii* itálicos principalmente de barcos construidos en su entorno geográfico?

³⁶ La numerosa bibliografía que trata la cuestión no es posible resumirla aquí. *Cfr.* García Vargas, Bernal 2008: 667

³⁷ Éstos no necesariamente se dedicaban en exclusividad a la *annona*. El comercio privado fue siempre la actividad por excelencia.

3.1. PROPONIENDO CUESTIONES

En el anterior epígrafe hemos ido planteando una serie de cuestiones que sintetizamos a continuación. Son precisamente estas cuestiones sobre la relación entre la arquitectura naval, las rutas de comercio/productos preferentes y las *firmas arquitecturales* las que deseamos que nuestro trabajo sobre la arqueología naval antigua nos permita clarificar:

- ¿Hasta qué punto la generalidad de los barcos que participan de un comercio y/o ruta naval, con un espacio geográfico concreto, podrían tener rasgos arquitecturales semejantes? ¿Es ello debido a que han sido construidos en astilleros situados en el ámbito de influencia cultural/económica de las ciudades portuarias relacionadas con este comercio?
- ¿Se puede poner en relación la arquitectura naval de los barcos que en su último viaje transportaban ánforas Dr. 1 y los epicentros del comercio del vino itálico? ¿Constituyen homogéneamente una *familia arquitectural* republicana? ¿Existe una o varias *firmas arquitecturales* de origen itálico que participan de este transporte?
- ¿La demanda de barcos por los *naviculari* para cumplir con el elevado transporte demandado, atrajo a naves construidas en diversas zonas mediterráneas?
- ¿Existe una *firma arquitectural* propia de la Tarraconense o de la Narbonense relacionada con la exportación de sus productos? ¿O participan como importadores barcos construidos principalmente en el ámbito geográfico de los *navicularii* italianos?
- ¿Influye en la arquitectura naval el paleopaisaje costero de las nuevas zonas proveedoras como son la Tarraconensis o la Bética?
- ¿Hay relación entre la arquitectura naval de los barcos que abastecían a Roma con productos de la Bética y los epicentros provinciales de este comercio *annonario*?

El desarrollo de la investigación nos permitirá responder a todas estas cuestiones en el Bloque IV-Resultados. De manera más sintética quedarán contestadas en las Conclusiones de nuestro trabajo



Fig. 25.- Limpieza en una de las laderas del monte Testaccio donde se observan las panzas de las ánforas Dr.20 perfectamente colocadas por pisos. (Foto. Autor)

4. LA CONCEPCIÓN Y LA CONSTRUCCIÓN DEL BARCO EN LA ANTIGÜEDAD

Las investigaciones de Leroi-Gourhan sobre la tecnología prehistórica, seguidas por las de los antropólogos Cresswell y Lemonnier permitieron definir el concepto de la cadena operatoria, descomponible en una serie “fases, operaciones, actos y gestos” (Pomey, Rieth 2005: 20) que permiten sistematizar y analizar una técnica y una tecnología. En la arqueología naval el análisis de la referida tecnología, entendida como el conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico, lleva a sistematizar las fases principales en las que se divide la creación de una nave, la *concepción o diseño* y la *realización o construcción*.

La fase de la *concepción* se subdivide a su vez en una serie de operaciones secundarias, pero claves, que llevan al desarrollo de proyecto arquitectural, que deberá atender en inicio a los recursos económicos de los que se dispone para la construcción de la embarcación y en un segundo estadio a la función, propulsión, gobierno, *espacio náutico* y dotación. La concepción de la estructura de la nave, es decir aquella que soportará en mayor medida los esfuerzos mecánicos multidireccionales que sufren las embarcaciones en el agua, podrá basarse en una estructura portante constituida por el casco o por las cuadernas. La concepción de las formas o líneas de agua estaba basada mayoritariamente en el saber consuetudinario del artesanado que construía las naves, donde el *principio de concepción* define la manera (teórica) por la que las piezas que constituirán la estructura portante de la nave se unirán siguiendo una secuencia precisa. La segunda fase de esta cadena operatoria es la construcción de la nave (Pomey 2009a: 338), aplicando el desarrollo teórico previo al que nos hemos referido (*Vid. supra*).

Pocas veces nos paramos a pensar que el barco es el elemento tecnológico, la máquina, sobre la que se sustenta toda la historia del comercio marítimo y, por ende, la de los intercambios e influencias culturales realizadas por la vía de comunicación más rápida en la antigüedad. La evolución, características y tipología de las naves, están en cierta manera condicionadas por el contexto socioeconómico que se ha dado en cada periodo de la Historia y un saber consuetudinario contemporáneo, en los que la concepción de la arquitectura de la nave buscaba dar respuestas a una problemática concreta, comercial, pesquera o militar, dentro de un proceso evolutivo de la arquitectura naval antigua, lento y carente de revoluciones tecnológicas. En cada contexto socioeconómico y *espacio náutico* concreto, los volúmenes totales de comercio marítimo condicionaron en gran manera, no solo el desarrollo y características de las infraestructuras portuarias, sino también la arquitectura de las naves que iban a

ser protagonistas de ese transporte, dentro de un sistema complejo de relaciones comerciales. El *proyecto de arquitectura naval*³⁸ (Fig. 27) que contempla la función de la nave, su sistema de propulsión, gobierno, sus dimensiones, porte, medio de navegación, etc. (Pomey 2009a: 338), viene a dar soluciones a problemáticas y necesidades que son específicas en su contexto histórico y económico.

Para los constructores navales de la antigüedad, el barco tenía una concepción “alargada y a forro” por lo que las medidas y las formas de la nave respondían a una visión “longitudinal” determinada por la carpintería axial (quilla, tracas de aparadura, carlinga, palmejar, etc.) y “a forro” puesto que el papel de estructura portante reposaba en el casco³⁹.

Por ello, para la construcción de la nave se partía de la quilla*, como principal elemento de la carpintería axial⁴⁰, a la que se le unían la roda* y el codaste* mediante empalmes de carpintería denominados rayos de Júpiter* (Fig. 26), y se unían a continuación las tracas de aparadura*, las segundas tracas* y así sucesivamente, creándose las líneas del casco mediante tensores, torniquetes y fuego, siendo las cuadernas colocadas con posterioridad. La concepción longitudinal y el método de construcción a *casco primero* no significaban que durante el proceso de ensamblaje de las tracas de forro, no existiesen fases de control y consolidación de las líneas de agua del casco gracias a la ayuda de las cuadernas aunque su papel nunca era el de crear estructura para el barco.

³⁸ Para Pomey, la figura del arquitecto naval debería existir sin duda, aunque únicamente para los buques de gran porte (1973: 505), como las quinqueremes, trirremes y los grandes veleros de comercio del s. III a.C. en contraposición a “*petites embarcations très diverses, caboteurs, barques de pêche et les petits canots...sans qu’il y ait de plan préétabli*” (Pomey 1973: 506). Basa su argumento en una comedia de Plauto (*Mil. Glor.* 915) que dice “...cuando se tiene un buen arquitecto y ha colocado una carena bien dibujada, entonces es fácil construir el barco...”. En nuestro trabajo, al observar el conjunto sólido que representa la carpintería longitudinal con la quilla, roda, codaste y tracas de aparadura hemos llegado a valorar que la *carena* (no existe equivalente latino de los elementos citados con anterioridad) sea realmente este conjunto de piezas. La inexistencia de planos en el sentido moderno para la construcción naval hasta bien entrada la época moderna nos lleva a preguntarnos cómo se pudo hacer en época antigua.

³⁹ Los análisis efectuados dentro de un programa de investigación sobre la dendromorfología y la preselección de las maderas: en el casco se utilizan siempre maderas de una mayor calidad frente a la carpintería transversal que llegan incluso en algunos casos a ser maderas mediocres (Pomey 1998: 52)

⁴⁰ *Cfr.* Nieto 1984, pp. 135-146, Vocabulario de términos náuticos.

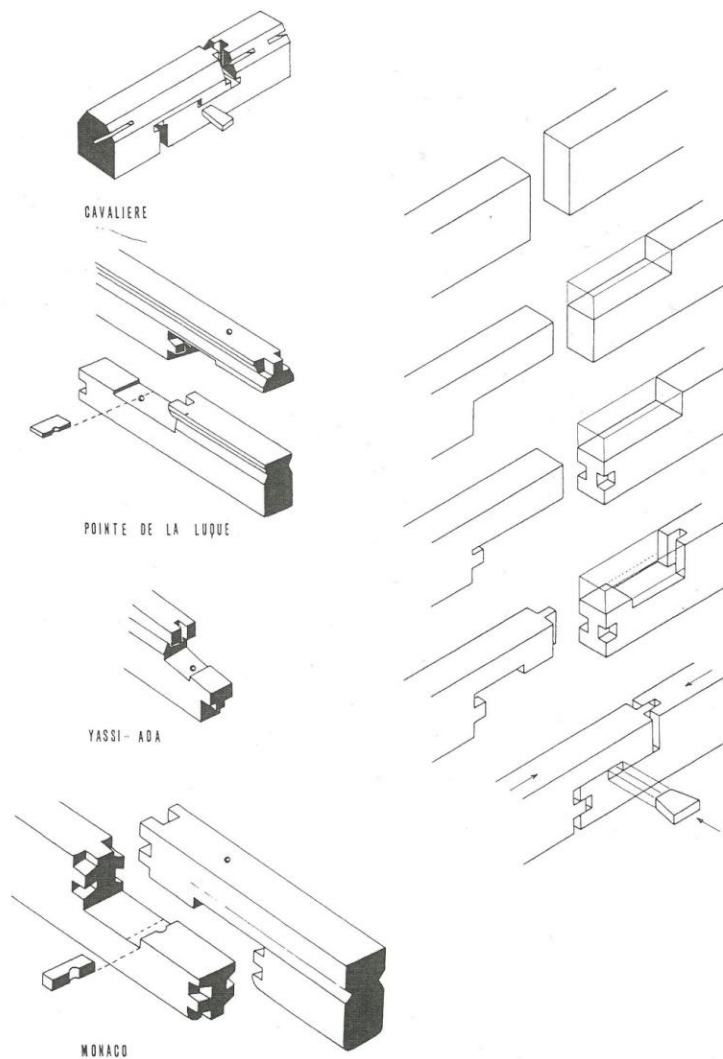


Fig. 26.- Varios ejemplos de rayos de Júpiter para la unión de la quilla con la roda y/o codaste en los pecios de *Cavalière*, *Pointe de la Luque*, *Yassi Ada* y *Mónaco* (Dell’Amico 2002)

En ciertos casos ya en época imperial se han documentado *cuadernas activas* (p.e. *La Bourse*, Vid. *infra p.440*) concepto definido por Basch (1972) para referirse a aquellas cuadernas que durante el proceso de construcción del casco eran colocadas con anterioridad a muchas tracas de forro y que revelan un avance en el proceso de armado y una predilección por unas determinadas líneas del agua del barco, si bien no hay

variaciones en el estadio mental⁴¹ de la concepción de la nave, ya que no se altera el principio de concepción (Pomey 2009a: 339) hasta pasado el s. V d.C. Igualmente, este tipo de cuadernas eran partes de una carpintería transversal, secundaria en la estructura del casco (Fig. 28).

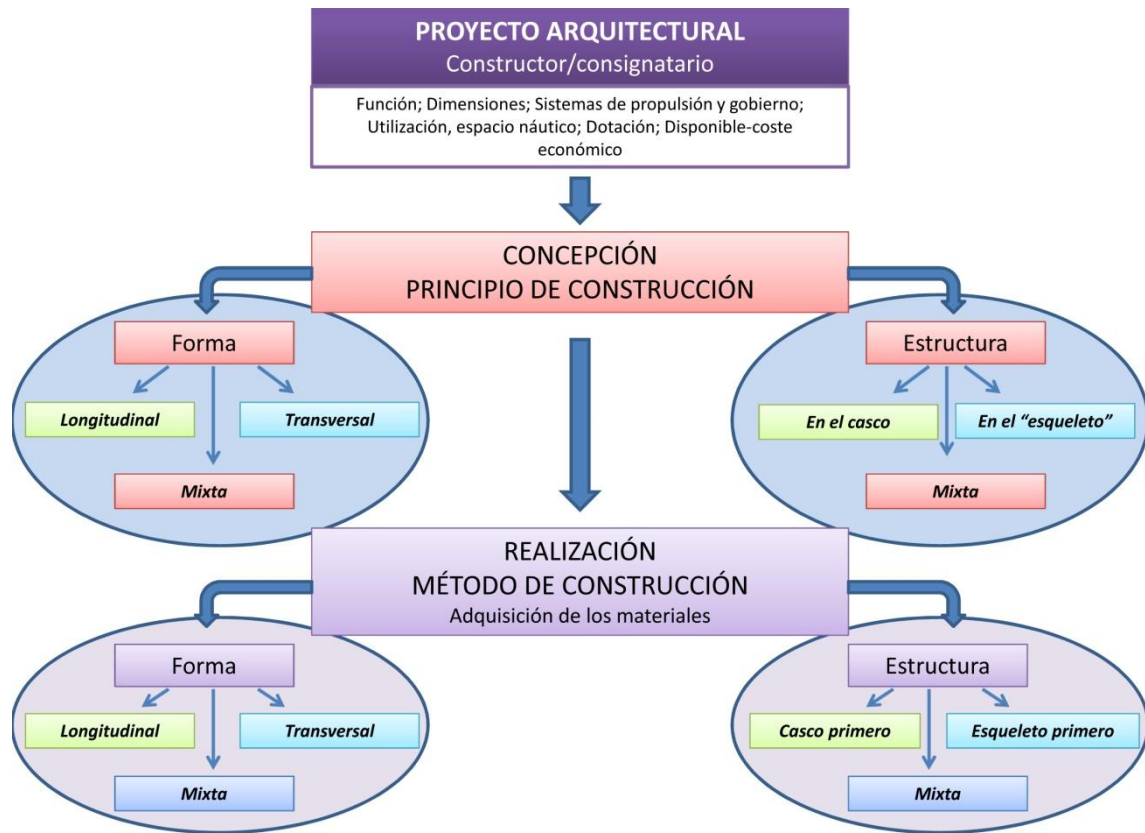


Fig. 27.- Esquema teórico del proceso de concepción y construcción naval (Autor a partir de Pomey 2009a: 338).

⁴¹ No son ningún tipo de estadio previo a la *construcción a esqueleto*, sino una simple manera de facilitar la reproducción de unas líneas de agua para un barco concebido y construido de manera longitudinal.



Fig. 28.- Unión de una traca con la roda en un barco de transporte construido a *casco primero* en Bangladesh, donde las cuadernas son secundarias en la estructura del barco, que reside en el casco. Obsérvese los tensores para dar las formas a las tablas (Greenhill, Morrison 1995: 41).

Será ya en época medieval cuando se produce una transformación lenta que lleva al cambio completo en la concepción y construcción del barco (Pomey *et al.* 2012). Ésta pasará a ser transversal, ya que la estructura principal de la nave la formará ahora la quilla con las cuadernas unidas a ella, a modo de un esqueleto, donde las tracas serán únicamente una envoltura estanca, con brea y estopa en las juntas. Este tipo de construcción fue definido por O. Hasslöf (1963) como *construcción a esqueleto* diferenciándola de la construcción a *casco primero*.

4.1. LA EVOLUCIÓN DE DOS MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN.

En la arquitectura naval mediterránea del s. VI a.C. encontramos que para una misma concepción longitudinal de las naves y una construcción a *casco primero*, existen dos métodos diferentes de ensamblaje de las tracas de forro, uno mediante cosidos y otro mediante espigas insertadas en mortajas y fijadas por clavijas, la *punicana coagmenta* que describió Catón (Fig. 10). La arqueología naval plasma como los barcos griegos arcaicos de finales del s. VI a.C. de *Massalia* estaban construidos mediante la unión de las tracas por un cosido con fibras vegetales, complementándose con la presencia de cabillas y espigas horizontales que ayudaban evitar movimientos de las tablas de forro durante la fase de construcción, así como en la posterior navegación. Las cuadernas, simples refuerzos a la estructura del casco, estaban también cosidas o atadas presentando una serie de rebajes de forma rectangular (semejantes a los imbornales*) en su cara inferior, coincidentes con las líneas de unión de las tracas, destinados a evitar rozamientos en los cosidos. El pecio del *Vieux-Port* de Marsella, el *Jules Verne 9* de finales del s. VI a.C. (Pomey 1998b: 148) es un ejemplo de este tipo

de embarcaciones cosidas de origen focense. Estaba destinada a la pesca y navegación costera, tenía un fondo redondeado y una eslora de 10 m. Este yacimiento tiene también relevancia para nosotros, ya que es en el primero en el que se documenta en un fragmento de cuaderna, interpretada como un posible barraganete* sin conexión estructural con el pecio, donde se atestigua la presencia de una técnica de unión de las cuadernas con el casco, denominada *ligaduras internas* (Fig. 29). Se trata de un atado mediante la realización de dos perforaciones separadas por algunos centímetros situadas en el eje longitudinal de la pieza⁴² (Marlier 2005: 171) (Fig. 30) coincidentes con dos perforaciones en la traca, técnica que encontraremos con profusión en un grupo de pecios del periodo de nuestro interés.

En un contexto cultural griego con una técnica idéntica de armado del casco por cosidos y enmarcados dentro de esta misma tradición de construcción naval jonia tenemos los siguientes pecios: *Giglio* (Toscana, Italia, 580 a.C.), *Pabuç Burnu* (Turquía, 570-560 a.C.), *Bon Porté 1* (Saint-Tropez, Francia, 540-510 a.C.), *Cala Sant Vicenç* (Mallorca, España, 530-500 a.C.) y *Jules Verne 9* (Marsella, Francia, 525-510 a.C.) (Cuadro sinóptico 3).

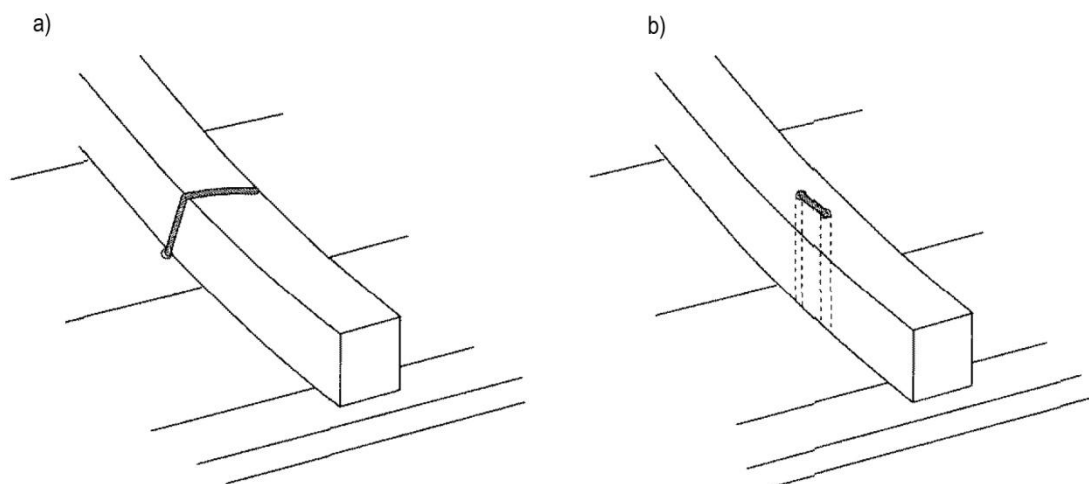


Fig. 29.- Representación esquemática de a) *ligaduras externas* para la unión de una cuaderna con el casco; b) *ligaduras internas*. (A partir de Marlier 2007: 19)

⁴² Estas perforaciones están unidas por una pequeña regata en la cara superior de la cuaderna para alojar la cuerda de unión. Una vez la pieza de la carpintería ha sido unida al casco, se colocan unas cabillas de fijación que bloquean y mejoran la unión y evitan el deshilachado del atado

El pecio de *Cala Sant Vicenç* de Mallorca es el ejemplo de esta construcción naval de tradición jonia más próximo a nuestras las costas (Nieto, Santos 2009) (Fig. 31). Se trata de un yacimiento que conserva la quilla y cuatro/cinco tracas de forro a ambos lados de ésta, correspondiente con la parte central de la nave, faltando los extremos de la proa* y la popa*. También conserva, aunque desplazadas de su posición original, algunas de las cuadernas. La quilla presentaba una zapata* de protección en su cara inferior unida a ésta mediante espigas y mortajas. La primera tabla de forro, la traca de aparadura, estaba unida a la quilla mediante cosido, sin que el eje axial presentase ningún rebaje o aletriz* para su encaje, por lo que el ángulo de salida de estas tablas daba lugar a un casco bastante redondeado.

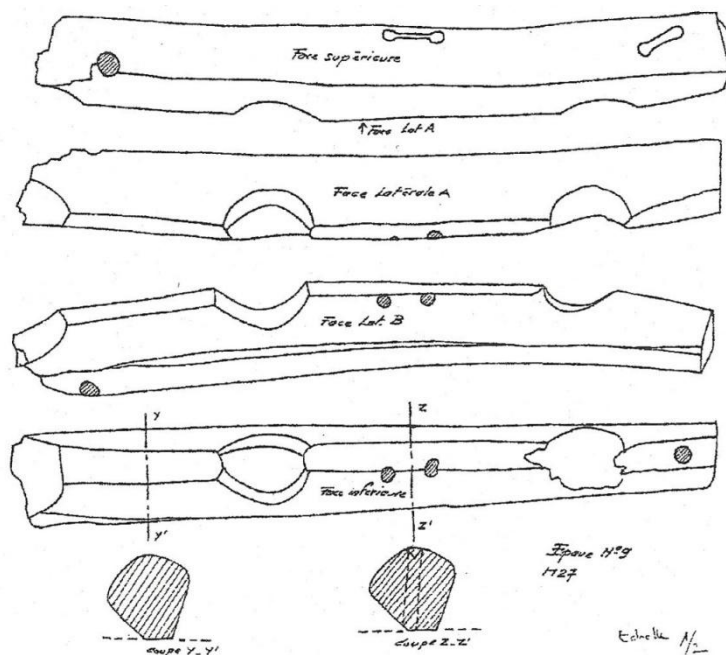


Fig. 30.- Dibujo de una pieza de la carpintería transversal del pecio *Jules Verne 9*. (Dibujo de Rival, CCJ-CNRS. No publicado. Extraído de la tesis doctoral de Marlier⁴³)

Con la misma técnica se unían entre sí el resto de tracas. Por lo que hace referencia al cosido, todas las tablas de forro presentan en ambos lados de su cara interior, con separaciones entre 2,5 y 3 cm una serie de oquedades realizadas con precisión con forma de tetraedro, de las que parte una perforación circular que sale al exterior del canto de la tabla. Una vez eran colocadas en su posición dos tracas de forro, se cubría la junta de unión entre ambas piezas con bandas de tela destinadas a evitar

⁴³ Queremos agradecer la ayuda prestada por Sabrina Marlier.

filtraciones, para a continuación pasar una cuerda de fino diámetro entre las mencionadas perforaciones, procediéndose al cosido de las tablas mediante varias lazadas consecutivas longitudinalmente. Los tetraedros tenían la función de marcar la dirección del cosido, que una vez realizado, se aseguraba y fijaba introduciendo clavijas de madera en las perforaciones, bloqueando un posible deshilachado y descosido.

Por último, todo el casco se cubrió con brea⁴⁴, para mejorar la estanqueidad y proteger la madera. La unión de la traca de aparadura con la quilla, se reforzó mediante una serie de cabillas* de unos 20 cm de longitud y un centímetro de diámetro, que a modo de “clavos” ayudaban a unir esta traca con el eje axial. En el canto de cada tabla, cada 20/25 centímetros existían unas mortajas de unos tres centímetros de anchura y siete de profundidad, que tenían como misión alojar media espiga de madera, cuya otra mitad se alojaba en otra mortaja de la tabla contigua. Este conjunto no era bloqueado por perforaciones verticales con clavijas. Respecto a las cuadernas del *Cala Sant Vicenç*, éstas tenían su sección transversal de forma trapezoidal. La cara superior con una anchura de 20 cm, era la superficie de un árbol sin desbistar (convexa) mientras que la cara inferior tenía una anchura reducida de 4 cm. Las cuadernas estaban igualmente unidas al casco mediante cosido con *ligaduras externas*, pasando la cuerda por la cara superior y por unas perforaciones en las tracas de forro, semejantes a las ya descritas. Presentaban en su cara inferior una serie de rebajes con forma de rectángulo o medio arco que eran coincidentes con la línea de unión entre las tracas forro, evitando rozamientos en una nave muy flexible, permitiendo así reparaciones del cosido con mayor facilidad. Algunas de las cuadernas, habían sido reutilizadas de otras embarcaciones.

El segundo sistema de ensamblaje de las tracas de forro en la Antigüedad y omnipresente en el periodo romano, es el conocido como espigas y mortajas (*punicana coagmenta*), documentado arqueológicamente desde el s. XIV a.C. en el pecio de *Uluburun* (Turquía) y que acabó siendo el hegemónico desde el s. IV a. C. hasta la Alta Edad Media. En este tipo de sistema, las tracas de forro se unen entre sí gracias a la presencia de mortajas (cajones) de las mismas dimensiones y equidistancia, realizados a lo largo del canto de todas las tracas, en las que se introducen espigas horizontales que

⁴⁴ **Brea:** sustancia viscosa de color rojo oscuro que se obtiene haciendo destilar al fuego la madera de varios árboles de la clase de las Coníferas. Se mezcla con pez, sebo y aceite de pescado, y se usa en caliente para calafatear y pintar las maderas y jarcias. **Pez:** Sustancia resinosa, sólida, lustrosa, quebradiza y de color pardo amarillento, que se obtiene echando en agua fría el residuo que deja la trementina al acabar de sacarle el aguarrás. **Trementina:** resina que se observa directamente fluyendo de pinos, jugo casi líquido, pegajoso, odorífero y de sabor picante, que fluye de los pinos, abetos, alerces y terebintos. **Aguarrás:** aceite volátil de trementina. **Colofonia:** Resina sólida, producto de la destilación de la trementina. (Del diccionario de la R.A.E.).

son fijadas por pequeñas clavijas verticales (Fig. 10), creándose una verdadera estructura interna, “invisible” de refuerzo longitudinal y transversal del casco (Vid. *supra* p.32).

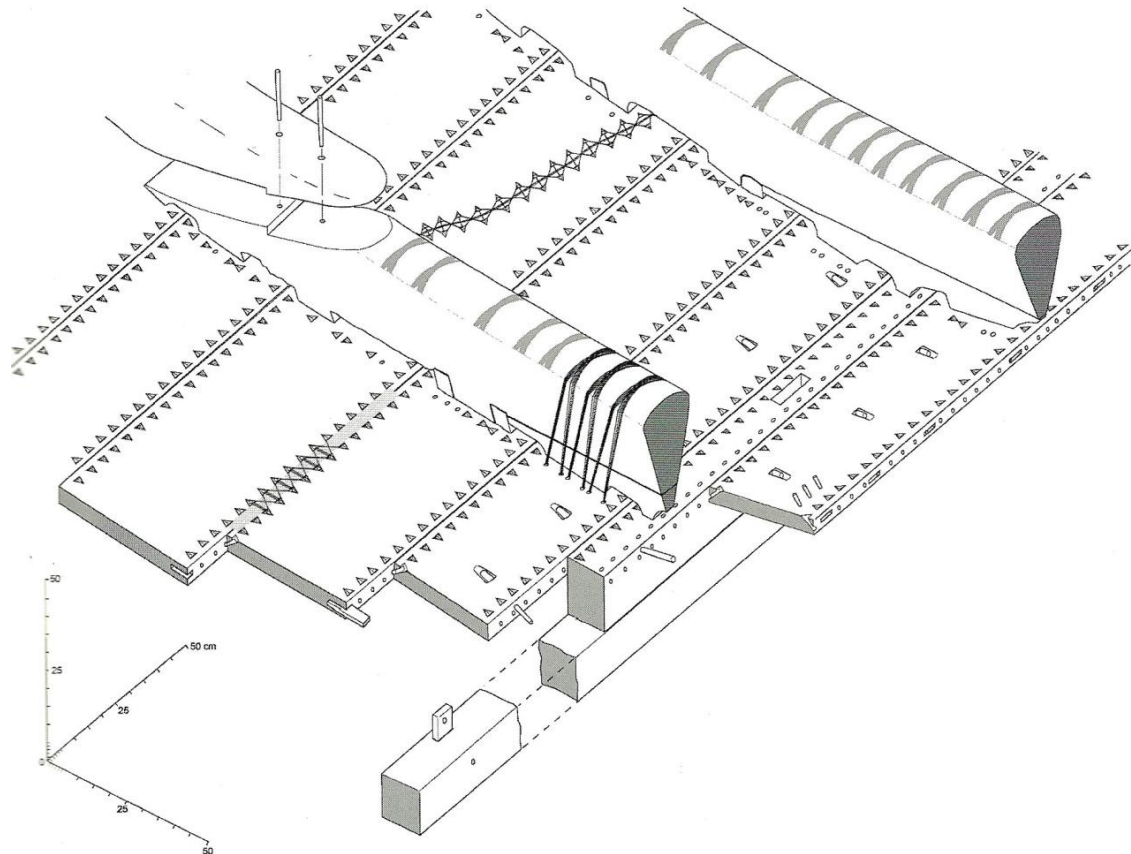


Fig. 31.- Reconstrucción axonométrica del sistema de construcción del pecio de *Cala San Vicenç* a partir de los restos conservados (Nieto, Santos 2009: 59)

En el s. VI a.C. como testimonia el *Jules Verne 7* existe un grupo de pecios en el Mediterráneo occidental que coexistiendo, cronológica y geográficamente, con los pecios cosidos de filiación jonia, atestiguan una evolución hacia el abandono progresivo del sistema de unión de las tracas de forro por cosidos, por la *punicana coagmenta*, que acabará siendo la técnica hegemónica.

Este grupo⁴⁵ está compuesto por *Jules Verne 7* (Marsella, Francia 525-510 a.C.), *Villeneuve-Bargemon 1/Cesar 1* (Marsella, Francia 525-510 a.C.), *Gran Ribaud F* (Islas Hyères, Francia 510-490 a.C.). Todos ellos son de ámbito cultural griego con la salvedad de que el *Gran Ribaud F* transportaba su cargamento en ánforas etruscas. Durante el s. V a.C. poco a poco las técnicas de cosido van desapareciendo progresivamente hasta ser considerada su presencia como residual en alguna reparación o en la roda y codaste. Las líneas del casco han evolucionado, desapareciendo los fondos redondeados y apareciendo los fondos angulosos, pinzados, con un plano de deriva mayor (incluso con alerón en el codaste) mejorándose la maniobrabilidad y la velocidad. Los yacimientos conocidos son *Gela 2* (Sicilia, Italia 450-425 a.C.) y *Ma'agan Mikhael* (Israel 400 a.C.).

Parece que la confrontación de las dos tradiciones de construcción naval que coexisten al menos entre el s. VI a.C. y el s. IV a.C. lleva a la construcción por espigas y mortajas a ser la dominante a partir del s. V a.C. Esto se produce por la mayor longevidad de este tipo de uniones, junto con una mayor solidez estructural del casco, lo que permite mayores tonelajes y líneas de agua del barco más evolucionadas (Pomey 1998). El único pecio de los citados previamente que presentaba un cargamento de ánforas apilados en varios pisos de estiba era el *Grand Ribaud F*, construido mediante espigas y mortajas, cuyo casco soporta mayor peso por m² que el de barcos como el *Cala Sant Vicenç* con un cargamento heterogéneo y actividad comercial empórica (Nieto, Santos 2009: 293).

En torno a la mitad o finales del s. IV a.C. (Juan Fuertes *et al.* 2010) naufragó en aguas de Menorca el pecio de *Binissafüller*⁴⁶ que es un ejemplo de la tradición de construcción naval que podría estar en relación con la cultura fenicio-púnica occidental o ibérica. Se trata de una nave que presenta el ensamblaje de las tracas de forro mediante espigas y mortajas y que posee una carpintería transversal de una malla amplia, atadas al casco, con una técnica semejante, pero no igual, que la del *Jules Verne 9* (*Vid. infra p.138*). Era una embarcación de pequeña eslora, quizás en torno a los 12-15 m de la que se conservan únicamente ocho hiladas de tracas de forro con una longitud total de unos ocho metros, presentando uniones en varios tramos gracias a rayos denominados “pico de flauta” (Fig. 393, p. 490).

El yacimiento que cierra el grupo de barcos que presentan algún cosido en su construcción es el pecio *Kyrenia* (Chipre 310-300 a.C.) ya que las tablas

⁴⁵ Este conjunto de pecios han sido recogidos en la presente tesis doctoral.

⁴⁶ Las conclusiones que aportan los últimos estudios cerámicos realizados por Aguelo, podrían situar el hundimiento del barco en el 350 a.C.

reaprovechadas de otro barco para construir el piso de la bodega presentaban restos de esta técnica de unión. Este pecio marca el inicio de una nueva tradición de arquitectura naval, con una construcción del casco únicamente por espigas y mortajas, mucho más evolucionado, que da inicio al periodo de la época helenística por lo que hace referencia a la arquitectura naval. La quilla presenta un rebaje longitudinal (alefriz) en cada cara, donde se unen las tracas de apuradura, ahora de sección trapezoidal, poligonal o esculpida que permite una mejor resistencia a los esfuerzos del eje axial de la nave en el quebranto y el arrufo⁴⁷. Las cuadernas pasan a ser un refuerzo fundamental de la estructura del casco, disponiéndose de manera alternativa, varengas* y semicudernas⁴⁸ (Fig. 32) como un patrón que no deja ninguna parte del casco sin el refuerzo de esta carpintería. Este pecio define las características de la *familia arquitectural* helenístico-republicana.

Esta tradición de arquitectura naval es la que encontramos en la época romano republicana, con ejemplos de barcos con forro⁴⁹ de plomo* externo en amplias partes del casco (también como reparaciones) que tenía una función de fungicida, de protección⁵⁰ y lastre, con baos encajados en cintas de carena. Es el único momento histórico donde encontramos construcciones a doble casco como en el caso del pecio de *Grand Congloué* (s. II a.C.), *Mahdia* (s. I a.C.), *Madrague de Giens* (ca. 70 a.C.) de cuarenta metros de eslora, *Fos I* (s. I a.C.), *Pointe de Pomègues* (s. I a.C.), *Titan* (s. I a.C.), *Dramont A* (s. I a.C.), o *Pointe du Brouil*⁵¹. La carlinga del mástil se asentaba

⁴⁷ Los esfuerzos de arrufo y quebranto, son la combinación de tensiones mecánicas que sufren las naves en el medio marino. Se llama esfuerzo de arrufo al basado en la elevación simultánea de la proa y la popa frente al plano horizontal del barco provocando una fuerte curvatura de toda la nave y el esfuerzo de quebranto es justo el inverso, donde el oleaje tiende a elevar la parte central de la nave, dejando “colgadas” la proa y la popa, provocando una tensión longitudinal opuesta a la anterior. De ahí la importancia de la carpintería longitudinal. Cuando una nave navega entre las olas, sucesivamente atraviesa las crestas y los valles de éstas por lo que las tensiones se alternan sucesivamente, creándose torsiones del casco con la suma de estas dos fuerzas cuando inciden de manera lateral, algo que no sucede en un espacio náutico fluvial, pero sí de manera poco acentuada en el lagunar.

⁴⁸ Término de origen francés *demi couple*.

⁴⁹ La primera nave de *Nemi* (s. I d.C.) llevaba forro de plomo en el casco, tras una capa de lana tejida (Ucelli 1950: 70), lo que mejora la protección de la madera del casco, técnica que ya no se utiliza en época imperial, al dársele imprimaciones a las maderas del casco. Dada la suntuosidad de estas naves de *Nemi* quizás se tratase de la mejor forma conocida de preservar el casco en una arquitectura naval que no tenía que reparar en los costes económicos de la construcción.

⁵⁰ Tras la época romana, el forro metálico del casco no será redescubierto hasta el s. XVIII.

⁵¹ Situado a 32 m de profundidad en la Bahía de Cavalière fue objeto de excavación en 1981 por el DRASM (Long 1988). Las informaciones de las que disponemos son muy escasas. Se trata de una nave a doble casco de la que en 1995, dentro del programa de *Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée* dirigido por Pomey y Guibal se constató la desaparición de gran parte del casco, conservándose solo la quilla y las tracas de forro adyacentes.

directamente sobre las varengas, mediante una serie de encajes perpendiculares a su forma.

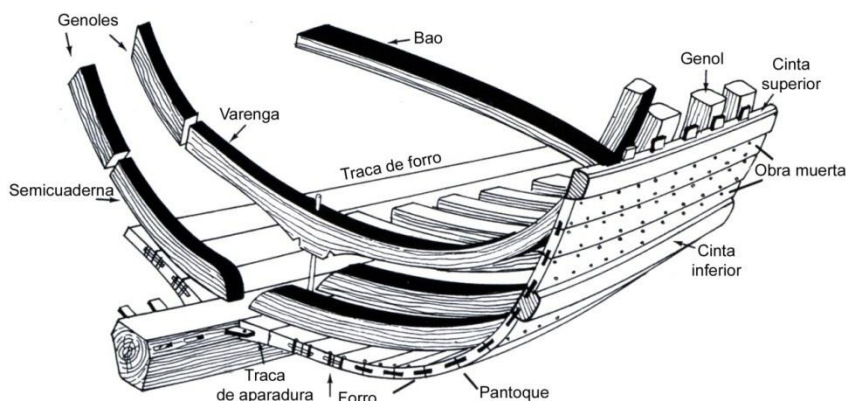


Fig. 32.- Esquema de la construcción naval donde se alternan varengas y semicuaernas (Autor a partir de Pomey et al. 1997: 195)

En época imperial, en el s. II, se producen una serie de modificaciones en la arquitectura naval, siendo ahora predominantes los barcos construidos con fondos más planos y una carpintería evolucionada longitudinal probablemente por mejorar la eficiencia del eje axial (quilla y tracas de aparadura) en las tensiones en navegación, dando lugar a la aparición de una nueva *familia arquitectural*. Los cambios en la arquitectura que se producen desde el Alto Imperio y que se diferenciarán claramente desde el s. II de la construcción del periodo Helenístico-Republicano son: varían los ángulos de los alefrices a lo largo de la quilla desapareciendo las tracas de aparadura de sección poligonal que creaban un ángulo de salida característico y un fondo pinzado, las varengas ahora se unen físicamente a la quilla mediante clavos o cabillas (carpintería transversal unida al eje axial); se sustituye el forro de plomo por impregnaciones de pinturas y ceras⁵², como es el caso de la *Nave C* de San Rossore, donde se documentaron restos de pigmentos de origen mineral (carbonato de plomo $PbCO_3$) para el blanco, óxido de hierro para el rojo (Fe_2O_3) y cera de abeja con resina de *Pinaceae* calentada en ausencia de oxígeno, destinadas a proteger la madera como una imprimación (Colombini et al. 2006: 26). La carlinga se sustenta ahora en dos sobrequillas paralelas (*Tiboulen de Maire*, *Sant Gervais 3* y la *Bourse* pueden ser considerados los yacimientos representativos). Este diseño que podríamos denominar

⁵² Plinio El Viejo en *Naturalis Historia* habla de las ceras usadas para las pinturas de las naves (*NH* XXXV, 19, *NH* XXXV, 31;41). Mezcla de cera de abeja y pez *zopissa* (*NH* XVI, 23)

arquetípico, se mantendrá sin variaciones hasta el tardo imperio con la última evidencia en el pecio *Dramont E* del s. V.

Con el fin de la Antigüedad Tardía y la llegada de la Alta Edad Media, son una sinergia de factores los que conducen de manera gradual y sin revoluciones a un cambio en la tradición de la arquitectura naval, que pasa de una construcción a *casco primero* a la *construcción a esqueleto*⁵³; cambia pues completamente el *sistema arquitectural* y su *principio de concepción*. El pecio del *Parco de Teodorico* del s. V presenta espigas muy distanciadas para la unión de las tracas del casco sin que estén fijadas por clavijas (Medas 2003: 42-48) dentro de una construcción todavía a *casco primero*. El pecio bizantino de *Yassi Ada I* (Turquía, 625 d.C.) es testimonio de esta evolución⁵⁴. Las tracas de forro de la parte baja del casco, están unidas con espigas, ahora muy distanciadas entre ellas, pequeñas y sin clavijas de fijación (Fig. 17-f). Por el contrario, en las partes altas del casco, por encima de la línea de flotación, las tracas se unen directamente a las cuadernas, siendo este caso un ejemplo de construcción mixta.

⁵³ Acaba de salir publicado recientemente un extenso trabajo firmado por Pomey, Kahavov y Rieth que analiza con profundidad este proceso de cambio y transición desde la construcción a casco primero, con los diversos elementos a considerar en la antigüedad clásica y que sientan las bases del conocimiento técnico y tecnológico para poder llegar en época alto medieval a una construcción a esqueleto. (Pomey *et al.* 2012).

⁵⁴ Los pecios de *Dor 2001/1*, *Tangura A* y *F*, *Serçe Limani* y *Saint Gervais II* son fundamentales para el estudio de la evolución de la concepción y construcción de barcos a esqueleto primero (Kahanov 2010: 80-81)

5. LA ARQUITECTURA NAVAL Y EL ESTUDIO DE LOS RESTOS ARQUEOLÓGICOS

Actualmente, a pesar lo deseable que sería para el conocimiento, la arqueología naval no puede resolver en la gran mayoría de casos cuáles fueron las líneas de agua de una nave objeto de estudio partiendo de los restos arqueológicos que han llegado hasta nosotros. Ni siquiera ello forma parte de los objetivos de un estudio de arquitectura naval. No suele ser posible conocer cuál era forma del barco por la escasez, precariedad, deformación no medible de los restos conservados e incluso por la falta de datos sobre la altura de la arboladura y el tamaño del velamen. Por ello, partiendo de los restos arqueológicos no es para nada sencillo, por no decir imposible, plantear nuestra investigación arqueológica basándola en una amplia comparación de las formas de las líneas de agua de los barcos entre sí y su evolución diacrónica. Se ha llegado en algunos casos a obtener restituciones con un alto grado de probabilidad de que sean correctas, dada la gran porción de casco conservado, como es el caso del barco focense de **Jules Verne 7** de finales del s. VI a.C. (Pomey 2009: 415), las del pecio de **Ma'agan Mikhael** de finales del s. V a. C. (Ben Zeev *et al.* 2009: 49), el estudio de las líneas de agua del barco de cabotaje tardo republicano de **Cavalière** (s. I a.C.) (Charlin *et al.* 1978) o las del pecio de **Fiumicino 1** (Boetto 2008). En referencia a este tipo de estudios, mencionaremos el trabajo de tesis doctoral de Roman, con la comparación de siete barcos grecorromanos y bizantinos, con sus líneas de agua (Roman 1997). Sin embargo estamos siempre ante un número reducido de ejemplos.

Desde la arqueología naval se puede analizar un pecio como *unidad arquitectural*, tras la observación y la medición de determinados elementos. El objetivo es establecer cómo y de qué manera se ha construido la parte del barco que se ha conservado hasta la actualidad⁵⁵, que normalmente coincide con la denominada obra viva. Cómo es la estructura, cuáles han sido los principios y los procesos (*Vid. supra* p. 54), cuáles han sido las técnicas utilizadas. Cómo se han unido las tracas de apareadura a la quilla, cuáles son sus formas y sus ángulos, cómo se ensamblan la roda o el codaste con la quilla, cómo se han unido las tracas del casco entre ellas; la longitud y anchura de las espigas/mortajas y las distancias entre ellas, los diámetros de las clavijas; cómo son y se han unido al casco las cuadernas, su ritmo, sus formas y sus ángulos, las equidistancias, analizar si se han conservado refuerzos en la carpintería longitudinal, estudiar la carlinga del mástil, su ubicación, ver la distribución de los puntales. Comparando todas estas medidas y observaciones en una *unidad arquitectural* con las realizadas en otros yacimientos, se podrá definir un *tipo arquitectural* que se intentará

⁵⁵ De ahí que el término de arquitectura naval, frente a ingeniería naval, sea más correcto para la disciplina arqueológica.

fechar por los materiales arqueológicos asociados, contando que la vida útil del barco podría estar en torno a los 30 años (Gianfrotta, Pomey 1981: 232), para después crear y definir una *familia arquitectural* que a su vez podrá englobar varias *firmas arquitecturales*. Se trata de una metodología de registro y estudio que organizó en 1987 el profesor Steffy, en un artículo calificable como magistral (*Vid. infra p. 509*), teniendo en cuenta los conocimientos sobre arqueología naval que existen en la actualidad y que hace escasamente 20 años se desconocían (Steffy 1990: 319).

5.1. FAMILIAS Y FIRMAS ARQUITECTURALES

En el trabajo de Steffy sobre la barca de *Kinneret* (Israel, Mar de Galilea) de 1990, una pequeña embarcación abandonada en la orilla y sin un cargamento asociado que permitiese datarla (Steffy 1990; Waschmann 1998), encontramos las pautas para intentar datar los pecios en función de la forma de la traca de aparadura y las líneas del fondo del casco, instando en su publicación a que los investigadores interesados en la arqueología naval diesen un paso adelante y trabajasen en la agrupación de los rasgos constructivos fundamentales según cronología para ir definiendo *familias arquitecturales* (Cuadro sinóptico 1). Colocaba así la primera piedra de una investigación aún hoy no concluida y que podríamos decir que tiene como segundo hito la obra conjunta de Pomey y Rieth, *L'archéologie navale* (2005) donde se establecen líneas evolutivas con carácter étnico (p. e. construcción jonio-massaliota) y *familias arquitecturales* (arcaica, clásica, helenística e imperial). Esta obra, tras un estudio basado en la observación de los yacimientos conocidos, que constituyen un grupo no muy extenso, permitió a Pomey establecer cuáles son los rasgos tipo de la generalidad de los barcos construidos entre el s. III a.C. y el s. I a.C. diferenciándolos de los rasgos de otros, construidos 300 años después (*familias arquitecturales*; Cuadro sinóptico 1), pero ¿los barcos coetáneos y comparables (por tonelaje, espacio de navegación y modelo de comercio) presentan diferencias constructivas mas allá de los rasgos tipo de *familia arquitectural/cronológica*?

PRINCIPIO DE CONCEPCIÓN

Define la manera teórica por la que las piezas que constituirán la estructura portante de la nave se unirán siguiendo una secuencia precisa. El proceso o método de construcción será la plasmación práctica de una secuencia de montaje y construcción teórica.

UNIDAD ARQUITECTURAL

Cada pecio considerado de manera aislada queda definido únicamente por su principio de concepción y método de construcción.

MODELO O TIPO ARQUITECTURAL

Poniendo en relación varias unidades arquitecturales por su similitud de las formas y la estructura: carpintería longitudinal, carpintería transversal, casco, carlinga, etc., y el sistema técnico (propulsión y gobierno) tendremos el modelo o tipo, estando las variantes en las dimensiones y datación.

FAMILIA ARQUITECTURAL

Es la puesta en relación de un modelo o tipo arquitectural con su filiación histórica. Familia de pecios griegos arcaicos, familia fenicio-púnica, familia periodo clásico. Para la época romana hablaremos de familia helenística-republicana y familia imperial.

FIRMA ARQUITECTURAL

La *firma arquitectural* determina una manera de construir los barcos (p.e. según zonas geográficas, espacios náuticos de navegación o tipo de cargamento) dentro de una misma *familia arquitectural*.

PRÁCTICA DE ASTILLERO

A un nivel inferior presenta rasgos y características propias de la construcción del barco por un mismo grupo de artesanos dentro de una *firma arquitectural*.

SISTEMA ARQUITECTURAL

Agrupar a todos los tipos y familias que muestran un mismo principio de concepción de la forma y la estructura, así como un mismo método de construcción. Así, en una construcción a *casco primero* que se inicia por el eje axial, las tracas del forro están colocadas *a tope** y la carpintería transversal (cuadernas) no tiene función estructural, sino de refuerzo. Las tracas del forro a tope, pueden estar ensambladas por espigas-mortajas y/o ligaduras (dos métodos de construcción diferentes) y las cuadernas unidas por diversas técnicas (ligaduras externas o internas; cabillas verticales, clavos etc.).

ÓPTIMO TECNOLÓGICO

Como resultado de la relación entre necesidades náuticas (estructura, función, espacio náutico, líneas de agua, porte, velocidad, gobierno, resistencia, hidrodinamismo, etc.), los materiales constructivos disponibles, la herencia tecnológica (herramientas) y cultural (usos y costumbres), se obtiene una solución técnica y de diseño para la nave que es incuestionable, probablemente la mejor, mientras no varíen los parámetros de partida.

Cuadro sinóptico 1.- Descripción de los conceptos referidos en el texto. Los valores no se pueden establecer de manera absoluta. (Autor a partir de Pomey, Rieth 2005: 35-36).

Una primera aproximación a la problemática puede dar como respuesta a la cuestión que la construcción naval en la antigüedad es arquetípica, sencilla, con unos

rasgos definidos y que puede estudiarse académicamente en unas pocas líneas escritas. Sin embargo, una segunda mirada atendiendo al detalle, encuentra diferencias que no afectan a los rasgos tipo de *familias arquitecturales/cronológicas* y que a su vez no son consecuencia de la aleatoriedad de una construcción artesanal, por lo que el análisis de la arquitectura naval pasa de sencillo a muy complejo. Aparece la *firma arquitectural* que puede determinar una manera de construir los barcos, quizás según zonas geográficas dentro de un mismo *sistema*⁵⁶ y *familia arquitectural* junto con la *práctica de astillero*, que a un nivel muy inferior y de detalle, presenta rasgos y características y marcas propias de la construcción del barco por un mismo grupo de artesanos (Pomey, Rieth 2005: 35).



Fig. 33.- Astillero tradicional en madera de *Essaouira* (Marruecos). (Foto: Nieto)

Establecer y estudiar estas características no es una tarea sencilla a partir de los restos arqueológicos e intentar sistematizarlos lo es aún menos. Sostenemos como

⁵⁶ Se trata de un término que puede parecer análogo a la *familia arquitectural*, en el sentido de que se trata de las pautas básicas que definen la construcción de un barco, pero la *familia arquitectural* presenta un nivel de sistematización superior.

hipótesis de trabajo que entre naves coetáneas y comparables debieron existir diferencias que atienden, dentro de un mismo principio y método de construcción, a maneras diferentes de llegar a construir barcos, formalmente y náuticamente semejantes (*familia arquitectural*), donde el saber consuetudinario de diferentes grupos de *fabri navales* presentan leves diferencias que atienden quizás a tradiciones culturales regionales (*firma arquitectural*) como podría ser la forma y ángulos de los alefrices de la quilla o las técnicas empleadas para unir la carpintería transversal al casco.

¿Podríamos, a través del estudio de la arquitectura naval, llegar a establecer *firmas arquitecturales* con origen en zonas genéricas, como el Lacio con *Ostia Antica* y *Portus* en época imperial? Ello no es tarea fácil, pero sí ha sido posible en determinadas ocasiones, como con los astilleros massaliotas de los ss. VI-V a.C., estableciéndose que pecios como el *Cala San Vicenç* (Nieto, Santos 2009), naufragado a gran distancia del entorno massaliota, posee rasgos constructivos (*firma arquitectural*) para establecer su astillero de origen en *Massalia*, al igual que sucede con el *Grand Ribaud F* (Pomey 2002c). También sirva como ejemplo la relación establecida por Pomey entre la *Madrague de Giens*, el *Dramont A* y el posible origen napolitano de su astillero en el s. I a.C. (Guibal, Pomey 2009: 222-225). También quizás exista una *firma arquitectural* en el entorno de *Minturnae* (Lacio) entre el cambio de Era y el s. I, que se hace evidente arqueológicamente en la arquitectura de las naves concebidas y destinadas al transporte a granel de vino como *Ladispoli* con *dolia*, probablemente hornadas en las proximidades del río Garigliano donde los *Pirani* las fabricaron (Gianfrotta 1987).

Los astilleros, por estar situados a orillas del mar o de ríos, con unas infraestructuras sencillas en madera, sólo en contadas ocasiones han dejado evidencias, directas o indirectas y nunca suficientes para obtener los datos de nuestro interés⁵⁷. Quizás puedan aproximarnos a un lugar geográfico de origen del astillero los pecios que presentan una moneda apotropaica en la base del mástil (Henningsen 1965; Marsden 1965) como es el caso del *Plane 1* del s. I a.C., con una moneda de *Kese*⁵⁸ o *Cap del Vol* del cambio de Era, con una posible de *Arse-Saguntum* (Carlson 2007: 319) o

⁵⁷ Podría ser una excepción el caso de *Portus* adyacente a *Ostia Antica* donde recientes excavaciones de Keay han puesto de manifiesto la existencia de un edificio de planta alargada limítrofe con el muelle del lago hexagonal que ha sido interpretado por varias evidencias como un astillero. El equipo, formado por arqueólogos de la Universidad de Southampton en el Reino Unido, la Escuela Británica en Roma y la Soprintendenza Archaeologica di Roma ha descubierto un enorme edificio que data del s. II d.C. y que tenía alrededor de 145 m de largo por 60 de ancho. En algunos puntos, su techo alcanzaba hasta 15 m de altura.

⁵⁸ Carlson ha confundido el pecio *Planier 1* con un cargamento de ánforas Dr. 2-4 tarraconenses (Liou, Sciallano 1985: 17) con el pecio *Plane 1*. Del primero hemos consultado los archivos del *DRASSM* sin que encontremos evidencia de la aparición de ninguna moneda. Por otra parte sí que hay constancia de la aparición de una moneda de *Kese* en el *Plane 1* en la bibliografía (Liou, Pomey 1985: 556).

Bolskan. Por otra parte la prudencia manda⁵⁹, ya que el uso y circulación de una moneda puede ser muy amplio (Tchernia 1990: 294). Las especies de madera utilizadas para la construcción naval solo en determinados casos apuntan en una dirección precisa (Guibal, Pomey 2002: 99), a la vez que un posible transporte de maderas escogidas como materia prima para los astilleros podría deformar los resultados. Hasta la fecha los estudios realizados permiten concluir que en el Mediterráneo Occidental, solo el pino bosnio (*Pinus leucodermis*) que crece a menos de 50 km de la costa, podría indicar una construcción naval de la costa campana, calabresa o ilírica (Guibal, Pomey 2002: 100, Guibal, Pomey 2003: 38).

Hay pues en definitiva que establecer, a semejanza del método que propuso el profesor Steffy veinte años atrás, cuáles son las preguntas que hay que hacerles a los yacimientos arqueológicos que conservan restos de arquitectura naval, qué observaciones y qué mediciones son las oportunas para poder dar un nuevo paso en la investigación de la arquitectura naval romana, creando grupos, basados en *firmas arquitecturales* que no se han interrelacionado completamente hasta la actualidad. No siempre será posible asignar un origen geográfico preciso a grupos de naves, aunque hayamos detectado semejanzas.

Al observar a los carpinteros de ribera que construyen de manera tradicional, es fácil apreciar como la ejecución de los elementos y partes del barco está sujeta a un libre albedrío de errores humanos y posteriores correcciones y/o reparaciones, que no son determinantes en la construcción. (Fig. 33 a Fig. 36).

⁵⁹ Al igual que no podemos asegurar quién pone la moneda: el constructor, el armador, sucesivos armadores, (Foerster *et al.* 1987: 44) señalamos que como rito fundacional, por analogía al propio de las construcciones, éste debería ser, en principio, previo a la primera singladura.



Fig. 34.- Astillero tradicional en madera de *Essaouira* (Marruecos). Particular ensamblaje de las piezas de la roda de un pesquero de 20 m aprox. de eslora en proceso de unión con el casco. (Foto: Autor).

Actualmente y seguramente también en la Antigüedad, en la construcción de un barco de mediano o gran porte, intervienen auténticos ebanistas, para los que el milímetro o el centímetro en una obra de grandes proporciones generalmente no eran trascendentes. La visión de detalle y necesariamente limitada del arqueólogo naval sobre un fragmento de barco, sobre el pecio, quizás no cuadre y esté descompasada con la visión mental de unos carpinteros que estaban construyendo una máquina de grandes proporciones. La ejecución artesanal de los barcos y el estado en el que han llegado hasta nosotros (parciales, afectados, deformados), deja fuera de la metodología para el estudio métodos de análisis basados únicamente en obtener mediciones técnicas por debajo del “milímetro” o en la realización de modelos digitales “alámbricos” o tridimensionales que solo plasman los volúmenes de los restos en madera. Ello no aporta nada al conocimiento arquitectónico de estos barcos, si no se ha complementado la documentación con las observaciones y mediciones oportunas que den respuestas a las cuestiones iniciales y particulares de esa investigación, por las que se decide excavar un yacimiento. La metodología arqueológica (generalmente subacuática), no tiene como *leitmotiv* el documentar a esa precisión. Sostenemos que en la gran mayoría de los casos, ese nivel de detalle no es trascendente.

Por ello pensamos que invertir nuestros esfuerzos en esa línea de estudio es utópico, fantasioso y no aporta nada científicamente. Sin embargo, opinamos que atendiendo a rasgos mucho más generales, puede realizarse un análisis comparativo, numérico y/o estadístico que vaya más allá de la mera observación y toma de datos. Éste ha de ser lo suficientemente genérico para que la ejecución artesanal, la limitación y estado de los restos conservados no sea un hándicap; y lo suficientemente concreto y representativo para poder obtener valores comparables entre dos o más embarcaciones

objeto de estudio. Un análisis basado en el método estadístico ha de tener rigor científico, en el sentido de que pueda ser aplicado por cualquier investigador en cualquier circunstancia, obteniendo los mismos resultados que el modelo.



Fig. 35.- Astillero tradicional en madera de Marsella. Marcaje por los carpinteros de la situación de genoles y barraganetes en el forro mediante líneas a tiza, para su claveteado. (Foto: Autor).

Otra dificultad en el estudio de la arquitectura naval de la marina mercante de la Antigüedad, es que la documentación bibliográfica existente de pecios con restos del casco conservados, rara vez posee datos suficientes para aplicar nuevos métodos de comparación. Es difícil que el arqueólogo atendiese a una serie de mediciones/observaciones destinadas a un nuevo método de análisis que no forma parte de su formación arqueológica. Con seguridad existen yacimientos en los que sus publicaciones más rigurosas y concienzudas reflejan datos utilizables por nuevos métodos, pero se trata de una minoría por el argumento expuesto, por lo que podríamos llegar a diseñar una metodología de estudio analítico de futura aplicación, pero sin consecuencia arqueológica en la actualidad. Por ello será más oportuno plantear una metodología que permita trabajar con los datos existentes en la bibliografía, con la observación minuciosa de los dibujos de plantas y secciones, con la comparación de los datos, aquellos que el profesor Steffy enumeró en su artículo sobre la barca *Kinneret* y que en la gran mayoría de ocasiones se ven reflejados, con mayor o menor profusión, en las publicaciones específicas de las tres últimas décadas.



Fig. 36.- Barco a casco primero conocido como *Hora de Pakistán* (Ibrahim Hyderi) en proceso de construcción. (Greenhill, Morrison 1995: 61)

HELENÍSTICA-REPUBLICANA	IMPERIAL
<p>Líneas del casco con fondos generalmente pinzados tipo <i>Wineglass shape</i>. Traca de aparadura de sección poligonal à <i>retour de galbord</i>.</p>	<p>Líneas del casco con fondos generalmente planos. Traca de aparadura de sección rectangular.</p>
<p>Presencia mínima de pernos metálicos que unen varengas a la quilla</p>	<p>Presencia ocasional de clavos de bronce y/o cobre que unen las varengas a la quilla. Presencia de pernos para reforzar rayos de Júpiter o unir carpintería transversal y longitudinal.</p>
<p>La carlinga del mástil se asienta directamente sobre las cuadernas mediante una serie de encajes perpendiculares a su recorrido.</p>	<p>La carlinga se asienta sobre dos sobrequillas paralelas. Presencia ocasional de pernos.</p>
<p>La carpintería transversal presenta generalmente una alternancia entre semicudernas y varengas.</p>	<p>La carpintería transversal presenta semicudernas sobrepasadas (asimétricas o descentradas) y varengas.</p>
<p>Presencia de un revestimiento de planchas de plomo claveteadas al casco con una capa de tejido y brea como protección.</p>	<p>Ausencia completa de revestimiento de planchas de plomo. Imprimación por pinturas.</p>

Cuadro sinóptico 2.- Diferencias principales entre la familia arquitectural helenística-republicana y la imperial (Autor a partir de Pomey 2009a)

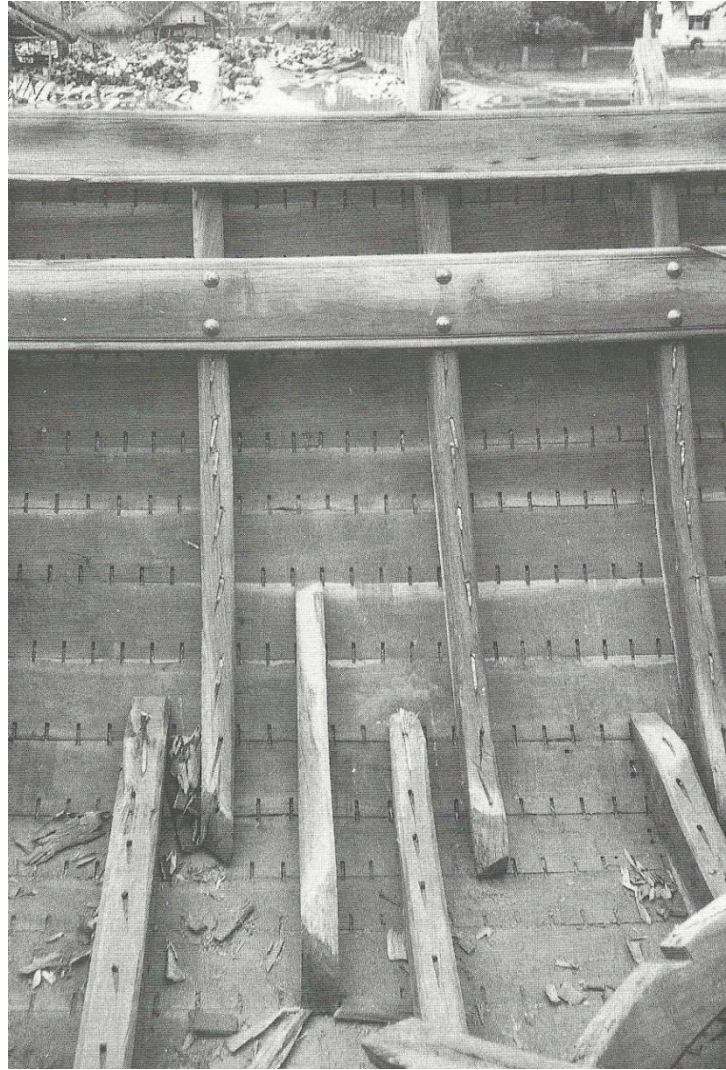


Fig. 37.- Construcción tradicional a *casco primero* en Bangladesh (Greenhill, Morrison 1995: 42)

5.2. DIFERENCIAS POR ESPACIO NÁUTICO, MODELO DE COMERCIO Y TONELAJE

De cara a realizar un análisis comparativo de la arquitectura naval de dos o más yacimientos, es preciso traer a colación el concepto de *espacio náutico o medio de navegación*, ya que marca diferencias fundamentales tanto en la concepción como en la construcción de los barcos. El profesor Rieth señala que el espacio náutico está “*modelé par la nature du littoral, celle des vents et des courants d’une part, et avec un environnement socio-économique déterminé, auquel se rattachaient des pratiques et des savoirs techniques, d’autres parts*”. El *espacio náutico* (Pomey, Rieth 2005: 38-41) es el medio físico y el marco geográfico (Fig. 38) en el que generalmente navegará una embarcación y que condicionó, en su fase de *concepción*, el *proyecto arquitectural* (Fig. 27). Este medio puede ser variado: fluvial, lagunar, marítimo costero de cabotaje, de gran cabotaje o marítimo de altura, sin que sea posible en ocasiones diferenciar y establecer fronteras precisas sobre el espacio náutico en el que se desarrolló normalmente un pecio objeto de estudio.

También el *modelo de comercio* del que son protagonistas los pecios de interés (p.e. empórico, redistribución, ruta directa, Fig. 39), aunque sea desde una perspectiva eminentemente económica, permite definir con mayor precisión las comparaciones a realizar en el estudio de dos o más embarcaciones. El *espacio náutico fluvial*, condiciona una arquitectura de naves alargadas, de escaso calado (Fig. 40), con una carpintería axial no excesivamente robusta, adaptadas a las características propias de una navegación a favor y en contra de la corriente, que da lugar al desarrollo de velámenes específicos, perchas e incluso remolques desde los caminos de ribera, siendo embarcaciones completamente inoperativas en el medio físico marino. El *espacio náutico lagunar*, que puede dividirse en el que está sin contacto con el mar o por el contrario en contacto con éste por tratarse de zonas deltaicas o de albuferas, condiciona una arquitectura diferente de la anterior, muy semejante a la marítima pero con una fuerte especialización regional dado que la concepción de la nave se enfoca a un medio físico lagunar muy particular, donde puede haber barras arenosas y por ello escaso calado, un menor oleaje, donde puede ser necesario el varar las naves, lo que condiciona menores esloras, etc. Por último, el *espacio náutico marítimo*, consideramos conveniente dividirlo en función de la navegación para la que esté diseñada la nave y de su marco geográfico. La arquitectura naval de las embarcaciones destinadas a realizar una navegación de altura, es decir las que durante grandes periodos de tiempo van a perder cualquier referencia visual de la costa incluyendo navegación nocturna⁶⁰, presentarán características formales semejantes, como *familia arquitectural* por periodo cronológico y serán las naves que sumarán todo el saber acumulado en la construcción naval. Se trata de las embarcaciones de mayor porte relativo de su momento y que podrían estar relacionadas con un comercio pactado y prefijado, de puerto principal a puerto principal, con cargamentos generalmente homogéneos.

La navegación de gran cabotaje o segmentada (Arnaud 2005: 107) es aquella que puede realizar grandes recorridos con escalas pero que únicamente pierde la costa de vista durante cortos periodos de tiempo, para reposicionarse posteriormente en el trayecto con las referencias visuales. La única diferencia frente a las anteriores estaría pues en el tamaño y tonelaje de porte de las naves, sin que existan como hemos señalado fronteras precisas. Por último las embarcaciones que desarrollan una navegación de cabotaje, donde nunca se pierden las referencias visuales costeras, están generalmente enfocadas a recorridos más cortos y presentan elementos de especialización regional, según sea la orografía costera y el clima marítimo dominante. Suelen ser de esloras más reducidas y es común que presenten cargamentos heterogéneos.

⁶⁰ Navegan por ello en diversos marcos geográficos.

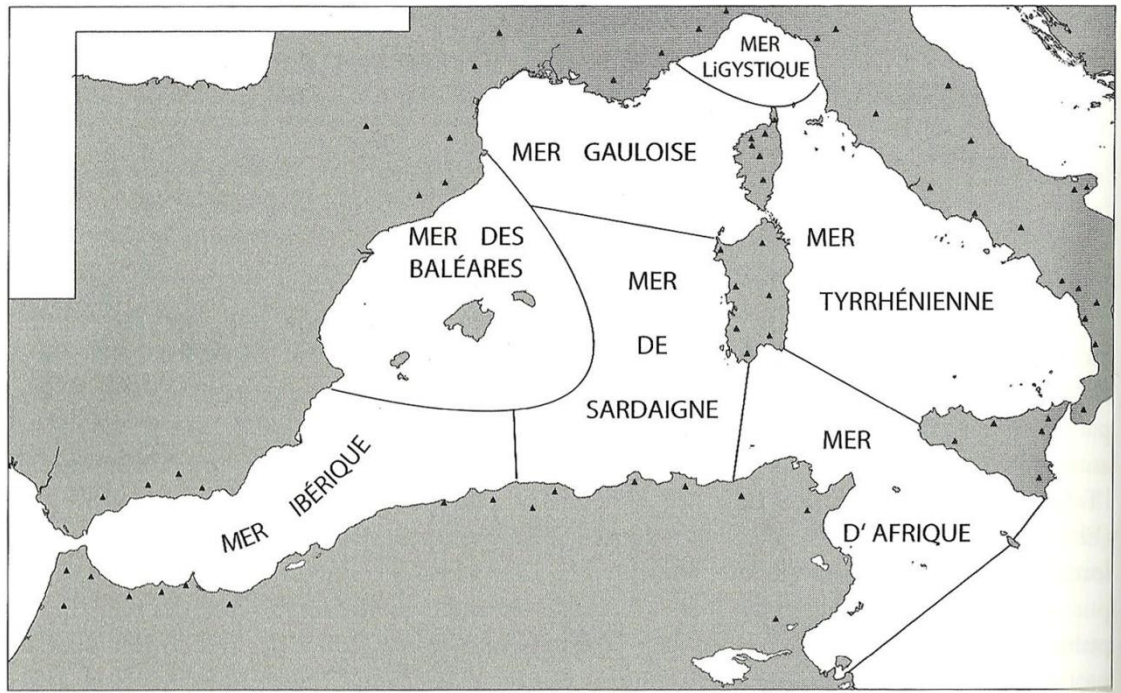


Fig. 38.- El marco geográfico: las zonas marítimas del Mediterráneo occidental a partir de los autores clásicos (Rougé 1966: 43 y Arnaud 2005: 150)

En relación directa con el espacio náutico está el *tonelaje*⁶¹ *de porte* (Cibecchini 2008: 484) que nos permite considerar embarcaciones de menor porte a aquellas que pueden transportar una carga comprendida entre las 10-20 t y las 50-60 t, con unas esloras que pueden rondar los 14-15 m e incluso llegar a los 20 m. Embarcaciones de mediano porte serían las que pueden transportar una carga que va desde las 60-70 t hasta *ca.* 150-200 t con esloras superiores a los 20 m. Las grandes embarcaciones serán aquellas cuyo tonelaje de porte está comprendido entre *ca.* 150-200 t y las 400-500 t con esloras que incluso pueden llegar a 40 m como el caso de la *Madrague de Giens* (Tchernia *et al.* 1978).

⁶¹ Cuando se hace una referencia al tonelaje de un barco sin mayor explicación, se refiere *a priori* al *tonelaje de desplazamiento*, que es el peso del propio barco al que se le suma la capacidad que tiene de carga. Si únicamente atendemos a este segundo valor, hablamos del *tonelaje de porte*, que es un valor mucho más lógico para utilizar en la arqueología náutica.

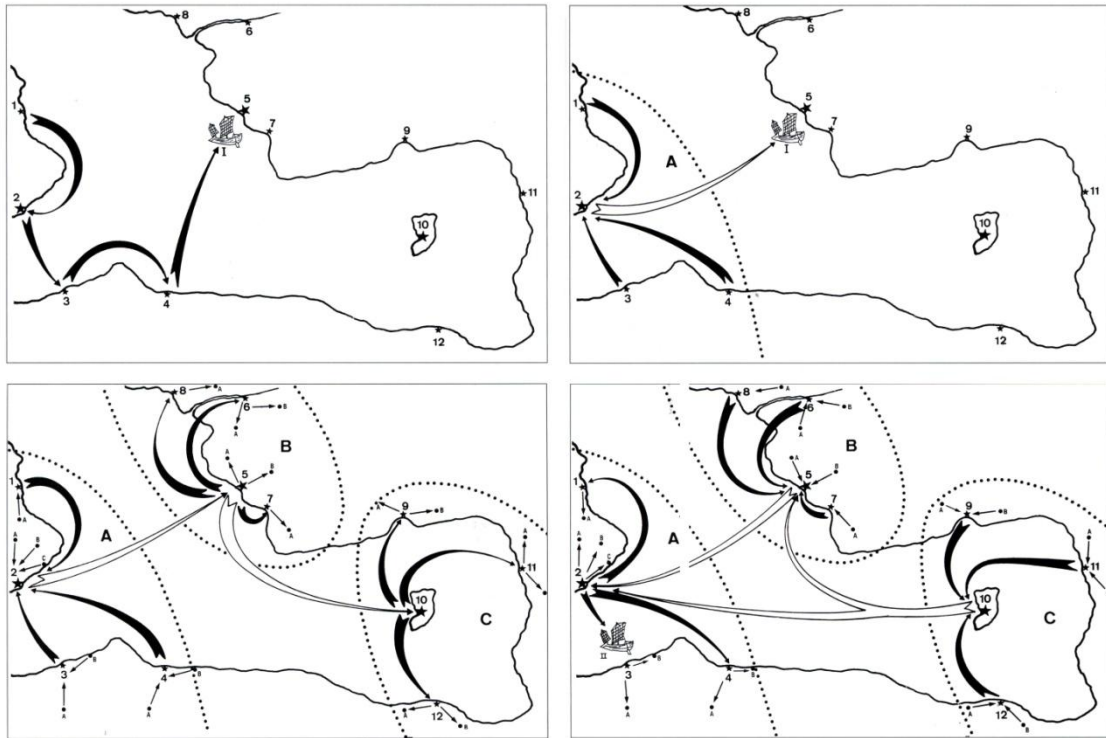


Fig. 39.- Esquema teórico sobre diferentes modelos económicos de comercio marítimo (Por Nieto, en Pomey *et al.* 1997: 156-157)

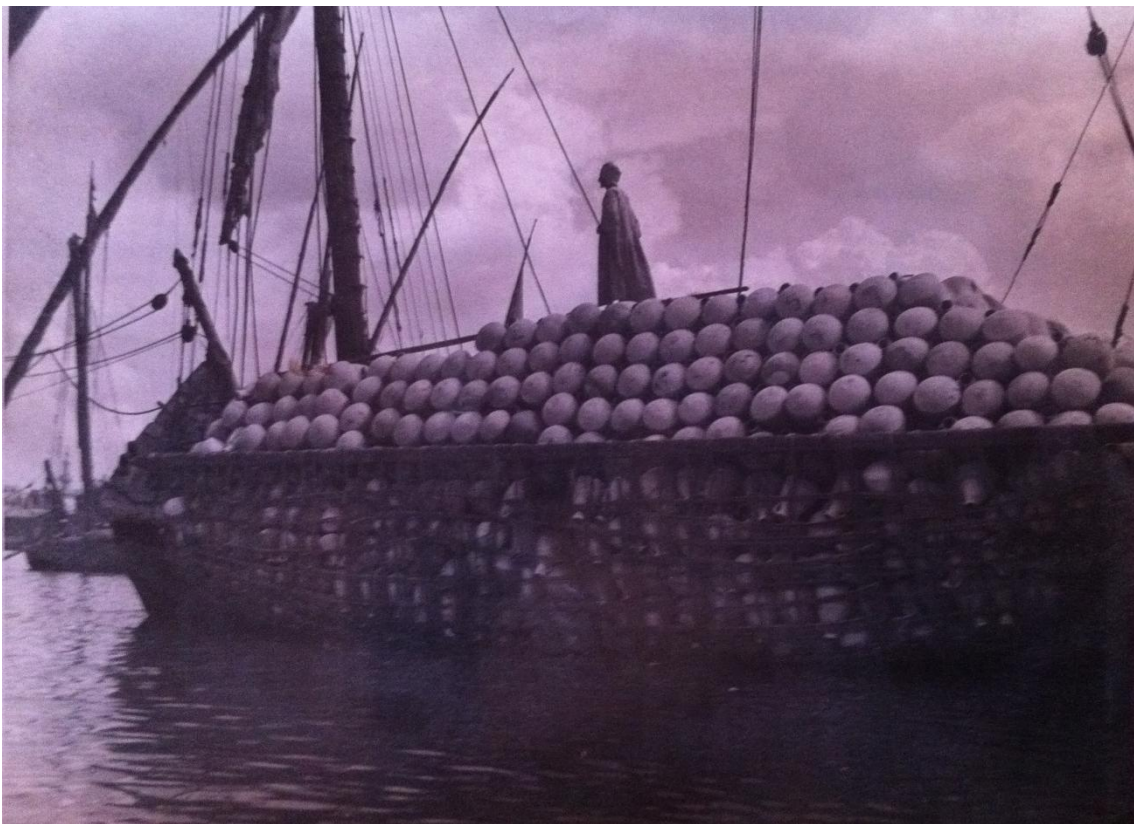


Fig. 40.- Imagen de embarcación fluvial con la borda rozando la línea de agua en el Nilo (sobre 1940, autor desconocido. Cortesía de Mourad El-Amouri; Asociación Arkaeos, Marsella)

Estos tonelajes señalados cuadran con las cifras indicadas en una inscripción de mediados del s. III a. C. del puerto de Thasos, en las que dividen las dársenas a usar por las embarcaciones en función de su tonelaje (Pomey *et al.* 1997: 82; Cibecchini 2008: 484). Las embarcaciones cuyo cómputo da un porte inferior a las 80 t, las que se encuentran entre 80 y 130 t y las superiores a esta última cifra. En época imperial, atendiendo a diversas fuentes escritas (Arnaud 2005: 36) se pueden sistematizar los barcos de nuevo en tres grupos atendiendo al cómputo de su tonelaje de porte: las inferiores a 68 t, las comprendidas entre 68-340 t y las superiores a 340 t. No se dispone de una división precisa, debido a que incluso el cálculo del tonelaje puede variar en función de los valores y de cómo estos han sido expresados, pero podemos establecer tres grupos, no monolíticos (Tabla 2).

Tamaño	Pequeño	Mediano	Grande
Tonelaje de porte	de 10-20 a 60-80 t	de 60-80 a 150-200 t	de 150-200 a 400-500 t
Pecio ejemplo	<i>Saint Gervais 3</i> 148-150 d.C.	<i>La Bourse</i> 190-220 d.C.	<i>Madrague de Giens</i> 70-65 a.C.
Cargamento	1000 ánforas o 10000 <i>modii</i> de grano	3000 ánforas o 20000 <i>modii</i> de grano	10000 ánforas o 50000 <i>modii</i> de grano

Tabla 2.- División por tonelaje de porte en valores aproximados. (A partir de Boetto)

5.2.1. ALGUNAS CUESTIONES

Sostenemos como hipótesis de trabajo que entre naves coetáneas y comparables debieron existir diferencias que atienden, dentro de un mismo principio y método de construcción, a maneras diferentes de llegar a construir barcos, formalmente y náuticamente semejantes (*familia arquitectural*), donde el saber consuetudinario de diferentes grupos de *fabri navales* presentan leves diferencias que atienden quizás a tradiciones regionales (*firma arquitectural*) como podría ser las técnicas empleadas para unir la carpintería transversal al casco y la forma y ángulos de los alefrices de la quilla.

¿Cuáles son las preguntas que hay que hacerles a los yacimientos arqueológicos que conservan restos de arquitectura naval, qué observaciones y qué mediciones son las oportunas para poder crear agrupaciones de pecios?

5.2.2. LAS RUTAS PREFERENTES EN ÉPOCA REPUBLICANA E IMPERIAL

Entre los siglos I a.C. y I d.C. se produjo en el Mediterráneo Occidental un cambio completo y radical de las principales rutas marítimas, más teniendo en cuenta que esta fluctuación es tan rápida como los acontecimientos político-económicos que se producen desde mediados del s. I a.C. con el primer triunvirato de Cesar, Pompeyo y Craso, hasta la llegada al poder de Octavio Augusto.

Entre mitad y finales del s. III a.C. se verá reafirmada la exportación de los excedentes de vino (Carandini, 1989: 510; Pérez Ballester 2004: 23) ya que tras la Primera Guerra Púnica (264 a. C.- 241 a. C.) llega abundante cereal del granero siciliano y de Cerdeña, lo que permitió dedicar la tierra al rentable cultivo de la vid, sobre todo en la Italia meridional. Esto, junto con otros factores (*Vid. supra* p. 45), promovió una exportación a gran escala entre los ss. II-I a.C.

A mediados del s. I a.C., el envase característico de la exportación del vino itálico, era el ánfora Dr. 1, con variantes. Era un ánfora muy pesada y robusta, capaz de soportar el apilamiento en la bodega de los barcos de varias capas (p.e. pecio de *Albenga*, Fig. 41). Este tipo de contenedor evolución del ánfora grecoitálica puede ser considerado como el fósil director de esta exportación del vino itálico a gran escala.

Los puertos de salida estarán situados principalmente en la Italia meridional, próximos a los centros productores de vino campanos y el destino preferente será la Galia, en el entorno de *Massalia* y la cuenca del Ródano y, también, la *Hispania Citerior* y *Ulterior* (Fig. 42). Los pecios de *Escombreras 1* y *2* (Pinedo, Alonso 2004) o el pecio profundo situado frente al puerto de Cartagena con un cargamento principal de ánforas Lamb. 2 y Dr.1, pueden ser ejemplos de esta exportación en dirección a la Península Ibérica.

Desastres puntuales pero importantes en los viñedos campanos, el auge de las producciones del Adriático norte y sobre todo el aumento de las poblaciones urbanas, como la misma Roma, gran consumidora, condicionó un desplazamiento de los centros de producción hacia las provincias (*Vid. supra* p.45)

Desde la década del 50-40 a.C. en la provincia de la *Tarraconensis*, se inicia la exportación de un vino joven, sin acabar de fermentar, envasado en ánforas tarraconenses *Laietania 1*, *Pascual 1* y más tarde en Dr. 2-4 (a imitación de las itálicas). Ya hacia el cambio de Era la producción será masiva. La exportación irá dirigida inicialmente al puerto de *Narbo* y posteriormente hacia Roma, al igual que los vinos saguntinos. Igualmente desde la Bética ya con Cesar se estaban realizando envíos de aceite en dirección a Roma como tributos para frumentaciones, práctica que se desarrollará y sistematizará en el Alto Imperio.



Fig. 41.- Vista de los cuatro pisos de estiba de Dr. 1B del pecio de Albenga (Foto: Autor)

Son muchos los yacimientos conocidos, principalmente por la escuela francesa, en los que encontramos materiales arqueológicos provenientes de la Bética, que reorganizados en un puerto principal del Sur de la Península Ibérica partieron embarcados con destinos al Golfo de León y a Roma. Pecios como el *Port-Vendres II* (Colls *et al.* 1977), *Sud Lavezzi 2* (Liou, Domergue 1991), *Sud Perduto 2* (Bernard, Domergue 1991), *Arles IV* (Long 1998) son muestra de un momento, principalmente el s. I, de gran dinamismo comercial que conlleva una exportación de productos por todo el Mediterráneo Occidental. La riqueza de esta provincia es indiscutible: Estrabón menciona que las naves más grandes que llegaban a los puertos de Roma eran las provenientes de la Bética (Strb. III, 2, 6) cargadas en parte con aceite. Los pecios naufragados en Bonifacio indican que el destino de muchos de ellos debió ser la misma ciudad de Roma. Los otros con materiales de la Bética, bien podrían acudir al puerto intermedio de *Narbo* o a las desembocaduras del Ródano para llevar estos productos hacia el norte por las cuencas fluviales, pasando por Lyon.

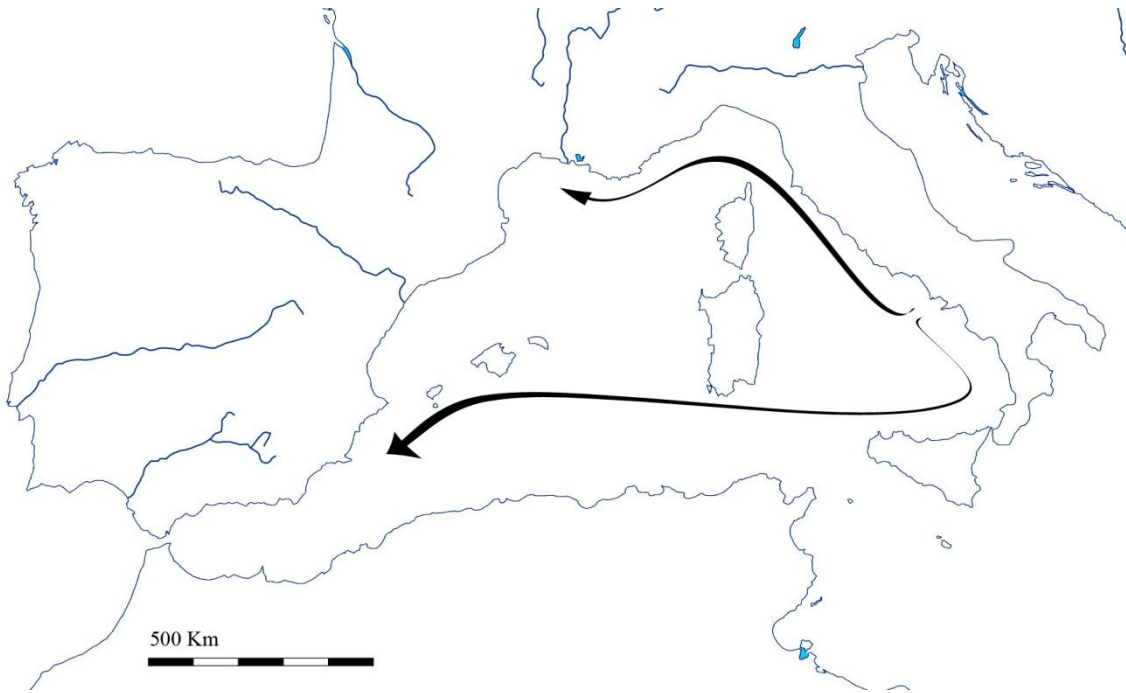


Fig. 42.- Propuesta de las principales vías de navegación entre los ss. II-I a.C. desde la Península Itálica hacia Galia e Hispania, relacionadas con la exportación del vino (Dibujo: Autor)

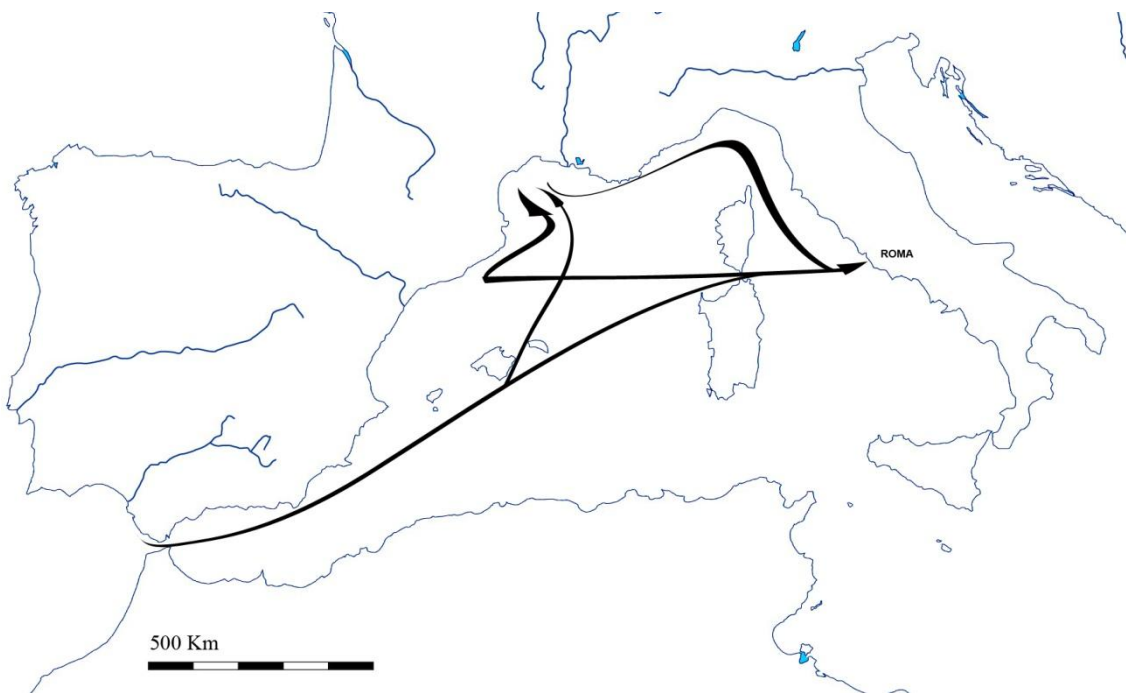


Fig. 43.- Propuesta de las principales vías de navegación entre el s- I-II d.C. desde Hispania y Galia, hacia Roma (Dibujo: Autor)

6. LÍMITES CRONOLÓGICOS Y GEOGRÁFICOS. LOS YACIMIENTOS MÁS REPRESENTATIVOS PARA EL ESTUDIO DE LA ARQUITECTURA NAVAL A ESPIGAS Y MORTAJAS

La evolución técnica en la construcción naval es lenta. Quizás los constructores navales sean uno de los colectivos más conservadores en este aspecto y de los más reacios a hacer las cosas de manera diferente a como les fueron enseñadas por sus maestros (*Vid. supra* p. 23). Ello se tradujo en que en la Antigüedad no existió ningún tipo de revolución tecnológica en el sentido actual del término, es decir: los cambios en la arquitectura naval se produjeron muy lentamente. Por otra parte contamos con un número reducido de yacimientos arqueológicos con restos del casco de embarcaciones, por lo que únicamente podremos analizar la arquitectura naval de los veleros de comercio romanos armados a espigas y mortajas con una amplia perspectiva histórica.

Para ello realizamos una primera síntesis atendiendo a los orígenes de esta técnica de armar los barcos mediante la unión a tope de las tracas del casco, con la técnica de espigas y mortajas fijadas por clavijas, con las primeras y únicas evidencias de embarcaciones del Bronce Final en el mar, *Uluburun* y *Cabo Gelidonya*. A continuación damos un importante salto cronológico hasta los siguientes yacimientos conocidos del s. VII a.C., *Mazarrón 1* y *2*, los ss. VI-V a.C., *Jules Verne 7*, *Cesar 1*, *Grand Ribaud F* y ss. V-IV a.C., *Gela 2*, *Ma'agan Mikhael*, *Binissafüller*, *Kyrenia*. Para estas cronologías, el número total de yacimientos que aportan información para el estudio de la arquitectura naval previa a la Época Helenística, podríamos decir que es reducido, once en total, pero nos aportan una base sólida para la mejor comprensión y estudio del periodo romano.

Existe una mayor profusión de yacimientos arqueológicos que conservan restos del casco desde mediados del s. III a.C. con los pecios de *Marsala & Sister Ship* y *Tour Fondue* y ya desde el s. II a.C. el número aumenta de manera considerable con los pecios de *Chrétienne C*, *Baie de Briande*, *Jarre 4*, *Cavalière*, *Colonia Sant Jordi*, *Caveaux I*, *Jeume Garde B*. En el s. I a.C. la exportación del vino itálico hacia la Galia y su posterior redistribución ha permitido que el *corpus* de yacimientos sea notable, destacando los yacimientos de *Roche Fouras*, *Mahdia*, *Chrétienne A*, *Miladou*, *Palamós*, *Madrague de Giens*, *Pointe Pomègues*, *Cap de l'Estérel*, *Cap Gros*, *Dramont A*, *Titan*, *Plane I*, *Cap Béar 3*, *Dramont C*, *Tradelière*, *Fos 1*, *Cap Bénat*, *Ladispoli*, *Rabiou* y *Cap del Vol*. Prácticamente cerca del cambio de Era, se inicia un nuevo espacio socioeconómico con la llegada del Alto Imperio y una completa transformación de las rutas marítimas del Mediterráneo Occidental (*Vid. supra* p. 82). Los pecios representativos son *Conque des Salins*, *Giraglia 1*, *Saintes Maries 24*, *Barthélémy B*, *Sud Lavezzi 3*, *Bou Ferrer*, *Albufereta 1*, *Perduto 1*, *Dramont I*, *Giraglia Ouest 2*, *Baie de l'Amitié*, *Sud Lavezzi 5*, *Calanque de l'Âne*, *Napoli A*. En el s. II destacamos *Port Vendres 3*, *Saint Gervais 3*, *Tiboulén de Maire*, y en el s. III, *La Bourse*, *Musée des Docks*, *Napoli B*, *Napoli C*, *Pomègues Laurons 1, 2, 3 y 4*. Para los ss. IV y V, en el bajo imperio, destacamos los pecios de *Fiumicino 1* y *Dramont F*.

La etapa a la que prestaremos una especial atención será la comprendida entre los ss. III a.C. y II d.C.

Nº	Yacimiento	Cronología
I	<i>Uluburun**</i>	1310 a.C.
II	<i>Cabo Gelidonya**</i>	ca. 1200 a.C.
III	<i>Mazarrón 1</i>	ca. 650 a.C.
IV	<i>Mazarrón 2</i>	ca. 650 a.C.
V	<i>Jules Verne 7</i>	525-510 a.C.
VI	<i>Cesar 1</i>	525-510 a.C.
VII	<i>Grand Ribaud F</i>	525-510 a.C.
VIII	<i>Gela 2</i>	425 a.C.
IX	<i>Ma'agan Mikhael**</i>	450-425 a.C.
X	<i>Binissafüller</i>	400 a.C.
XI	<i>Kyrenia**</i>	310 a.C.
1	<i>Marsala&Sister Ship</i>	ca. 250 a.C.
2	<i>Tour Fondue</i>	250-225 a.C.
3	<i>Chrétienne C</i>	175-150 a.C.
4	<i>Baie de Briande</i>	150 a.C.
5	<i>Jarre 4</i>	Segunda ½ o último ¼ del s. II a.C.
6	<i>Cavalière</i>	ca. 100 a.C.
7	<i>Colonia Sant Jordi</i>	ca. 125-100-80 a.C.
8	<i>Caveaux I</i>	Fin s. II inicio del I a.C.
9	<i>Jeune Garde B</i>	Fin s. II inicio del I a.C.
10	<i>Roche Fouras</i>	Inicio s. I a.C.
11	<i>Madhia</i>	90-80 a.C.
12	<i>Chrétienne A</i>	ca. 75 a.C.
13	<i>Miladou</i>	ca. Fin s. II a.C. ½ s. I a.C.
14	<i>Palamós</i>	Entre el 100-50 a.C.
15	<i>Madrague de Giens</i>	75-60 a.C.
16	<i>Pointe Pomègues</i>	100-50 a.C.
17	<i>Cap de l'Estérel</i>	s. I a.C.
18	<i>Cap Gros</i>	Mitad del s. I a.C.
19	<i>Dramont A</i>	Primera mitad del s. I a.C.
20	<i>Titan</i>	ca. 50 a.C.
21	<i>Plane I</i>	ca. 50 a.C.
22	<i>Cap Béar 3</i>	ca. 50-25 a.C.
23	<i>Dramont C</i>	Tercer ¼ s. I a.C.
24	<i>Cap Bénat</i>	S. I a.C.
25	<i>Fos 1</i>	Tercer ¼ s. I a.C.
26	<i>Tradelière</i>	Segundo ¼ s. I a.C.
27	<i>Ladispoli</i>	Cambio de era.
28	<i>Rabiou</i>	Fin s. I a.C. 15-10 a.C.
29	<i>Cap del Vol</i>	Fin s. I a.C. inicio s. I d.C.
30	<i>Conque des Salins</i>	15-236 d.C.
31	<i>Giraglia 1</i>	ca. 20 d.C.
32	<i>SM 24</i>	ca. 40-75 d.C.
33	<i>Ilot Barthélémy B</i>	Primer ¼ s. I d.C.
34	<i>Sud Lavezzi 3</i>	Primer ¼ s. I d.C.
35	<i>Bou Ferrer</i>	ca. 50 d.C.
36	<i>Albufereta I</i>	Segundo ¼ s. I d.C.
37	<i>Perduto 1</i>	ca. ½ s. I d.C.
38	<i>Dramont I</i>	s. I d.C.
39	<i>Ouest Giraglia 2</i>	ca.40 d.C.
40	<i>Baie de l'Amitié</i>	ca. 50-100 d.C.
41	<i>Sud Lavezzi 5</i>	ca. 50-150 d.C.
42	<i>Calanque de l'Âne</i>	Segunda mitad s. I
43	<i>Napoli A</i>	Fin s. I d.C.
44	<i>Port-Vendres 3</i>	Mediados s. II d.C.
45	<i>Saint Gervais 3</i>	148-150 d.C.
46	<i>Tiboulén de Maire</i>	Mediados s. II

47	<i>Bourse</i>	199-220 d.C.
48	<i>Musée des Docks</i>	II-III d.C.
49	<i>Napoli B</i>	II-III d.C.
50	<i>Napoli C</i>	II-III d.C.
51	<i>Pomègues</i>	Segunda mitad s. III
52	<i>Laurons 1</i>	Fin s. III inicios s. IV
53	<i>Laurons 2</i>	Fin s. II
54	<i>Laurons 3</i>	Fin s. III inicios s. IV
55	<i>Laurons 4</i>	Fin s. III inicios s. IV
56	<i>Fiumicino 1</i>	s. IV –V
57	<i>Dramont F</i>	Inicio s. V

Tabla 3.- Listado de los yacimientos más representativos del Mediterráneo Occidental con estudios de arquitectura naval, (salvo los indicados **).

6.1. LÍMITES GEOGRÁFICOS

Los límites geográficos de nuestra investigación están en el Mediterráneo Occidental (Fig. 38), donde se concentran el mayor número de yacimientos estudiados de cronología romana. Este hecho es debido por una parte a que la escuela francesa ha excavado un gran número de ellos, algo que no tiene un equivalente en ninguna zona del Mediterráneo Oriental, por falta de tradición investigadora en arqueología subacuática y naval, salvo el caso de las excavaciones del I.N.A. y las de la Universidad de Haifa (Israel). Por otra parte, señalamos que para la Época Imperial donde existe constancia histórica y arqueológica de un gran tráfico marítimo *annonario* desde el puerto de Alejandría hasta *Puteoli* (Tchernia 1986), no existe ningún pecio conocido que participase de este transporte (salvo quizás *Sud Lavezzi 5*, Delauze *et al.* 2007: 96), dado que el producto transportado, a diferencia del comercio contemporáneo en el Mediterráneo occidental, estaba envasado en contenedores fabricados en material orgánico (trigo en sacos) (Fig. 44), que presumiblemente conlleva que el proceso tafonómico del yacimiento subacuático finalice sin la creación de un túmulo de material que proteja y preserve los restos en madera (*Vid. infra* p. 96).



Fig. 44.- La *Isis Geminiana*, nave *caudicaria* cargando grano para transportarlo desde el puerto de *Ostia* a la ciudad de *Roma* (Pomey *et al.* 1997: 117).

Aun estando los límites geográficos de nuestro trabajo en el Mediterráneo Occidental, debemos atender a algunos pecios situados en el Mediterráneo Oriental, en tanto en cuanto que son muy representativos y únicos en los estudios de la evolución de la arquitectura naval en ese momento prerromano, como son los pecios de *Uluburun*, *Cabo Gelidonya*, *Ma'agan Mikhael*, *Kyrenia*. Representan únicamente un 6% de los yacimientos estudiados en el presente trabajo y no se corresponden con nuestro periodo cronológico de mayor interés.

6.1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS YACIMIENTOS DEL CORPUS

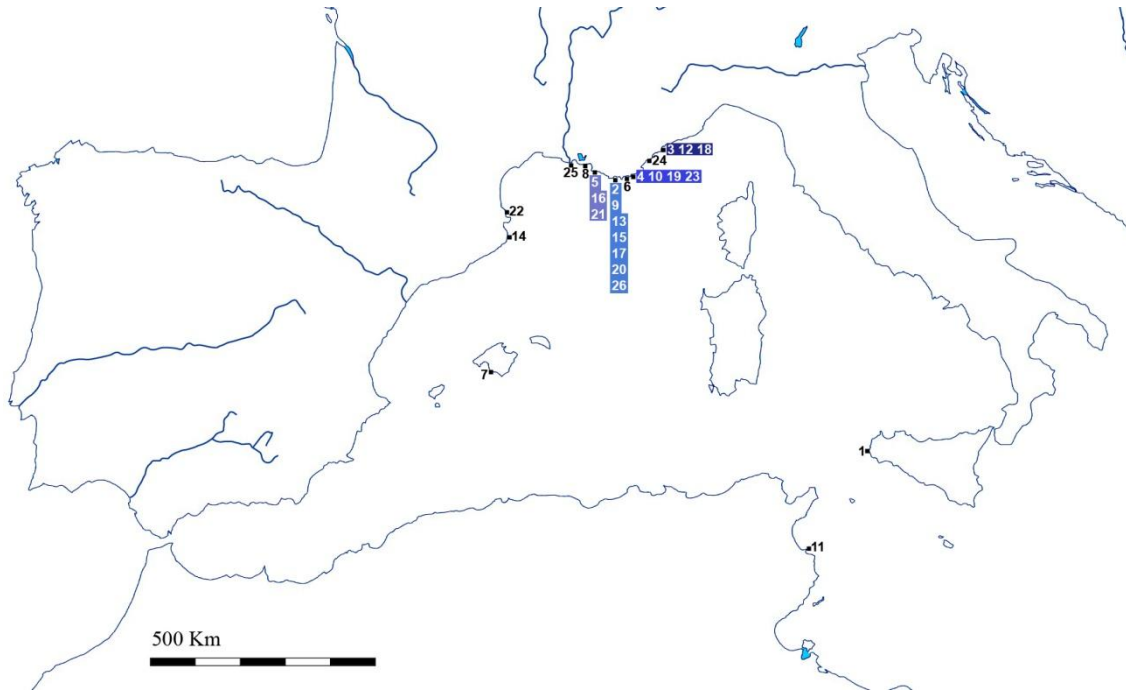


Fig. 45.- Situación de los pecios del periodo helenístico-republicano 1.- Marsala&Sister Ship ; 2.- Tour Fondue ; 3.- Chrétienne C ; 4.- Baie de Briande ; 5.- Jarre 4 ; 6.- Cavalière ; 7.- Colonia Sant Jordi ; 8.- Caveaux I ; 9.- Jeune Garde B ; 10.- Roche Fouras ; 11.- Madhia ; 12.- Chrétienne A ; 13.- Miladou ; 14.- Palamós ; 15.- Madrague de Giens ; 16.- Pointe Pomègues ; 17.- Cap de l'Estérel ; 18.- Cap Gros ; 19.- Dramont A ; 20.- Titan ; 21.- Plane I ; 22.- Cap Béar 3 ; 23.- Dramont C ; 24.- Tradelière ; 25.- Fos 1 ; 26.- Cap Bénat.

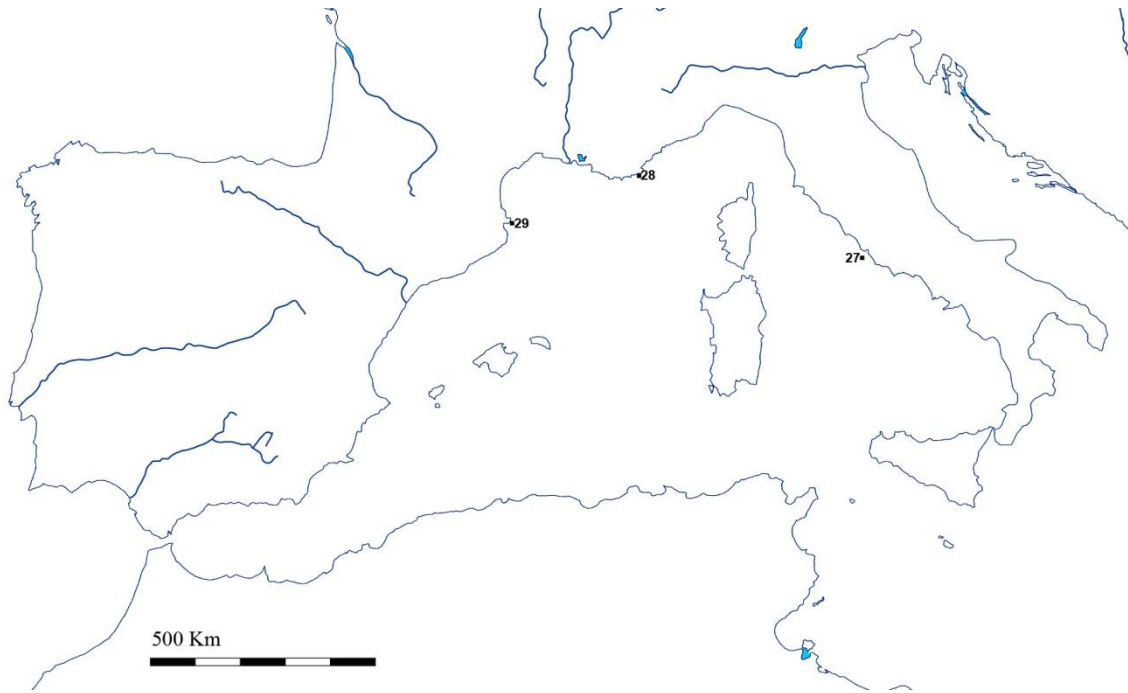


Fig. 46.- Situación de los pecios en el cambio de la Era. 27.- Ladispoli; 28.- Rabiou; 29.- Cap del Vol.

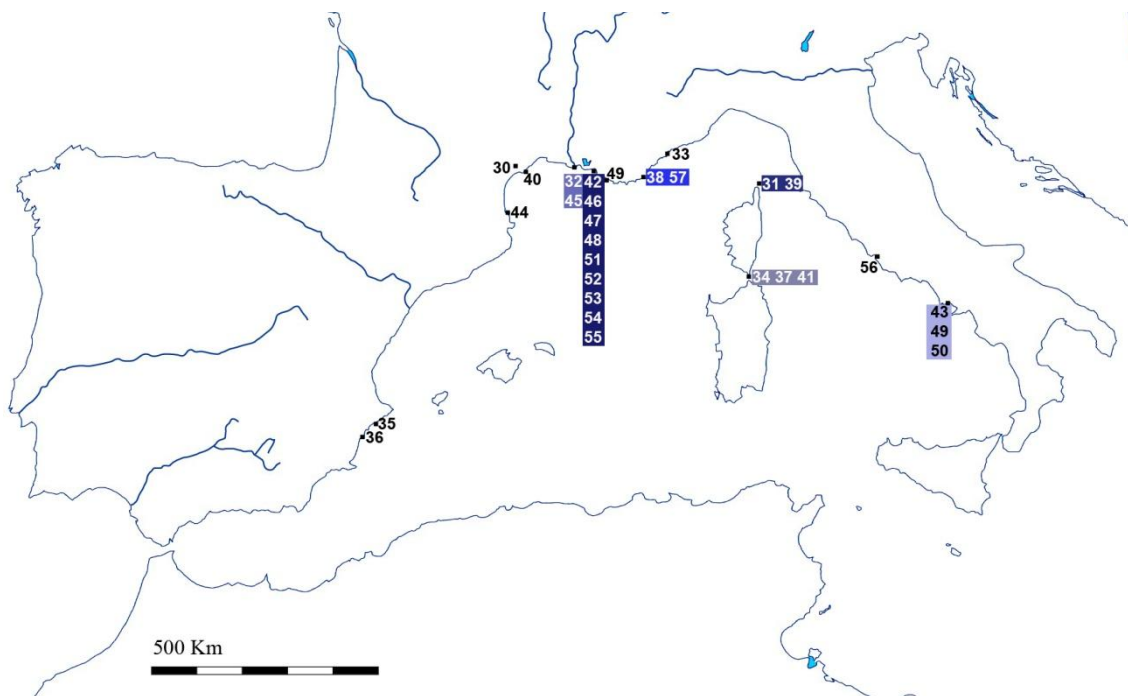


Fig. 47.- Situación de los pecios del periodo imperial. 30.- Conque des Salins ; 31.- Giraglia 1 ; 32.- SM 24 ; 33.- Ilot Barthélémy B ; 34.- Sud Lavezzi 3 ; 35.- Bou Ferrer; 36.- Albufereta I; 37.- Perduto 1; 38.- Dramont I; 39.- Ouest Giraglia 2; 40.- Baie de l'Amitié; 41.- Sud Lavezzi 5 ; 42.- Calanque de l'Âne ; 43.- Napoli A ; 44.- Port-Vendres 3 ; 45.- Saint Gervais 3 ; 46.- Tiboulén de Maïre ; 47.- Bourse ; 48.- Musée des Docks ; 49.- Napoli A ; 50.- Napoli C ; 51.- Pomègues ; 52.- Laurons 1; 53.- Laurons 2 ; 54.- Laurons 3 ; 55.- Laurons 4; 56.- Fiumicino 1; 57.- Dramont F.

7. LOS YACIMIENTOS, LA ARQUITECTURA NAVAL Y SUS PROBLEMÁTICAS

La presente tesis doctoral sobre la arquitectura naval en el periodo romano se basa única y fundamentalmente en la documentación arqueológica de los restos de cascos de naves que se han preservado hasta la actualidad. La conservación de la madera en ambiente subacuático que incluye el fondo marino, las aguas interiores y los niveles freáticos⁶² ha permitido que desde las primeras excavaciones científicas se fuesen documentando arqueológicamente los restos en madera del casco de las embarcaciones. Es por ello es un campo de investigación tan joven como lo es la propia arqueología subacuática; sin embargo los progresos han sido notables en las dos últimas décadas. Se ha pasado de documentar arqueológicamente de manera descriptiva, muchas veces sin comprender lo que se tenía delante y pasándose por alto observaciones⁶³, a crearse una verdadera escuela de arqueología naval, cuyo principal objeto de estudio es el barco y sus técnicas de construcción. El término *arquitectura naval* adoptado de la lengua inglesa o francesa, parece más preciso para denominar al campo de investigación que no el común en lengua hispana de *ingeniería naval*, ya que la parcialidad de los restos que se conservan bajo el agua solo permite a los arqueólogos estudiar, en la mayoría de ocasiones, como se ha construido la nave, siendo contados los ejemplos en los que se puede llegar a la completa restitución de las líneas del barco (*Vid. supra* p. 68).

7.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DE ESTUDIO

Nuestro trabajo debe basarse fundamentalmente en la documentación arqueológica y en concreto en la bibliografía producida entre las tres últimas décadas del s. XX y la primera del s. XXI. Una recopilación bibliográfica de un tema cualquiera es un verdadero proceso científico de búsqueda de información, exhaustivo para evitar lagunas, que tras su análisis detallado nos proporciona una perfecta “fotografía” del

⁶² Existen yacimientos arqueológicos que en el momento de creación fueron subacuáticos en sentido estricto, pero que por una serie de procesos geomorfológicos se encuentran en la actualidad en tierra firme, pero 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 los que se encuentran sumergidos en el fondo del mar o en las aguas interiores (ríos, deltas, lagos o albuferas). 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 especializados para su excavación y documentación.

⁶³ Que dan sentido a la frase del profesor Nieto: bajo el agua, sobre el casco de la nave, en la madera, se reconoce aquello que se conoce.

estado de la cuestión de la arquitectura naval romana. A la vez esto nos permitirá también conocer si existen hipótesis de trabajo o metodologías de estudio que varíen nuestro punto de partida en la investigación.

7.1.1. CRÍTICA DE LA FUENTE BIBLIOGRÁFICA

Tradicionalmente el método histórico, específico de la Historia como ciencia social, ha sometido a las fuentes escritas, entendidas como los documentos que van a permitir escribir Historia o elaborar historiografía, a una serie de cuestiones siguiendo una metodología que desde una óptica crítica, intenta verificar la trascendencia, veracidad y aportes del documento histórico. Se basa en la premisa prudente de no dar completa fiabilidad a ningún escrito solo por el mero hecho de revestir antigüedad, ya que su contenido podría ser incorrecto, exagerado o falso, ya en su momento de creación. Ello deforma la percepción del pasado que puede extraer el historiador si toma directamente como cierto lo allí escrito, sin someterlo a crítica y olvidando que la mano del hombre ha participado en su creación, con todo lo que ello comporta (Bloch, 2001). Como reflexión queremos señalar que también los estudios arqueológicos pueden contener errores o fallos, a veces detectables, otros no, y que deforman las investigaciones, por ser informaciones o datos que se repiten recurrentemente en la bibliografía, construyéndose discursos en realidad falsos.

Para el estudio de la arquitectura naval de la marina mercante romana, las fuentes literarias son escasas (p. e. Luciano *El navío* 5; 6; 7 o San Pablo, *Segunda epístola a los Corintios XI*, 25) y aquellas que podrían tener relación con lo náutico deberíamos enmarcarlas más en el estudio de la antropología cultural de la época romana que no en un discurso sobre cómo son y se construyen los barcos⁶⁴. Las fuentes escritas antiguas suelen dar informaciones étnicas, culturales o geográficas, donde a diferencia de lo bélico o militar, la cuestión de arquitectura naval no presenta un papel relevante.

El proceso de revisión de toda la bibliografía implica una selección primera entre aquellos trabajos que nos merecen interés de un gran conjunto, pasando después al análisis crítico de la información recogida en cada artículo u obra. Un trabajo arqueológico subacuático está sujeto al saber y conocimientos de aquellos que lo han elaborado en una determinada época, en la mayoría de ocasiones condicionado por un medio físico subacuático desfavorable y con unas técnicas en constante evolución. Se debe gestionar la información, la corrección y la reinterpretación deontológicamente.

⁶⁴ En la obra dirigida por Pomey, *La navigation dans l'Antiquité* encontramos una relación completa de las fuentes clásicas relativas a la temática. (Pomey *et al.* 1997: 199)

Nuestra experiencia en el campo de la arqueología subacuática y en los estudios de arquitectura naval realizados *in situ*, nos lleva a reconocer que existen errores. Por ello siempre hay espacio para nuevas interpretaciones sobre trabajos que más que incorrectos en sí, pueden no haber formulado al yacimiento las preguntas oportunas.

La ciencia avanza y evoluciona, dejando atrás hipótesis de trabajo que el tiempo no ha confirmado y que lleva a hacer nuevas relecturas de aquello que se conoce, desde nuevas perspectivas.

Por último, queremos señalar que desde nuestro punto de vista existe un matiz diferenciador entre la arqueología propia de los barcos y la arqueología náutica. La primera atiende al estudio del principio de concepción, las técnicas empleadas, sus evoluciones, sus influencias, las familias y las firmas arquitecturales, las especies vegetales utilizadas, el tonelaje de porte, la función y el espacio de navegación, todo ello mediante el análisis detallado de los restos lígneos que se conservan en la actualidad. Para poder realizar un estudio de este tipo se requiere de una formación específica muy precisa. Por otra parte, podríamos señalar que la arqueología náutica engloba todo aquello relacionado con el estudio de las sociedades pasadas del hombre partiendo de los restos arqueológicos relacionados con la cultura del mar: puertos, fondeaderos, paleo-paisaje, clima marítimo, producciones cerámicas, rutas, comercio y también los barcos y sus técnicas de construcción. Por ello tiene un espectro de estudio mucho más amplio y por ello de menor detalle que la arqueología naval propiamente dicha. En la mayoría de las ocasiones encontramos en la bibliografía excelentes trabajos de arqueología náutica pero con partes referidas a la arqueología naval francamente mejorables. Queremos también señalar que la arqueología subacuática como término que aglutina a un conjunto de métodos y técnicas para la excavación y registro bajo el agua, con el tiempo ha sido asimilada popular y también científicamente al de arqueología náutica, por ser coincidentes el campo de actuación metodológica y el campo de estudio.

7.1.2. LA DOCUMENTACIÓN ARQUEOLÓGICA SUBACUÁTICA EN EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL

Acabamos de señalar que para nuestro trabajo la fuente principal de conocimiento es la bibliográfica, donde partiendo de artículos y obras monográficas compondremos según nuestro criterio un *corpus* de yacimientos arqueológicos subacuáticos, donde los grupos principales corresponderán con los periodos cronológicos de nuestro interés. En la marina antigua existía una amplia tipología de

embarcaciones destinadas a múltiples funciones y espacios de navegación; sin embargo la documentación arqueológica subacuática es parcial ya que ofrece una visión de la arquitectura naval antigua sesgada en la que fundamentalmente se han preservado pecios de veleros de comercio y, en algunos casos puntuales, embarcaciones relacionadas con las actividades portuarias. Disponemos pues de una muestra parcial de la arquitectura naval romana ya que no solo son conocidos los pecios naufragados a cotas batimétricas accesibles con los medios comunes de la arqueología subacuática, sino que además únicamente se han conservado aquellos cuya carga ha protegido los restos del casco (comúnmente ánforas y/o minerales en bruto), por lo que los barcos dedicados a cualquier otro transporte o función han desaparecido del registro arqueológico⁶⁵.

7.1.2.1. La formación de los yacimientos

La pérdida de un barco con su carga y tripulación es un desastre humano y económico para quienes intervenían de una manera u otra en la operación comercial. El naufragio puede estar motivado por múltiples causas como pueden ser el golpeo contra bajos y/o los sobreesfuerzos del casco que le llevan a su colapso. La disposición más habitual (aunque no única) de los pecios en el lecho marino es la de reposar con la obra viva del casco en el propio fondo. Podríamos decir que es como si yaciesen en el sustrato con su propia posición de navegación. Ello quizás tiene una explicación.

Las filmaciones subacuáticas realizadas por J.A. Moya⁶⁶ de la *Fundación General de la Universidad de Alicante* durante el hundimiento controlado de varios pesqueros a profundidades de 20-30 m plasman como éstos caen lentamente hacia el fondo, dado el volumen de agua que tiene que desplazar, sirviendo las líneas fusiformes de sus cascos para hundirse dando ciertos bandazos a babor y estribor, a proa y a popa,

⁶⁵ No es el objetivo del presente texto entrar en cuestiones historiográficas, pero sí que consideramos oportuno señalar, como principal crítica a la fuente arqueológica, que el conocimiento está sesgado por regiones geográficas y con un rigor basado en las diversas calidades de los equipos de investigación. Los fondos marinos “conocidos”, básicamente son los accesibles con escafandra autónoma y principalmente en zonas geográficas con tradición en el estudio arqueológico submarino, como es principalmente la Francia mediterránea, seguida a distancia por Cataluña.

⁶⁶ Agradecemos las explicaciones de quien ha visto como documentalista submarino el proceso en varias ocasiones.

para impactar después contra el fondo y acabar tendidos en uno de los costados⁶⁷. El proceso debió ser parecido con los barcos romanos.

Una vez el barco ha quedado tendido en el fondo marino se inician varios procesos de afecciones por las corrientes y/o movimientos del mar (variables según la cota batimétrica), las acciones de la fauna y flora marina. La más notable es la acción de los xilófagos (Fig. 48) como el *Teredo navalis*⁶⁸ por la que, poco a poco, la estructura en madera de la nave va desapareciendo irremediabilmente.



Fig. 48.- Ejemplo de un extremo de cuaderna del pecio de Binissafúller donde se observa en la parte izquierda de la imagen, las cavidades dejadas por el *Teredo navalis*. (Foto: Autor)

En función del tipo de sustrato marino y del cargamento transportado (en el caso de tratarse de un barco comercial), el proceso tafonómico del yacimiento subacuático que dura hasta actualidad, condicionará qué partes del casco de la nave se preservarán y cuáles desaparecerán completamente. El envase por excelencia en época romana para el transporte de alimentos es el ánfora, cuyo propio diseño atiende a la mejor estiba del cargamento en la bodega y que reposando el pecio en el lecho marino poco a poco conformará un túmulo según las estructuras en madera de la obra muerta del barco vayan desapareciendo, creándose a su vez un sello para la parte inferior del casco (Fig.

⁶⁷ El hundimiento controlado de una réplica del pecio de Uluburun en Kas (Turquía) para la creación de un parque de buceo recreativo tuvo el mismo resultado, quedando el barco en posición de navegación en el lecho marino.

⁶⁸ Se trata de un molusco bivalvo xilófago marino, de cuerpo blando. Se alimenta de la madera que desmenuza, pero se nutre principalmente del filtrado de agua que circula en su organismo. Las paredes de la galería que excava están solidificadas por una fina secreción blanca calcárea, que forma un tubo de 20 a 30 cm, lo cual le permite vivir largo tiempo en maderas frágiles, esponjosas, blandas o muy descompuestas. Vive probablemente en simbiosis con bacterias que le ayudan a atacar y digerir la madera.

49). Si se da la circunstancia de que el fondo marino es mínimamente arenoso o fangoso (medio anaeróbico), se conservarán porciones del casco.

Las afecciones en la madera bajo el agua se deben producir rápidamente, según nuestras propias observaciones subacuáticas. Por lo que hace referencia a los procesos tafonómicos que sufren los pecios en un sustrato predominantemente rocoso, sabemos que un pesquero hundido a propósito en el Cap de San Antoni (Xàbia-Alacant) en la década de los setenta del pasado siglo⁶⁹, en la actualidad no quedan más que partes del motor y molinetes que no fueron desguazados en su momento junto con algunos pequeños fragmentos de madera concrecionados con el hierro. Estado diferente del de otro pesquero naufragado en un sustrato fangoso influenciado por la desembocadura del río Ebro, que apareció en una prospección arqueológica subacuática preventiva con motivo de la construcción de un gasoducto en Vinaròs (Castelló). Hundido en la década de los cincuenta del pasado siglo, según informaciones orales, se encontraba en muy buen estado, conservándose hasta la regala. El pecio, poco a poco se va hundiendo (interestratificándose) en el sustrato del enclave (Fig. 50).

7.1.2.2. Una parte no puede ser el todo

Una vez señalada la visión sesgada que tenemos de la marina antigua a través de la arqueología subacuática, hay que añadir un tercer elemento a valorar. Existe fundamentalmente documentación arqueológica subacuática con estudios de arquitectura naval en zonas geográficas muy concretas, la mayoría de ellas coincidentes con la costa meridional francesa y la isla de Córcega, territorios dependientes del actual DRASSM (*Vid. supra* p.89). Es por ello que se tiene una muestra representativa de la arquitectura naval antigua pero donde lógicamente una parte no puede ser el todo. Pongamos el ejemplo del comercio de salazones y aceite en época alto imperial para explicar nuestro argumento. Los barcos con cargamentos procedentes de la Bética tenían un elevado tonelaje de porte, según se desprende de Estrabón, quien afirma que los navíos más grandes que llegaban a los puertos de Roma (*Puteoli* y *Ostia*) procedían de allí (*Strb.* III, 2, 6) dato que coincide con el tonelaje de porte de muchos de los pecios procedentes de la Bética conocidos en el estrecho de Bonifacio⁷⁰ (p. e. *Sud-Lavezzi* 2, 22-30 d.C.) cuya zona de hundimiento lleva a suponer que el puerto de destino más

⁶⁹ Visitado por nosotros y un grupo de estudiantes de arqueología subacuática de la Universitat de València durante un curso en septiembre del año 2011.

⁷⁰ Zona de rápida conexión marítima entre el mar Tirreno, el Gálico e Ibérico, con vientos fuertes y corrientes, a veces caprichosas. La presencia de numerosas islas y escollos (p.e. Cavallo, Lavezzi o Perduto) convierte a las Bocas de Bonifacio en una trampa para los navegantes, cuando el clima marítimo empeora. La densidad de pecios debe de ser de las más elevadas del Mediterráneo Occidental.

probable era Roma⁷¹. Estos pecios nos ofrecen el testimonio de una intensa actividad comercial por vía marítima en el alto Imperio, especializada en productos derivados del pescado (salazones y salsas fundamentalmente) que se producían en las factorías del *Círculo del Estrecho*. Pecios como el *Arles IV* (Long 1998) naufragado a -660 m de profundidad, con un cargamento embarcado en un puerto principal bético⁷², atestiguan también una ruta de conexión hacia *Narbo* y las desembocaduras del Ródano⁷³.



Fig. 49.- Vista de un sondeo en el cargamento del pecio *Bou Ferrer* donde se observa la estiba en tres pisos de las ánforas, bajo las cuales se encuentra conservada y protegida parte del casco (Foto: Autor)

⁷¹ Tributos, comercio *annonario* y privado, están en relación con la exportación de productos béticos transportada por *navicularii* privados (*cfr.* Remesal 1995: 357, Tac., *Ann.*, IV, 6, 3. Suet, *Aug.*, 24, 1.)

⁷² Yacimiento profundo en el Golfo de León del que no se conoce nada de su arquitectura naval. La descripción de Plinio el Viejo para el brazo occidental del Ródano, como *Ostia Antica hispaniarum* (*NH.* III, V, 33) puede estar en relación con una ruta marítima de unión de estos dos espacios.

⁷³ Está extendido el apriorismo de que normalmente los naufragios costeros, aquellos que la disciplina arqueológica puede localizar y excavar, están relacionados con el último viaje desde un puerto, no siempre fácil de precisar, hacia un puerto de destino, que podría estar relacionado con la costa próxima al naufragio.

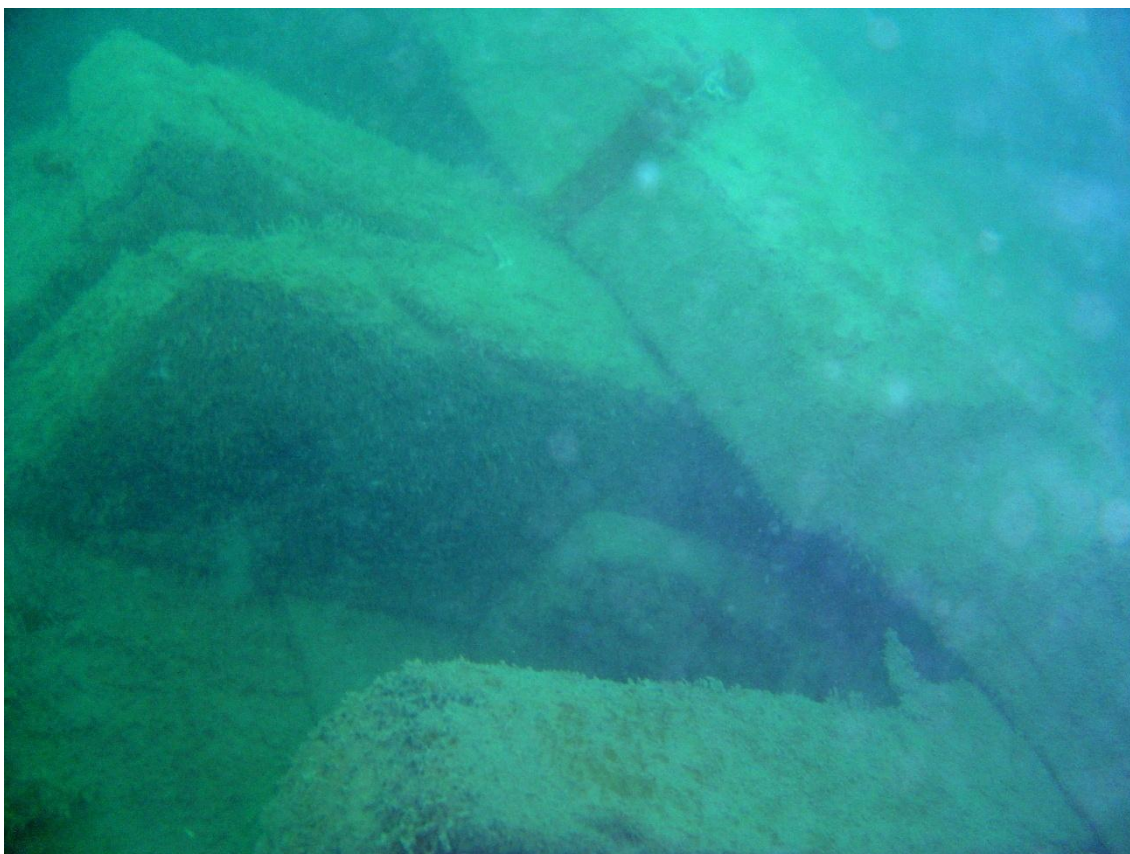


Fig. 50.- Primer plano de dos cuadernas y palmejar en madera del pecio del pesquero contemporáneo de Vinaròs (Castelló) en buen estado de conservación. (Foto: Autor)

La hipótesis de ruta de navegación más lógica para unir la Bética y Roma sería la que partiendo del área del estrecho, costearía levemente el N de África o el S de la Península Ibérica, para después alejándose de la costa remontar hacia las Baleares por alta mar, dirigiéndose después hacia el estrecho de Bonifacio, perdiendo referencias visuales durante gran parte del recorrido⁷⁴, es decir se trata de una ruta por alta mar, por

⁷⁴ La navegación romana es heredera de un saber marino consuetudinario y por ello conocedora de la navegación astronómica, con buena capacidad para calcular la latitud en la que se encuentra una nave (Medas 2004), pero estimando su longitud solo en base a la *peritia*, lo que obligaba a corregir rumbos al hacerse visible una costa conocida (Nieto, Santos 2009: 292-301). Por otra parte hemos de ser cautos al plantear recorridos fijos en la navegación a vela en la antigüedad, ya que una amplia casuística de situaciones meteorológicas y de urgencia comercial, pueden propiciar formulas diversas. La ruta directa, relacionada con un comercio de puerto principal a puerto principal, no implica que no puedan haber una o varias *stationes* o incluso que por cambios en los regímenes de los vientos o estado del mar, con el viaje iniciado, se tomasen alternativas a la ruta preestablecida, para llegar al puerto de destino.

lo que la mayor parte de este trazado queda alejado de las posibilidades de estudio de la arqueología subacuática actual (Fig. 43).

El producto principal comercializado en época imperial fue el aceite, que llegó masivamente a la ciudad de Roma (Fig. 25). A pesar de la amplia documentación existente sobre el enorme volumen de comercio de aceite que partió de la Bética con destino preferente a Roma, no se localiza un numero de naufragios acorde a tal importante tráfico⁷⁵. En la fachada mediterránea de la Península Ibérica, tan solo algunos casos (Fernández *et al.* 2008; Juan Fuertes 2009). Como se ha señalado, la ruta más probable seguida por estas naves de medio y gran tonelaje debió ser la directa de altura, uniendo puerto principal con puerto principal, con posibles *stationes* intermedias (navegación segmentada, *Vid. supra* p. 78). Esta opción implica que los posibles pecios béticos hundidos por temporales, seguramente se encontrarán muy distantes de la costa y por ello poco accesibles con los medios disponibles actualmente.

El presente discurso sobre el transporte de alimentos durante la época imperial y las rutas de altura, ejemplifica como en la actualidad la información sobre la arquitectura naval de las naves del periodo de interés está deformada, puesto que el litoral francés mediterráneo no puede dar una completa imagen de los barcos protagonistas de este transporte, si bien los de pecios de *Sant Gervais 3* y *Tiboulén de Maire* podrían ser una muestra representativa de este comercio en el s. II d.C.

7.1.3. LA FUENTE ICONOGRÁFICA

La fuente iconográfica es fundamental para el estudio de la marina mercante romana, sobre todo para conocer la obra muerta de los barcos, jarcias y velámenes, así como la interrelación de los navíos con el medio físico, los ambientes portuarios y/o costeros.

Como en toda representación gráfica, el propio soporte puede condicionar las líneas del dibujo, como puede ser el caso de una copa cerámica cuya forma implica que los trazos sean curvados (Fig. 51), o el grafiado en piedra arenisca o estuco, que obliga a veces a una simplificación de los elementos del barco y sus jarcias. Por otra parte queremos señalar que en la pintura mural romana muchas veces encontramos composiciones descriptivas o narrativas, pero a la vez con una falta de proporciones y

⁷⁵ Salvando las distancias por lo que hace referencia al cargamento perecedero que no crea túmulos que protejan la madera, sucede lo mismo con las naves de trigo alejandrinas, sin evidencias arqueológicas subacuáticas.

escala entre el barco y los personajes que en él aparecen, algo que casi parece un convencionalismo para toda la Antigüedad (p.e. Fig. 51, Fig. 55 y Fig. 56).



Fig. 51.- Hydria ática de figuras negras, primera mitad del s. VI a.C. Sobre el dorso se observa una nave a remo con los personajes dibujados en otra escala gráfica. Museo del Louvre (Foto: Autor)

También puede darse el caso que sean los ojos poco acostumbrados del artista los que creen errores en elementos náuticos o simples fallos de memoria, que pueden llevar a dibujar sin veracidad. Podemos señalar a modo de conclusión que los condicionantes de la iconografía antigua son las características físicas de los soportes, una idealización de los dibujos en dos dimensiones y muy comúnmente la falta de escala entre diversos elementos de una misma representación iconográfica. A los exvotos y grafiti de barcos (Fig. 53) se les atribuye una ejecución mucho más precisa y descriptiva, ya sean por motivos religiosos, pasatiempos o para contar historias, ya que han sido realizados por gentes del mar que conocen perfectamente cómo son los barcos de su época.

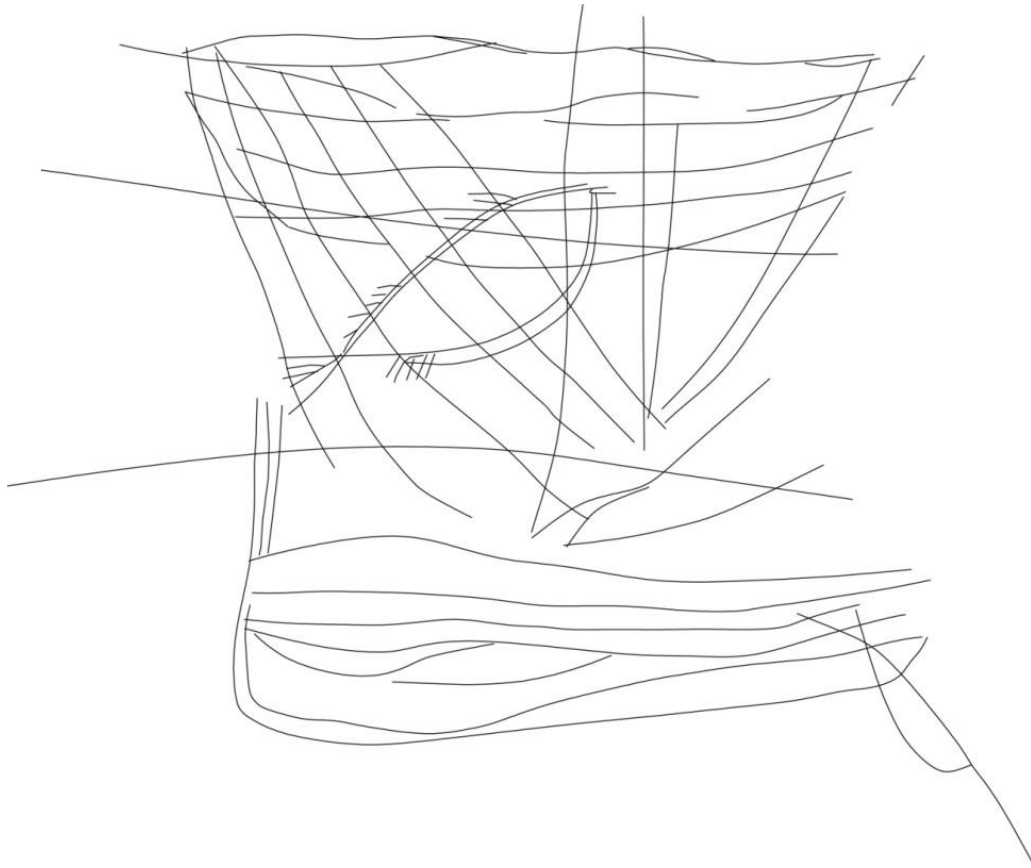


Fig. 52.- Calco a partir de fotogrametría de una de las embarcaciones grafiadas en el corredor de acceso al teatro de Pompeya, donde se observa el velamen a medio recoger. (Dibujo: Autor)

Las representaciones de embarcaciones grafiadas, como las numerosas existentes en los estucos de las paredes del canal de acceso al teatro de Pompeya o en los baños públicos, pueden indicar que estos enclaves eran un lugar de encuentro de marineros, donde contaban sus historias o hablaban de los barcos en los que habían navegado o pescado (Fig. 52). Los marineros son de una extracción social popular y es en los espacios públicos donde encuentran su lugar de esparcimiento⁷⁶. El soporte utilizado y

⁷⁶ Justamente en esta ciudad de Pompeya, por la particular fotografía que proporciona de una ciudad itálica de finales del s. I d.C. no se conoce en las casas de los más acaudalados referencia alguna a la navegación, ni el comercio marítimo. Solamente la casa del grafito *Europa*, en ningún caso de las más representativas, en lo que hace referencia a poderío económico, algo que nos trae a la mente la obra de Plutarco, *Vidas Paralelas*, cuando al referirse a la actividad comercial de Catón dice: *Dióse también al logro, y justamente al más desacreditado de todos, que es el marítimo...*(II, 25)

el grafo en este caso concreto favorecen las líneas rectas, por lo que en el conjunto de grafitos se pueden encontrar numerosos detalles de las jarcias del velamen, así como numerosos trazos que indican que la propulsión de los barcos era mixta, a vela y a remos en varios casos.

La obra de referencia en la actualidad sobre la iconografía antigua es el trabajo de Basch, *Le musée imaginaire de la marine Antique*, donde se recopila un extenso corpus con toda la iconografía conocida hasta la fecha de publicación.

En el periodo romano imperial muchas representaciones hacen referencia posiblemente a naves alejandrinas, las que normalmente portaban *supparum* al llegar al puerto de *Puteoli* (Pomey et al. 1997: 86) como aviso de que el trigo estaba en camino. El bajo relieve votivo del *Portus Augusti* de inicios del s. III d.C. que quizás sea una de las representaciones que más información náutica aporte, narra con un realismo casi sorprendente una escena en el puerto de Ostia en la que aparece un gran velero de comercio en la bocana frente al faro y otro análogo en el muelle, describiéndonos la acción de la llegada a puerto con religiosidad con ofrendas del emperador Septimio Severo y la emperatriz, agradeciendo la llegada a puerto tras una travesía favorable (Pomey et al. 1997: 82) (Fig. 55).

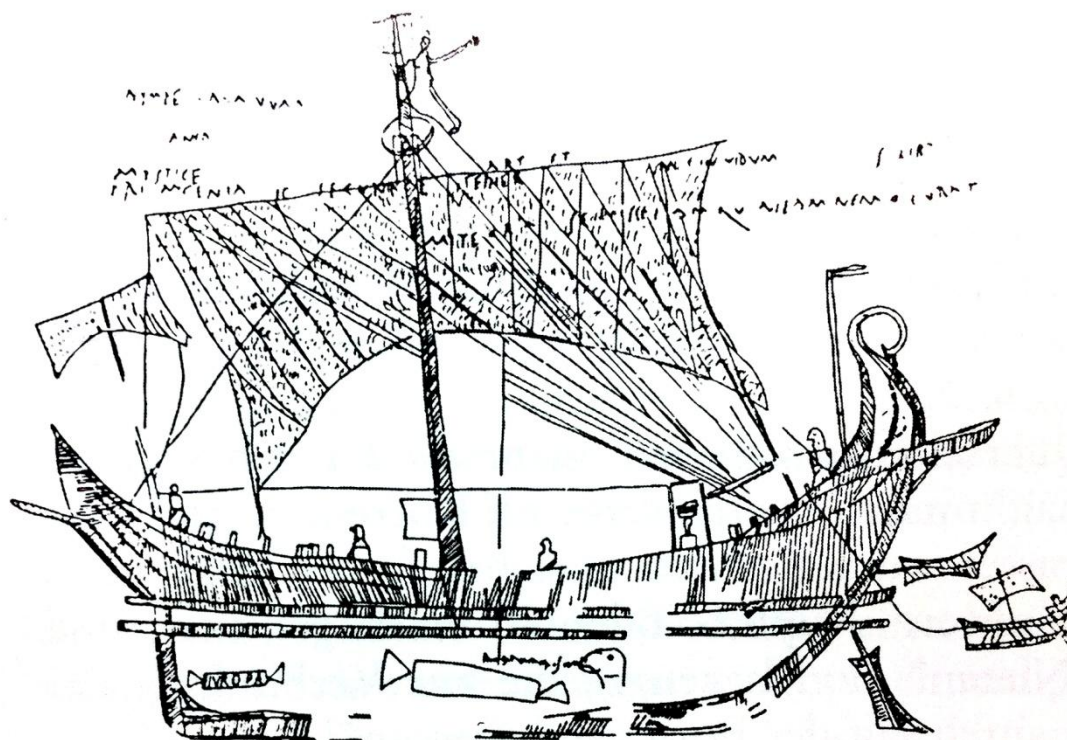


Fig. 53.- Grafito de la nave Europa de Pompeya, s. I d.C. (Basch 1987: 469, fig. 1051)

Las naves son prácticamente idénticas (Basch 1987: 462-463), con sedas cintas de carena* en el casco, y salvo por la decoración de la roda de proa, el hecho de la tremenda similitud entre las embarcaciones quizás pueda ser indicativo de un mismo tipo de barco, como podría ser la *Corbita*. La cinta de carena en la manga máxima o cuaderna maestra, debería coincidir con la línea de flotación con el barco cargado (Gassend, Roman 2010: 93). Si atendemos a las naves, una está representada con la vela cuadra izada en la bocana y la otra, con el velamen recogido en el muelle. En referencia

a las velas, aparte del *supparum*, idea para aumentar m² de trapo en un mástil monóxilo aprovechando los “triángulos” que crean los amantillos, debemos señalar que están confeccionadas a base de cuadros de tela cosidos (Wild, Wild 2001) de medidas semejantes, con la presencia de numerosas anillas en plomo y a veces de madera, cosidas al velamen y dispuestas de manera alineada para hacer de guías para las cargaderas de la vela. Ello debía crear velámenes muy pesados y con un comportamiento diferente de los modernos, ya que no se hincharían de la misma manera y crearían el efecto aerodinámico de succión, como ocurre con las actuales velas triangulares⁷⁷.



Fig. 54.- Popa de la nave Europa donde se observa como se levanta uno de los timones laterales para realizar una maniobra. Detalle de la embarcación remolcada. (Foto: Autor)

⁷⁷ Para estas cuestiones de las velas modernas y los efectos aerodinámicos semejantes a las alas de los aviones, véase <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/8332/1/Memoria.pdf>



Fig. 55.- Relieve votivo del *Portus Augusti* de inicios del s. III. (Pomey *et al.* 1997: 82)

Si nos fijamos en las jarcias, vemos que los obenques, muy bien representados, están tensados por vigotas⁷⁸ y se unen a la cubierta, transparentándose la regala a la altura de éstos en ambos dos casos, lo que parece indicar una borda abierta a la altura del mástil, quizás para ayudar al achique de la cubierta. Los obenques pasan todos por una guía de separado perpendicular a su recorrido, que los mantiene siempre en la misma posición. Vemos en la nave situada en el muelle la presencia de amantillos, que son los cabos que sustentan la verga y permiten el cambio de ángulo de ésta con el mástil desde cubierta, mediante unas poleas que cambian el sentido de movimiento de los cabos de vertical a horizontal. Justo en los triángulos simétricos que dibujan los amantillos con la verga y el mástil es donde se sitúa el velamen *supparum* como se ve en la nave que se encuentra navegando y que las identifica como annonarias con trigo. El mástil principal tiene cruz con dos orificios (poleas) para drizas destinadas a izar y arriar la verga. Este diseño de velamen y jarcias permite inclinar y variar la altura de la verga, lo que abre la puerta náutica, a la navegación que puede aprovechar los vientos que lleguen de través o de bolina.

⁷⁸ Como las aparecidas en el Puerto Des Laurons (Martigues-du-Rhone). (Ximénès, Moerman 1990)



Fig. 56.- Bajo relieve votivo de los *Quinquenales* de la corporación de los *Fabri Navales* de Ostia. (Pomey *et al.* 1997)

Aristóteles (*Mechanica*, 851-b) ya nos describe como jugando con cargaderas, amantillos, escotas, brazas y drizas se puede crear una vela triangular (cuchillo) con la que poder navegar ciñendo contra el viento (dando bordadas). Queremos proponer la posibilidad de que con un velamen cuadro romano se pueda navegar “contra el viento”, ciñendo, basándonos en el estay que sale por debajo de la cruz en la representación del *Portus Augusti* (Fig. 55). Éste es de un grosor considerable y se hace firme mediante una vigota en el mástil de proa, *artemon*, y parece que el estay, además de ayudar al sustento del mástil principal, obliga a la vela cuadro, hinchándose ésta de una manera muy particular con el viento lateral, por lo que proponemos a modo de hipótesis que pueda estar aprovechando náuticamente el viento de través.

También en el bajo relieve votivo de los *Quinquenales* de la corporación o *collegia* de los *Fabri Navales* de Ostia de finales del s. II o inicios del III (Fig. 56) se aprecia como el estay, de gran grosor, podría estar obligando a la vela cuadro para avanzar aprovechando un viento de través, comportándose náuticamente como una verga que hace funcionar la vela como si fuera prácticamente triangular. Se podría pues hinchar bien con el viento de través y se debería poder navegar ciñendo sin un ángulo muy acusado, con el viento de costado, dando bordadas (en zigzag). De aceptarse este argumento, podríamos sustentar que este tipo de velamen en concreto está optimizado para la navegación mediterránea, de altura y costera, lo que supone que la vela cuadro romana está técnicamente preparada para la navegación en alta mar, pero es aprovechable gracias a la acción del estay en una navegación costera, con maniobras, donde los vientos son mas variables.

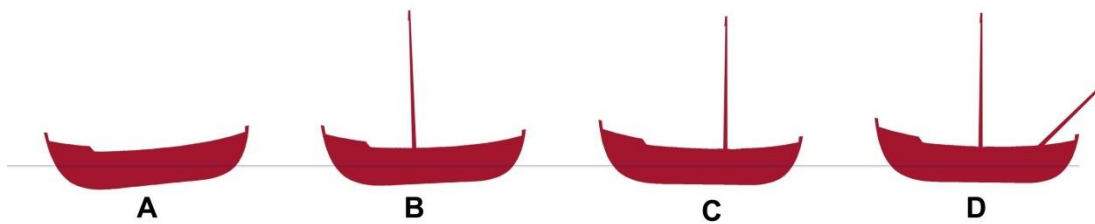


Fig. 57.- Esquema ejemplo del equilibrado de un casco a tope de carga. La línea azul representa el equilibrio longitudinal del casco. A: el casco sin el peso de arboladura y jarcias, esta apoyado por la concentración de masas, tanto por las líneas de agua del casco como por los elementos de gobierno y dotación. B: Si ubicamos el mástil y jarcias, con el peso que ello representa, mal ubicado respecto al centro de movimiento del barco, no se logra el equilibrio, ya sea por apopamiento como muestra la figura, o por aproamiento. C: Representa un casco con un único mástil perfectamente equilibrado a 5/8 del recorrido de la eslora. D: Este es el caso de mayor dificultad, ya que el mástil principal no se sitúa en el centro de masas sino que la suma de pesos de ambas arboladuras, junto con su ubicación en el eje longitudinal del casco, tiene que tener como resultante el equilibrio. Proponemos que el juego de la inclinación y longitud del mástil de proa aporta una gran variabilidad para la corrección del equilibrio del casco. (Dibujo: Autor).

Respecto al *artemon*, el mástil de proa, en la representación de *Portus Augusti*, no presenta velamen sino que es usado mediante poleas y un cabo doble, como pluma para sostener la escala para desembarcar ya que las naves se encuentran maniobrando en puerto. Las bitas, como en la construcción naval histórica en madera, son simples maderos rectos y gruesos que a modo de prolongación de cuadernas suben desde la cubierta para hacer firme los cabos del velamen. En la representación aparecen posiblemente cuatro a proa y tres a popa. También queremos remarcar la robustez de los tres baos que “abrazan” el casco, tal y como se documenta en el pecio de *Laurons 2*. Por lo que respecta al resto de obra muerta, queremos poner en relación el tamaño y grado de inclinación del mástil de proa con la forma de la parte superior de la roda, más ancha y por ello pesada. Proponemos como hipótesis que ambos elementos podrían intervenir en el reparto de pesos del casco, con el objetivo de reducir el cabeceo o balance longitudinal en navegación. Se trataría pues de piezas que permiten realizar correcciones post-construcción del barco, para equilibrarlo. Náuticamente, para que el barco navegue correctamente tiene que tener todas las masas equilibradas desde el centro de movimiento, ya que de no ser así su navegabilidad será deficiente (p.e. escorará, aproará...). Si tomamos un casco sin velamen y le colocamos el tope de su carga, por las mismas líneas de agua fusiformes del barco y elementos de gobierno, las masas se concentran en la popa, y para que el reparto de pesos sea equilibrado, se situará el mástil principal (que implica velamen y jarcias) en una determinada posición de la quilla (aproado) equilibrándose el casco, como a 3/8 del recorrido de la eslora (Gassend, Roman 2010: 93). Un barco con más de un mástil, es técnicamente más complicado de equilibrar (ya sea numérica o empíricamente) por lo que el *artemon* (aparte de aumentar velamen) puede ayudar a corregir la situación del centro de gravedad del barco (el equilibrado), según añada peso o no, hacia la proa por la variación de la longitud e inclinación (ángulo) del mástil de proa. Haciendo un análisis rápido de la iconografía (Basch 1987), vemos que en cada nave, la inclinación del mástil de proa y su tamaño proporcional es diferente. (Fig. 57)

8. LOS ORÍGENES DE LA CONSTRUCCIÓN NAVAL A ESPIGAS Y MORTAJAS

La navegación y construcción naval prehistórica caminó de la mano de la introducción del hombre en los ríos, lagos y el mar, seguramente con el objetivo en primera instancia de proveerse de proteínas y grasas (Guerrero 2006: 9) dando lugar con el tiempo a nuevas formas de relaciones económicas y sociales (Renfrew 1984). El poblamiento de las Islas Egeas, y la explotación regular de la obsidiana de la isla de Milos o de las islas Eolias (certificado por la arqueología en el VIII y VII Milenio), podría ser el primer ejemplo conocido de comercio marítimo. Perles (1990a y 1990b) realizó un estudio de los útiles de obsidiana (procedentes de Milos) encontrados en la cueva *Franchthi* así como de otros yacimientos en la Grecia continental, concluyendo que en el Neolítico inicial, marineros especializados obtendrían la materia prima de bloques informes o núcleos, por lo que se atestigua una navegación frecuente de conexión. Si bien no hay evidencia arqueológica de las embarcaciones marítimas del periodo, se presume que serían piraguas monóxilas adaptadas. Con el paso del tiempo, poco a poco se debió pasar de diseños de piraguas y balsas muy primigenias (Kapitän 1995: 239, fig. 5) a modelos más elaborados y complejos, hasta llegar a construirse verdaderos barcos, entendidos como máquinas propulsadas para desplazarse por el mar (Casson 1994:7-12; Casson 1971: 5) donde la concepción longitudinal viene determinada como estadio mental quizás basado en una evolución de la piragua monóxila hacia mayores tamaños. En Egipto en el periodo *Gerzéense* (IV milenio) aparecen representaciones y modelos de pequeñas embarcaciones que a parte de los remos o palas, llevan vela (Pomey *et al.* 1997: 62).

La utilización del sistema de mortajas y espigas (no fijadas por clavijas) (Ward 2000: 32) está documentada en la carpintería doméstica egipcia de la Primera Dinastía (ca. 3100-2890 a.C.), siendo evidentes en los restos de las tracas de forro de las catorce naves reales de *Abydos* (ca. 3000 a.C.) descubiertas en el año 2000. Se trata de un conjunto de varias naves funerarias de las que la nº10 ha permitido, a pesar de la degradación y gracias a los excrementos de los xilófagos que devoraron la madera, conocer cómo estaban dispuestas las tracas que eran prefijadas y unidas por espigas, para finalmente ser atadas y donde no hay rastro de una carpintería interna (Ward 2006: 120). Se trata de un principio de concepción a casco primero con el método más antiguo que se conoce arqueológicamente, semejante a la suerte de atado que se documenta en la nave funeraria de *Keops* (2500-2000 a.C.) descubierta en 1954 (Jenkins 1980). Esta es una embarcación con las tracas de forro a tope que presenta algunas espigas para la prefijación de las tracas, que han sido atadas en sentido transversal a la eslora, gracias a una serie de agujeros practicados en cada tabla, donde no existe definida una clara carpintería longitudinal, algo muy común en las embarcaciones fluviales de la antigüedad, dado que en el referido medio de navegación, a diferencia del marino, los esfuerzos mecánicos que sufre la embarcación por el quebranto y el arrufo son inexistentes o muy suaves. La barca sería capaz de transportar 45 toneladas, mide 43,4 m de eslora, 5,6 m de manga y 1,5 m de calado (Lipke 1984). Según nuestra visión y comparando la nave solar de Keops con los modelos datados ca. 2000 a.C. de las embarcaciones hechas de juncos (Casson 1971: fig. 8), realmente la nave funeraria parece la construcción de una embarcación en madera, aplicando los conocimientos consuetudinarios del *principio de concepción* de embarcaciones con cañas, de ahí el atado transversal y la ausencia de quilla en el proceso de construcción.

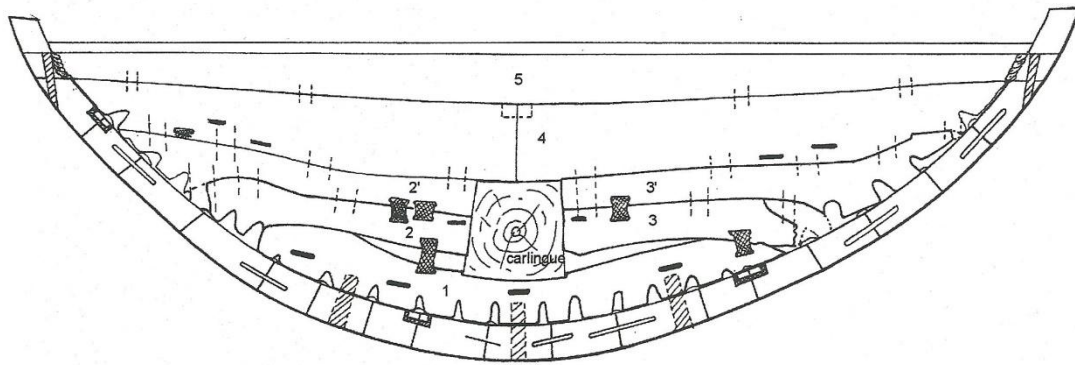


Fig. 58.- Reconstrucción hipotética de una sección transversal del barco de *el-Lisht* partiendo de las piezas descubiertas (dibujo de C. Ward; Ward 2000)

Las excavaciones realizadas desde 1902 en el entorno de la pirámide de Sesostris I a unos 50 km del Cairo, permitieron el hallazgo de un gran número de tracas de forro de una embarcación completamente desmantelada, enterradas a gran distancia unas de otras en *el-Lisht*, con una cronología de *ca.* 2000 a.C. (Fig. 58) por lo tanto más moderna que la nave de Keops. Estas tracas tenían dimensiones y perfiles semejantes a los botes de *Dahsur* (Fig. 59). El re-estudio de una parte del yacimiento entre 1984 y 1985 permitió conocer que fueron en total 76 tracas las documentadas. Presentaban mortajas rectangulares practicadas en los cantos de las tablas, situadas de manera planificada y que debían estar en contacto entre ellas. Las espigas eran planas y troncopiramidales, pero con su máxima anchura en el centro de la espiga (Ward 1988: fig. 3 y 4) y eran de inferiores dimensiones que las mortajas, por lo que no eran capaces por sí mismas de estructurar el casco y según la opinión de Gerhard Kapitän su función era la de *mantener las tracas ensambladas para realizar posteriores los atados*, si bien nunca llegaron a realizarse por los constructores de la embarcación (Kapitän 1985: 226) pudiéndose considerar el método de ensamblaje de las tracas de la nave de *el-Lisht* el estadio intermedio antes del desarrollo de la unión clásica de mortajas y espigas, atribuyéndole pues el citado autor, un origen cultural egipcio.

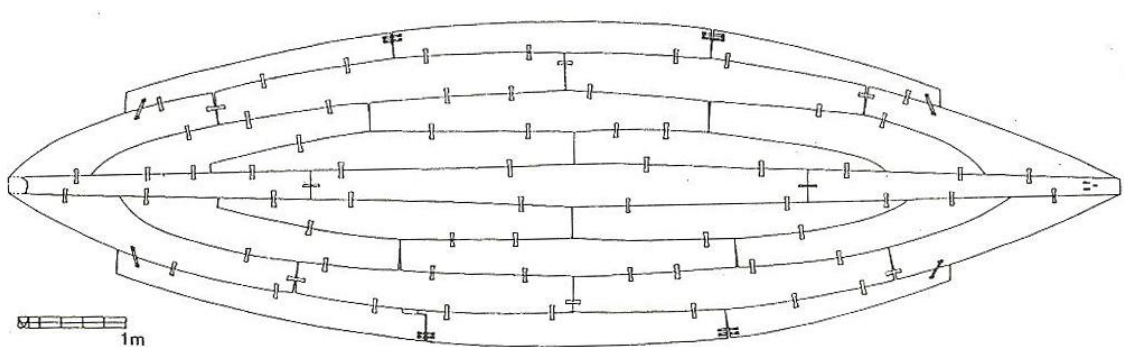


Fig. 59.- Planta de una de las pequeñas embarcaciones funerarias de la pirámide de Dashur (Steffy 1994: 35)

En la carpintería fúnebre de mediados del II milenio hay presencia de uniones por espiga y mortaja fijadas por clavijas. En la cubierta de los ataúdes de madera, las espigas están en la mayoría de ocasiones pegadas por un derivado de la resina e

introducidas en las mortajas practicadas en el cuerpo del ataúd, que son fijadas por clavijas de madera (Fig. 60 y Fig. 61).

Algo más reciente, pero aún en el II Milenio antes de la Era, se desconoce si evolucionado o coetáneo con la técnica de atados de la barca de *Keops* y la mixta de *el-Lisht*, es el sistema de espigas en forma doble troncopiramidal llamadas cola de milano, utilizado en las doce barcas de la pirámide de *Dashur* del 1850 a.C. (Fig. 62) descubiertas en 1893⁷⁹. Consiste en la unión de tracas de forro mediante una serie de espigas en forma de doble cola de milano (la parte de menor anchura coincide con el centro de la espiga) que funcionan a modo de grapas y que no estaban fijadas por clavijas (Pomey, Rieth 2005: 157) por lo que la humedad, con el consiguiente hinchado de la madera aseguraría la estanqueidad (Ward 2000: 52, 90, 114).



Fig. 60.- Ejemplo del cierre de un ataúd en madera mediante espigas y mortajas fijadas por clavijas. XVIII Dinastía, Museo del Louvre. (Foto: Autor).

⁷⁹ Al parecer hay cierta confusión con el número de embarcaciones. Al menos cuatro están en el museo de Chicago (Steffy 1994: 33)



Fig. 61.- Ejemplo de una espiga pegada a la mortaja de la tapa del ataúd de *Senhétep* bailarín de Amón. XVIII Dinastía. Museo del Louvre. (Foto: Autor).

En el *Wadi Gawasis*, en las orillas del Mar Rojo, se sitúan unos astilleros donde se encuentran restos de maderas y piezas de embarcaciones reutilizadas como rampas de acceso, otros útiles, incluido el mobiliario. Prueba de navegación marítima egipcia, son los restos de madera identificados como fragmentos de tracas de forro que presentan afecciones por *Teredo navalis* (Ward, Zazzaro 2010: 27). La utilización del área se fecha desde la V y VI Dinastía (ca. 2487-2181 a.C.) con uso frecuente entre las dinastías XI a XIII (ca. 2055-1650 a.C.) y esporádico ya en la XVIII dinastía (ca. 1550-1295 a.C.). Las especies de madera documentadas en las evidencias marítimas, son cedros de importación, también *Acacia nilotica* y el *Ficus sycomorus*, lo que indica una clara preferencia en la selección (Bard *et al.* 2007: 147). Las tracas catalogadas como *Type 2*, son todas de *Cedrus libani* del Levante. Es de nuestro interés que se han documentado fragmentos de cubierta de barco, baos y otras piezas, en las que se han practicado mortajas; algunas de ellas aún conservaban *in situ* partes de las espigas, si bien en ningún caso éstas están fijadas por clavijas y al igual que en el pecio de *El-Listh*, serán las ligaduras las que fijen las uniones, por lo que en el caso de *Wadi Gawasis* tenemos una nueva evidencia de arquitectura naval, esta vez claramente marítima, con una primigenia técnica de espigas y mortajas para unir las tracas de un casco concebido longitudinalmente y donde no hay presencia de carpintería transversal.

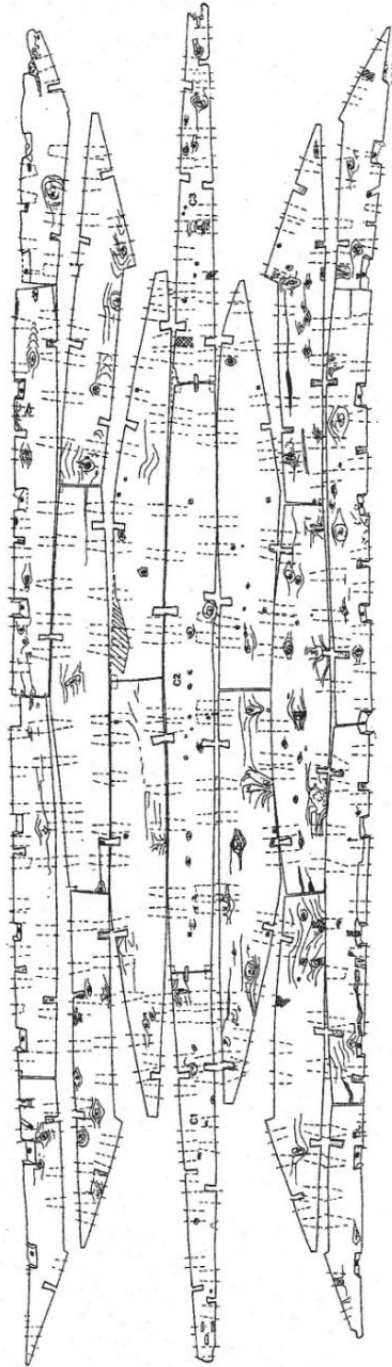


Fig. 62.- Planimetría del interior del casco de una de las barcas de Dashur. (Museo Carnegie, Ward 2000)

En el s. XV a.C. la marina egipcia estaba muy evolucionada como atestigua la expedición al país de Punt, que descendió por el mar Rojo promovida por Hatshepsut, quien dejó constancia en su templo funerario de *Dyeser-Dyeseru* de escenas de aquel periplo, con barcos de velas cuadradas, con timones laterales, remeros, unas formas del casco fusiformes y una proa y popa elevadas, gracias a un gran tensor central que las unía y que protegería a la nave del quebranto, el arrufo y las torsiones asociadas. Los frescos del palacio de *Akrotiri* en la isla de Thera, prácticamente contemporáneos con los bajorrelieves egipcios de *Dyeser-Dyeseru*, muestran también una marina minoica diversificada y evolucionada, donde el arte de navegar y construir barcos formaba parte

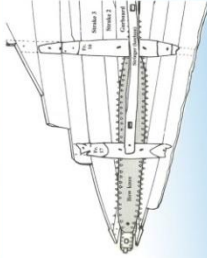
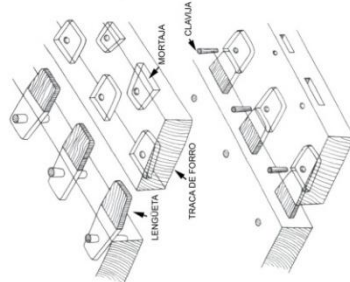
de la cotidianidad de los cretenses. Según atestigua la iconografía, la navegación había alcanzado un desarrollo técnico muy elevado.

El uso de la técnica de unión de carpintería basada en espigas y mortajas fijadas por clavijas está también atestiguada en el Próximo Oriente, en el Bronce Medio II B (ca. 1800/1750-1650 a. C.) (Pulak 2003: 29). Los denominados Pueblos del Mar, derrotados en las aguas del Nilo por la flota fluvial (con barcos provistos de remos) de Ramses III (1190 a.C.) son ejemplo de que la construcción naval y la ingeniería de los barcos estaban muy evolucionadas. Con el fin de la talasocracia minoica, llega la Época Oscura donde los micénicos poseen naves con una función específicamente militar con flotas de *negras naves* como la que se dirigió a conquistar Troya, según narra Homero en la *Ilíada*. Tras este periodo el arte griego geométrico del s. VIII a. C. plasma en la cerámica unas embarcaciones finas y alargadas, propulsadas a remo con hasta 50 remeros por nave (*pentecónteros*). Será en torno al 700 a.C. cuando se desarrolle una segunda fila de remeros situados por debajo de la preexistente, la *díere*, que tendrá consecuencias transcendentales en el desarrollo de la marina de guerra hasta el Renacimiento⁸⁰.

El límite cronológico *post quem* de naves construidas a casco primero, con las tracas a tope y unidas por la técnica de espigas y mortajas, técnica que heredará el mundo romano, podemos situarlo en el s. XIV a.C. gracias al hallazgo del pecio más antiguo conocido (*Uluburun* 1310 a.C.- Turquía). Con anterioridad a la Primera Guerra Púnica, el número de pecios conocidos no es muy elevado. Entre los ss. VII y VI a.C., por lo que hace referencia a la tradición de construcción naval con “juntas al estilo púnico”, recordemos (*Vid. supra* p.59) conocemos: *Mazarrón 1 y 2* (Murcia, 650 a.C.), *Jules Verne 7* (Marsella, Francia 525-510 a.C.), *Villeneuve-Bargemon 1/Cesar 1* (Marsella, Francia 525-510 a.C.), *Gran Ribaud F* (Islas Hyères, Francia 500 a.C.), *Gela 2* (Sicilia, Italia 425 a.C.)⁸¹, *Ma'agan Mikhael* (Israel 450-425 a.C.), *Binissafüller* (Menorca ca. s. IV a.C.) y *Kyrenia* (Chipre, 310 a.C.). (Cuadro sinóptico 3).

⁸⁰ Naves especializadas con función militar, de las que no nos ocuparemos en el presente trabajo, salvo con las excepciones de los pecios de *Marsala* y *Sister Ship*.

⁸¹ Definido por Pomey como grupo jonio massaliota de transición: *Villeneuve-Bargemon 1/Cesar 1*, *Gran Ribaud F* y *Gela 2*.

CRONOLOGÍA		GRIEGA JONIO MASALIOTA I	GRIEGA JONIO MASALIOTA 2	GRUPO DE TRANSICION HIBRIDO- ESPIGAS Y MORTAJAS CON COSIDOS	FENICIA (?) ESPIGAS Y MORTAJAS	ÉPOCA HELENÍSTICA
800						
775						
750						
725						
700						
675						
650						
625						
600						
575						
550						
525						
500						
475						
450						
425						
400						
375						
350						
325						
300						
275						
		<p>Ensamblaje de las tracas mediante cosido</p> <p>Cabillas para la prefijación de las tracas</p> <p>Cuadernas atadas al casco</p> <p>1.-Giglio (Toscana, 580 a.C.)</p> <p>2.-Bon Porté (Saint-Tropez, 540-510 a.C.)</p> <p>3.-Jules Verne 9 (Marsella, 525-510 a.C.)</p>	<p>Ensamblaje de las tracas mediante cosido</p> <p>Espigas para la prefijación de las tracas</p> <p>Cuadernas atadas al casco</p> <p>4.-Pabuç Barua (Turquia, 570-560 a.C.)</p> <p>5.-Cala Sant Vicenç (Mallorca, 530-500 a.C.)</p> <p>6.-Gela 1 (Sicilia, 500-480 a.C.)</p>	 <p>Ensamblaje de las tracas por espigas y mortajas</p> <p>Cosidos y atados en la proa, popa y reparaciones</p> <p>Cuadernas claveteadas</p> <p><i>Fondo del casco redondeado</i></p> <p>7.-Jules Verne 7 (Marsella, 525-510 a.C.)</p> <p>8.-Cesar 1 (Marsella, 525-510 a.C.)</p> <p>9.-Gran Ribaud F (Islas Hyères, 510-490 a.C.)</p> <p><i>Fondo del casco pizado o anguloso</i></p> <p>10.-Gela 2 (Sicilia, 450-425 a.C.)</p> <p>11.-Ma'agan Mikhael (Israel 400 a.C.)</p>	 <p>Cuadernas atadas al casco</p> <p>12.-Mazarrón 1; Mazarrón 2 (Murcia, 650 a.C.)</p> <p>13.-Birtissajfiller (Menorca, s.IV a.C.)</p>	<p>Ensamblaje de las tracas por espigas y mortajas</p> <p>Cuadernas con cabillas y claveteadas</p> <p>14.-Kyrenia (Chipre; 310 a.C.)</p> <p>Hegemonico hasta s. V d.C.</p>

Cuadro sinóptico 3.- Resumen con los pecios datados entre el s. VII a.C. y el fin del s. IV a.C. con la confrontación de dos tradiciones técnicas y quizás étnicas; la construcción naval mediante espigas y mortajas frente a la construcción naval griega por cosidos. (Autor; 2011)

8.1. EDAD DEL BRONCE

Nuestro trabajo marca sus límites geográficos en el Mediterráneo Occidental y, si bien los límites cronológicos deben de ser amplios de cara a poder valorar una evolución que se desarrolla de manera muy lenta, parece forzado introducir en el discurso dos pecios del Mediterráneo oriental datados en época del Bronce. Sin embargo, dados los escasos vestigios que poseemos antes de la época helenística y poniendo en relación los pecios de *Uluburun* y *Cabo Gelidonya* con el discurso sobre los orígenes e historia de la técnica de construcción naval con ensamblado por espiga y mortaja, hemos considerado oportuno incluirlos en este bloque introductorio.

8.1.1. ULUBURUN

El yacimiento fue descubierto cerca de Kas en la costa suroeste de Turquía, por un pescador de esponjas en 1982 y excavado por el I.N.A. en once campañas consecutivas entre 1984 y 1994 bajo la dirección de G. F. Bass y Çemal Pulak. Presentaba la popa a -44 m, la proa a -52 m y restos de la carga a -61 m. En su cargamento heterogéneo destacan 354 lingotes de cobre, 40 lingotes de estaño junto con una variadísima cantidad de artículos que iban desde huevos de avestruz, pasta vítrea, marfil, ámbar, una tonelada de resina de terebinto (apreciada en la cosmética de la antigüedad) hasta alimentos y productos manufacturados. En el barco había al menos 24 anclas de piedra, que pesaban entre 120-210 Kg, con dos más pequeñas de sólo 16 y 21 Kg de peso. Algunas de ellas parece que sirvieron para mejorar el equilibrio y estabilidad del barco en navegación (Pulak 2000). Su eslora se sugiere en 15 m y su tonelaje de porte en 20 t (Pulak 2000: 28).

En Egipto, en la tumba de Kenamon en Tebas (Basch 1987: 63, fig. 114), existe un fresco descriptivo con varias naves, semejantes entre ellas, amarradas, con vela cuadrada y sin remeros, con marineros con rasgos de identidad étnica de la costa sirio-palestina (Fig. 63). La datación propuesta para *Uluburun* (1310 a.C.) (Pulak 1999: 209) es pareja a la cronología de la tumba del s. XIV a.C., si bien existen algunas dudas en la bibliografía sobre el estudio dendrocronológico que lo avala, que llaman a la prudencia (Manning *et al.* 2001), con una variación a la baja en la cronología. Otros autores como Manfred Bietak (2004: 222) han criticado abiertamente la metodología y prefieren utilizar para la datación el material encontrado a bordo como la cerámica micénica (*Late Micenic III A2*) y un escarabeo de oro de Nefertiti. Independientemente de la referida problemática, sin duda alguna estamos ante la evidencia arqueológica más antigua de un barco en el mar.

Por lo que hace referencia a la arquitectura naval, es de nuestro interés que bajo la concreción cúprica de los lingotes pudo ser descubierto un pequeño fragmento del casco de la nave de 1,8 x 1,0 m. Se trata de los restos de un fragmento de la quilla sin alefriz, las tracas de apardura y una primera traca de forro, sin restos de carpintería transversal.

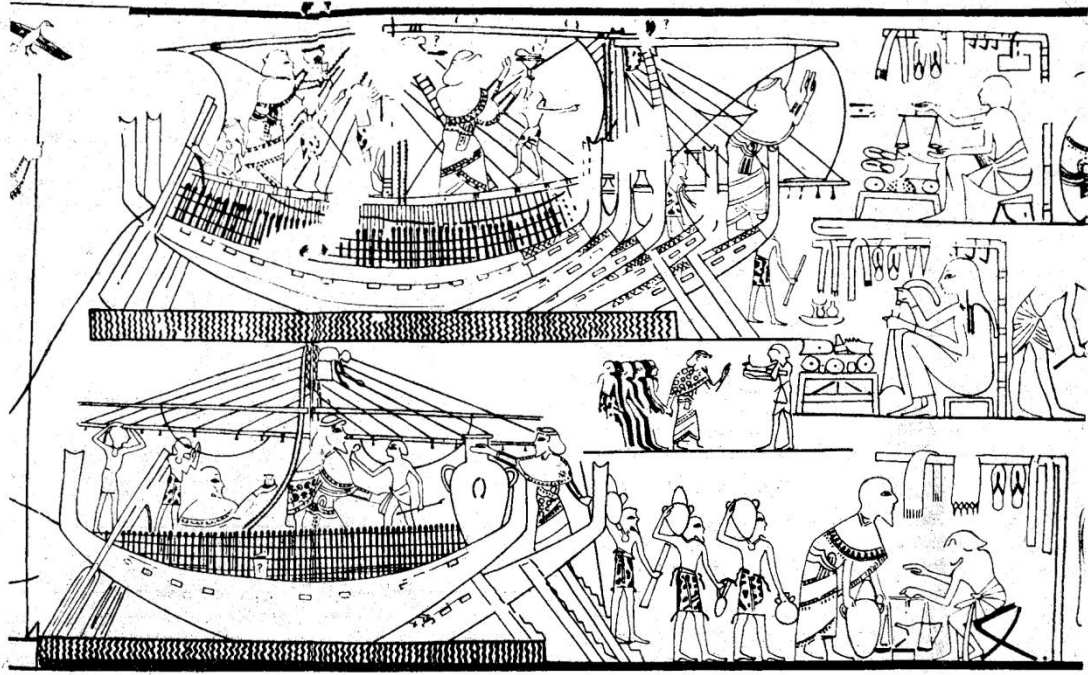


Fig. 63.- Barcos de la tumba de Kenamon en Tebas (Basch 1987: 64, fig. 114),

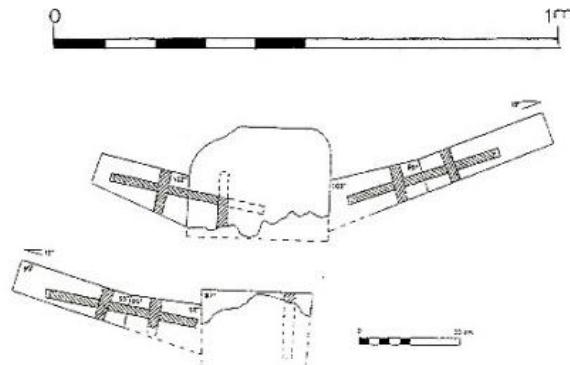


Fig. 64.- Planimetría y secciones de los restos de arquitectura naval conservados del pecio de *Uluburun* (Según Pulak 1999: 215, 264, fig. 2)

La construcción es a *casco primero* con las tracas a tope y ensambladas por mortajas y espigas, fijadas por clavijas. Podemos destacar partiendo de las secciones publicadas (Fig. 64) que la traca de aparadura, de sección poligonal, se diferencia de la

construcción naval posterior, en que se une en el centro de la altura de la quilla (28 cm de anchura y 22 cm de altura) a 10 cm de la cara superior, a diferencia de los que suele ser común en la construcción grecorromana, lo cual tendría consecuencias en la carpintería transversal (de haberla) de la que no tenemos evidencias⁸². Las espigas están fijadas por clavijas de 2,2 cm de diámetro clavadas desde la cara inferior de la quilla. Las mortajas son muy profundas, de manera que les falta prácticamente 1,5-2 cm para atravesar completamente la traca de lado a lado, lo que junto a su distribución particular y equidistancia (Fig. 64) llevó a Pulak a señalar que de esa manera el casco era más robusto que en la ordenación clásica grecorromana (Fig. 12), si bien las pruebas de esfuerzo realizadas en réplicas no fueron determinantes (Pulak 2003: 30).

Las mortajas tienen unas dimensiones de *ca.* 6-7 cm de anchura, con unos 13-15 cm de profundidad y 1,5-2 cm de grosor, lo que lleva a que las espigas puedan tener *ca.* 30 cm de longitud. Mirando la cara lateral de la traca de aparadura y la 2ª traca de forro, de centro a centro de cada mortaja hay una distancia regular de 24-26 cm. Las mortajas se realizaron de manera que existe un contacto ordenado entre las practicadas en una cara lateral de la traca y las practicadas en la cara opuesta, entrando unas dentro de otras en ocasiones (Fig. 64). En un inicio parecía que esta técnica comprometía enormemente la estructura de la nave, pero en realidad la colocación ordenada de las mortajas da lugar a lo que podríamos considerar el equivalente de una carpintería transversal, no visible y que va “insertada” dentro del mismo casco (Pulak 1999: 220; 2003: 29). A pesar de lo inicialmente escrito (Bass 1985), las tablas del forro son de cedro (*Cedrus sp.*) y no de abeto (*Abies sp.*) (Pulak 2002). Queremos destacar que las espigas y las clavijas de fijación fueron realizadas en roble (*Quercus sp.*) por lo que tenemos también el primer ejemplo de una dualidad que se repetirá en otros yacimientos, basada en barcos que tiene las tracas de forro realizadas en una madera con propiedades óptimas en medio húmedo, como es la flexibilidad y la resistencia a la putrefacción, unidas por unas espigas y clavijas realizadas en una madera muy dura y pesada⁸³.

⁸² Podría existir si la separación entre las cuadernas fuese superior a 1,8 m que es la longitud del fragmento conservado.

⁸³ A juicio de Steffy (1994: 46) hay una razón mecánica para ello. Las espigas deben de ser de una madera muy dura ya que por una parte son piezas muy finas y por otra no son meros “conectores”, función que pueden cumplir con menor longitud, sino que son una verdadera carpintería transversal “invisible”. También las espigas han de sufrir importantes torsiones mecánicas en navegación, por lo que han de ser muy resistentes.

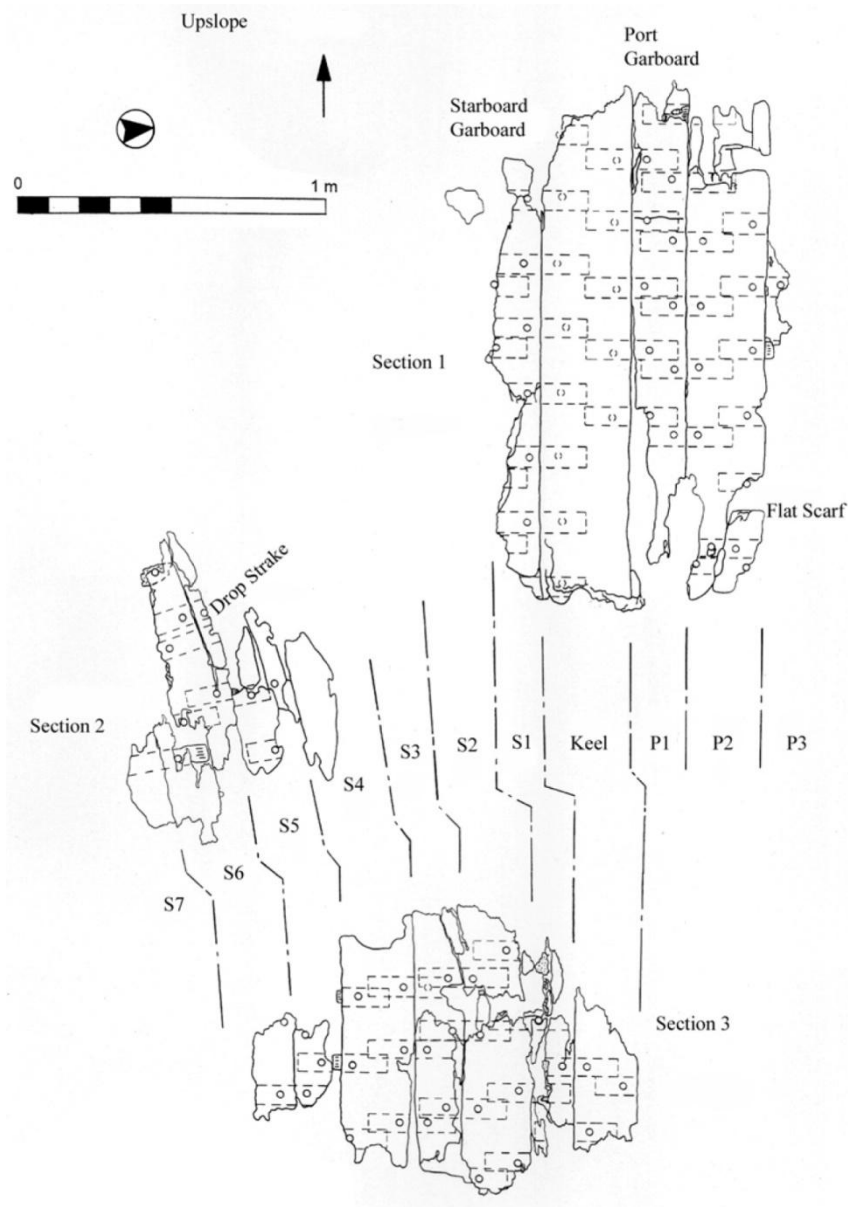


Fig. 65.- Planimetría zona E del yacimiento con el fragmento de casco del Uluburun. (Pulak 2002: 635)

8.1.2. CABO GELIDONYA

El pecio de *Cabo Gelidonya* es de gran interés para la historiografía de la arqueología subacuática: fue en el que el profesor George Bass inició la metodología para las excavaciones arqueológicas subacuáticas en 1960. (Bass 1967). El pecio reposa a 27 m de profundidad, en un fondo rocoso con aguas limpias (Fig. 67). El hallazgo se produjo en 1954, iniciándose la excavación seis años después por iniciativa de Peter Throckmorton, recayendo la dirección en George F. Bass y Frédéric Dumas.

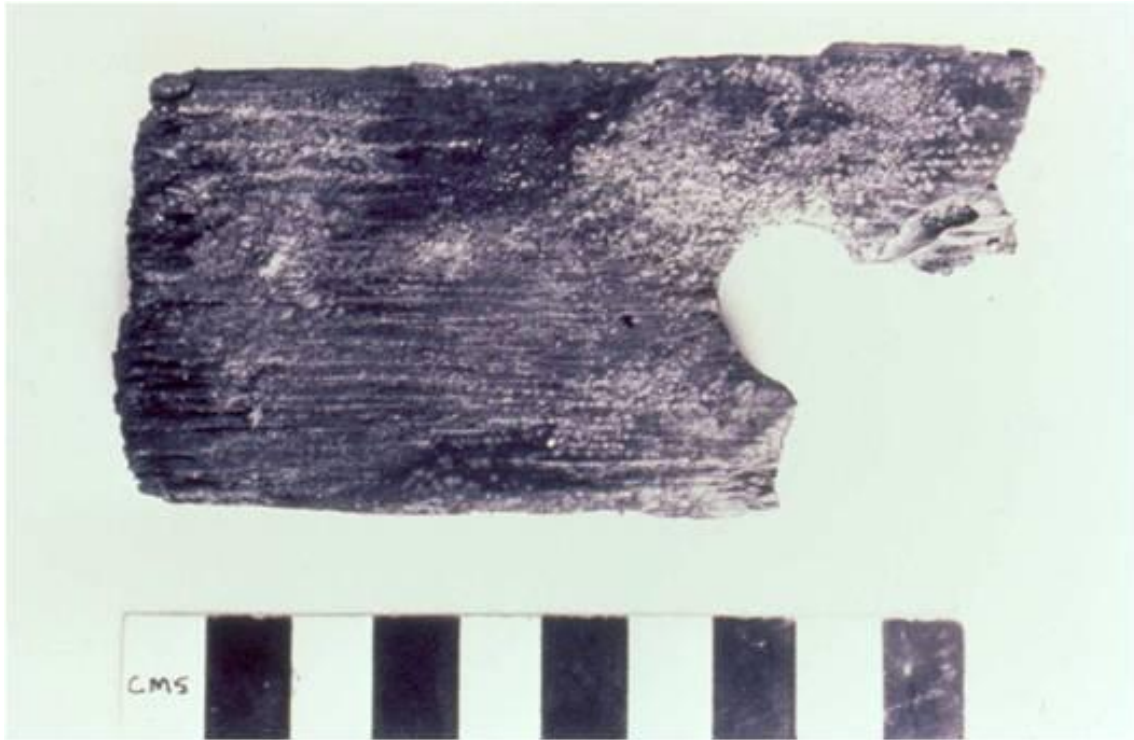


Fig. 66.- Espiga del pecio Cabo Gelidonya (foto: Texas A&M University)

Al igual que en el pecio de *Uluburun*, las mercancías son muy variadas y estaban cuidadosamente estibadas en la nave. Su cargamento principal era cobre, compuesto por 39 lingotes (34 de ellos enteros y 5 partidos) con forma de piel de buey, la mayor parte de ellos con marcas incisas, así como muchos fragmentos de estos. También había lingotes con forma de tortas, los llamados galápagos, 12 completos, 8 casi completos y 9 mitades, junto con numerosos fragmentos. También se recuperaron 19 lingotes con forma de barra dispuestos en filas de 3 ó 4 lingotes cada una. La aparición de 8 Kg de un polvo blanco (óxido de estaño) en el pecio, podría tratarse de los restos de lingotes de estaño no conservados. También aparecieron armas en bronce, como dagas y puñales, todas ellas fragmentadas, junto con otros muchos elementos fabricados en este material como brazaletes y trípodes, quizás destinados a la refundición ya que se hallaron en cestos y canastas de mimbre, fragmentados e incompletos, junto con un cincel, un punzón, un pequeño yunque de bronce, tres piedras utilizadas como tal y dos mazas también de piedra, lo que hace suponer que se trata del equipo de un herrero, quizás de origen chipriota. También se documentaron picos, palas, azadas, rejas de arado, hachas y azuelas.

La nave transportaba un sello cilíndrico de origen sirio que se le atribuye al mercader responsable de las transacciones. Aparecieron también escarabeos, un número indeterminado de jarras cerámicas de almacenaje, algunas con resina de terebinto para perfumes y otras piezas, chipriotas, sirias y micénicas, juegos de pesos de balanza, fragmentos de pasta vítrea, cuentas de collar, restos de alimentos, etc. Su cronología es la segunda mitad del s. XIII o inicios del s. XII a.C., *ca.* 1240-1200 a.C. (Gale 1991: 204) y la interpretación del pecio es que se trata de una nave que se aprovisionaba de metal en bruto y chatarra. Bass no descarta que el barco llevase un herrero en la tripulación y según su hipótesis este flete representa *“la aventura privada de un mercader levantino que acabó en Cabo Gelidonya al final del siglo XIII a.C.,*

especialmente si se considera a Chipre como parte del Levante” (Bass 1991: 74), sin embargo otros autores (Maddin *et al.*1974: 25) consideran que la nave ejemplifica una empresa comercial organizada.

Los restos que se conservan de la arquitectura naval son escasísimos, únicamente una espiga con una perforación (Pulak 1999: 214) (Fig. 66) para el paso de una clavija, pero atestiguan según los excavadores que el método de unión de las tracas es el mismo que en el pecio de *Uluburun* y por el tamaño de ésta en comparación con las del referido pecio, el profesor Bass estableció la eslora en 12,19 m (40 pies). A diferencia del *Uluburun* sí hay constancia de cuadernas en este barco (Pomey, Rieth 2005: 158)



Fig. 67.- Situación de los pecios de *Uluburun* y *Cabo Gelidonya* en la costa meridional de Turquía.

8.2. SIGLOS VIII-VII a.C.

El origen geográfico de este sistema de armado del casco, por las especies en madera documentadas en los pecios *Uluburun* y *Cabo Gelidonya* sería Chipre o la costa sirio-palestina. A falta de otras evidencias, se puede establecer que estos pecios son la prueba más antigua de esta técnica de ensamblaje para las tracas de forro mediante espigas y mortajas fijadas por clavijas, lo que llevaría a sostener que el origen pudo estar en el Levante del Mediterráneo, en la costa sirio palestina (Basch 1981: 250; Wachsmann 1998: 239-241; Pomey, Rieth 2005: 158).

El salto cronológico existente entre los pecios de la Edad del Bronce Final y los pecios con arquitectura naval conservada datados a mediados del s. VII a.C. es de siete siglos, un salto demasiado elevado para poder establecer valoraciones precisas sobre cómo evoluciona o se difunde la técnica de las espigas y mortajas atestiguada en *Uluburun*, cómo evoluciona la carpintería transversal o como se acaba definiendo el *sistema arquitectural* característico de la Antigüedad. Existe la constancia en el Mediterráneo oriental de dos naves que se dirigían a Occidente, la *Tanit* y la *Elissa*, datadas a mediados del s. VIII a.C., situadas a 33 millas náuticas de Gaza y a -400 m de profundidad y próximas entre ellas (Ballard *et al.* 2002: 151), que por las informaciones existentes, posiblemente conserven evidencias de su arquitectura naval, si bien en la

actualidad no está al alcance de la investigación el estudiarlas, por lo que las únicas evidencias tras *Uluburun* sean las barcas de *Mazarrón* (Murcia, España).



Fig. 68.- Fotomosaico del pecio *Tanit* datado en *ca.* 750 a.C. con un cargamento homogéneo de ánforas fenicias cilíndricas (Ballard *et al.* 2002: fig. 3).

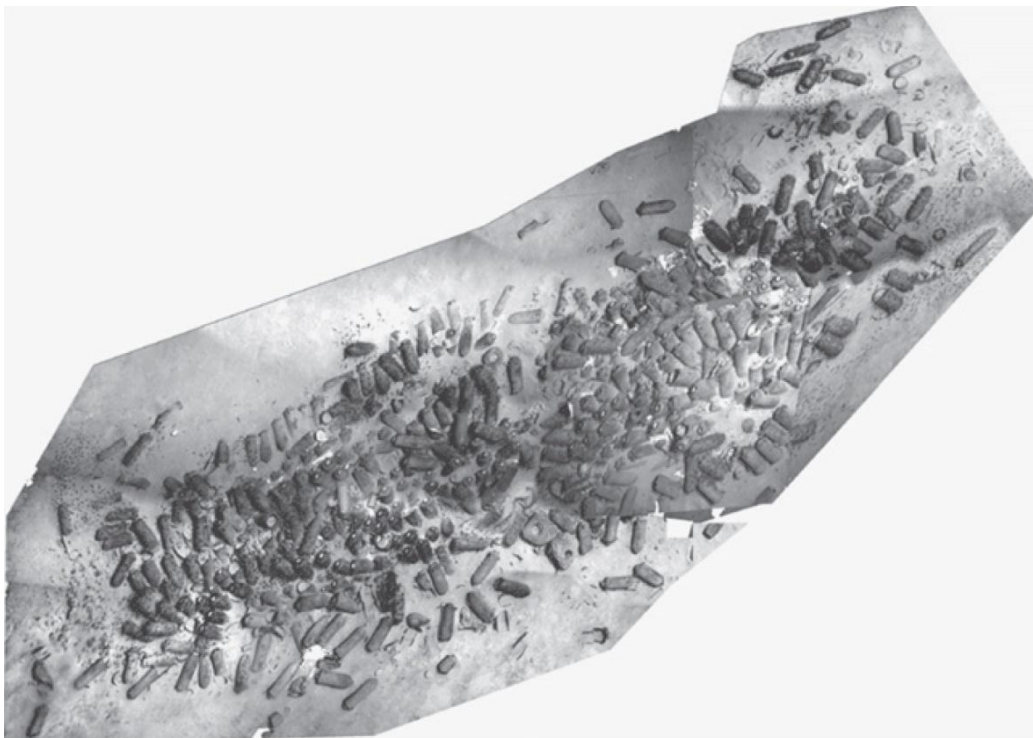


Fig. 69.- Fotomosaico del pecio *Elissa* datado en *ca.* 750 a.C. con un cargamento homogéneo de ánforas fenicias cilíndricas (Ballard *et al.* 2002: fig. 5).

8.2.1. MAZARRÓN 1

El yacimiento arqueológico subacuático denominado Playa de la Isla, situado frente al término municipal de Mazarrón (Murcia-España), en las proximidades del puerto del mismo nombre, fue localizado en el año 1988, con motivo de unas prospecciones arqueológicas subacuáticas desarrolladas por el C.N.I.A.S. Durante aquellos trabajos se documentó material cerámico en el nivel superficial del fondo marino de adscripción cultural fenicia. Al año siguiente, a unos 50 m de la playa y -2,5 m de profundidad, se localizó una estructura en madera perteneciente a un pecio sin que se profundizase en su estudio (Santos *et al.* 1999: 196). En los años 1991 y 1992 se realizaron breves trabajos en el referido enclave donde se recogieron fragmentos de ánforas R-1, para pasar a ejecutarse el proyecto denominado *Nave Fenicia* entre 1993 y 1995, excavándose el pecio localizado, que acabó denominándose *Mazarrón 1*.

El Barco 1 de Mazarrón fue excavado en la primavera de 1995 por Negueruela, director del M.N.A.M. (1995: 165), al que se le realizó un molde subacuático, para a continuación ser extraído y trasladado al museo⁸⁴. Durante el referido proyecto se localizó el *Mazarrón 2*, adscrito también a la cultura fenicia, de similares características al primero y que analizaremos posteriormente (Negueruela 1995, 2000, 2000b, 2000c, 2004; Negueruela *et al.* 1995, 2000). El *Mazarrón 1* estaba cubierto por un estrato de arenas finas de escasa potencia, estando situado interestratificado en mata muerta de *Posidonia oceanica*⁸⁵, sin que presentase material cerámico o cargamento asociado⁸⁶, tan solo haces atados de ramas para abarrotar la carga.

Los restos conservados completos tienen una longitud de *ca.* 5 m por 1,3 m de anchura. La quilla, de sección aproximadamente rectangular de 10 cm de altura por 17 cm de anchura máxima (más ancha que alta), está realizada en ciprés (*Cupressus* sp.) conservándose 3,98 m de longitud, presentando en uno de sus extremos unos encajes para la unión con la roda/codaste sin aparente relación con los rayos de Júpiter característicos de la construcción grecorromana (Dell'Amico 2002: 97) por lo que realmente los atunes* serían las tablas que verdaderamente sustentarían esta unión. La anchura de la quilla no es completamente regular, ya que en la parte central de su recorrido es ligeramente superior a la de los extremos. Presenta seis mortajas en su cara superior, presumiblemente para alojar una carlinga de mástil no conservada. No presenta alefriz trabajado al igual que *Uluburun* y la unión con la traca de apareadura se

⁸⁴Actual ARQUA, donde forma parte de la colección permanente.

⁸⁵Al parecer su afloramiento se debió a un cambio en la dinámica sedimentológica marina producida por la construcción de una marina inmediata al yacimiento.

⁸⁶Que por la escasa profundidad del naufragio, bien pudo ser recuperado de antiguo.

realiza por *punicana coagmenta* siendo tanto espigas como clavijas de olivo (*Olea europaea L.*). La traca de aparadura, así como las restantes son de madera resinosa (*Pinus halepensis sp.*) y la primera tiene una forma particular. Es rectilínea en la cara lateral en contacto con la quilla pero presenta una forma de media luna en el lado opuesto finalizando su recorrido a la par que la quilla y creándose el ángulo necesario para la convergencia de las tracas en la roda (o codaste), mediante la segunda traca de aparadura, técnica particular de esta embarcación. Desde ella se conservan unidos a tope los fragmentos de otras ocho tracas, que abarcan una superficie total de 1,80 m², presentando algunas de ellas (la n° 3, 4, 6 y 8) una unión de rayo en bisel ángulos muy abiertos (Fig. 90, S11 y S6) para enlazar varios tramos en la misma traca, llamándonos la atención la pequeña traca 4 que presenta uno de estos ángulos para el empalme de tramos de tracas de forro, inverso al resto.

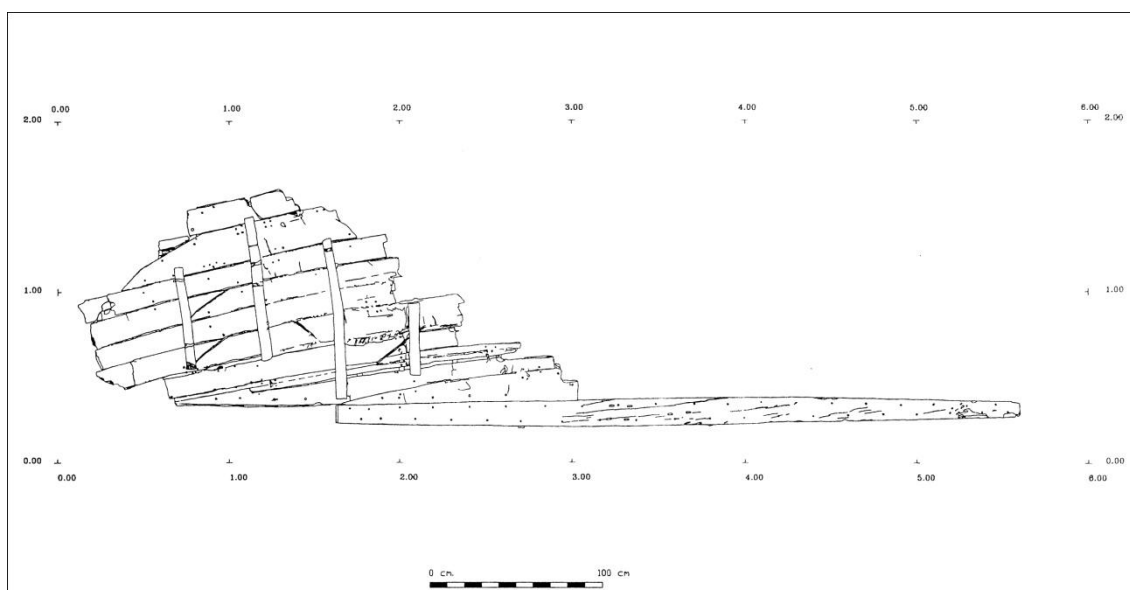


Fig. 70.- Planimetría del Mazarrón 1 (Según Negueruela 1995)

Sin paralelo arqueológico⁸⁷, las caras laterales de las tracas en contacto entre sí, a parte de la unión por espigas y mortajas, presentan un pequeño rebaje o bisel a modo de alefritz, en las caras superiores de sus cantos, junto con una serie de perforaciones, que permiten alojar un hilo en la línea de unión, para posteriormente ser fijado mediante un cosido sencillo⁸⁸, que utilizara las referidas perforaciones, con intención de mejorar

⁸⁷ Sin tener relación alguna en cuanto a tradición de construcción naval, ni línea evolutiva, recuerda a la forma de mejorar la estanqueidad a la unión entre tracas de la nave de Keops.

⁸⁸ Sin relación alguna con la tradición jonio-massaliota.

la estanqueidad (Fig. 71) En la convergencia de las tracas de forro, en la roda o codaste, se utilizan cosidos con una técnica sencilla y diferente de la griega⁸⁹. La traca nº 8, de una anchura superior al resto, es una reutilización ya que presenta una serie de clavijas y mortajas, sin relación alguna con las tracas adyacentes (Negueruela 1995: 167).

La carpintería transversal, si es que puede denominarse así por su fragilidad, está constituida por cuatro ramas de sección casi cilíndrica, de higuera (*Ficus carica L.*) atadas por ligaduras externas a las tracas utilizando cuatro perforaciones perpendiculares al casco (a 90 °), para el paso de una cuerda en fibra vegetal, técnica de gran sencillez y sin otros ejemplos conocidos. No presentan una función estructural, solo la de mejorar la resistencia a la torsión del casco. No ayudan a secuenciación alguna en la construcción del casco. Ello ha permitido interpretaciones a Guerrero, que compartimos y que abordaremos más adelante (Guerrero 2008: 105-108).

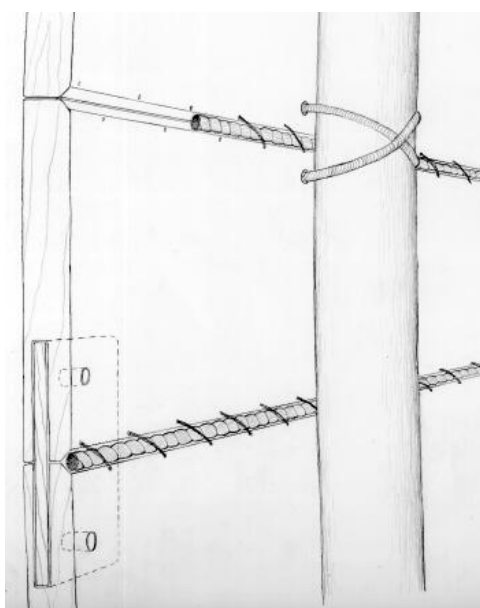


Fig. 71.- Esquema básico de la unión entre tracas y ligadura de cuadernas en el Mazarrón 1 (Según Negueruela).

Sin conexión estructural con la quilla y las referidas 9 tracas, se recuperaron algunos fragmentos más de tracas de forro y de la borda, así como un bao (bancada) con función estructural que iría apoyado en las tracas de forro gracias a un acabado en cola

⁸⁹ Basándonos en la observación de algunos elementos del pecio de *Mazarrón 1*, parte de la colección permanente del museo ARQUA.

de milano, dato que ha sido interpretado como un refuerzo para soportar el quebranto lateral (Guerrero 2008: 104). Por último destacamos que todo el casco interno estaba cubierto de resina de colofonia licuada por calor.

8.2.2. MAZARRÓN 2

El pecio 2 de La Playa de la Isla de Mazarrón está completamente relacionado con el pecio 1, no solo porque su descubrimiento en 1994 tuvo lugar durante el proyecto *Nave Fenicia* al que nos hemos referido, sino porque además comparte completamente arco cronológico y, lo que es más importante desde nuestro punto de vista, la *firma arquitectural* del primero.

Se trata de un pecio en excelente estado de conservación, en tanto en cuanto que, a diferencia de lo que suele ser común en los yacimientos arqueológicos subacuáticos, conserva tanto la obra viva, como la obra muerta prácticamente completa (Fig. 72 y Fig. 73). Fue excavada por el M.N.A.M. bajo la dirección de Negueruela entre 1999 y 2001, siendo objeto de un trabajo de documentación y análisis del estado de conservación por el ARQUA en el año 2008, bajo la dirección de Castillo y Miñano. Se trata de una barca de reducidas dimensiones, de 8,15 m de eslora por 2,25 m de manga y 0,9 m de puntal (Negueruela, Ortiz 2004: 234-235), con la proa completamente abierta, es decir sin ningún tipo cubierta o protección⁹⁰, que transportaba como cargamento 2.800 kg de mineral de plomo litargirio, en unos lingotes que se encontraban desmenuzados. Como parte de los materiales de la marinería se documentó una espuerta de esparto con asa de madera⁹¹, un molino de mano de granito, un ánfora tipo Trayamar-1 presumiblemente atada mediante un cabo al mástil (no conservado) y restos de fauna (ovicápridos y lagomorfos). También se localizó una vara de madera⁹², cabos de diversa mena así como abarrote formado por ramas de arbustos. Se conservan también el ancla y la estacha que la unía al barco. No se han documentado remos, ni elementos que apunten a su utilización, ni tampoco elementos de gobierno.

Las tracas de forro están realizadas en pino (*Pinus sp.*), con un grosor que oscila entre 1,9 cm y 2,3 cm, se unen entre sí mediante *punicana coagmenta*, con mortajas de 4 cm de longitud por 0,6 cm de altura sin que se conozca valor alguno sobre su profundidad (Negueruela, Ortiz 2004: 247). La equidistancia de las clavijas que fijan las

⁹⁰ Datos de importancia de cara a establecer su espacio náutico de navegación.

⁹¹ De características formales idénticas a otra encontrada en *Binissafüller* en el 2011.

⁹² También fueron halladas en el pecio de *Binissafüller* en el 2006.

espigas (ambas en *Olea europaea* L.⁹³) oscila entre los 15 y 23 cm, por lo que quizás la separación entre las mortajas en el canto de la tabla atienda a un gálibo o módulo antropométrico, como un palmo o una mano. Las tracas se empalman entre ellas a lo largo de su recorrido mediante rayos en bisel con ángulos de 160° como se ha visto en el **Mazarrón 1** y su análisis y secuenciación puede permitir ordenar el proceso de construcción del barco en el astillero.

Respecto a la quilla, no existe en la bibliografía datos precisos sobre sus dimensiones y sistema de unión con la roda y el codaste. Solo se cuenta con la identificación de la especie como *Cupressus sempervirens* L. (ciprés común) que Negueruela califica como cedro (*¿Cedrus atlantica? ¿Cedrus libani?*) (Negueruela, Ortiz 2004: 237). Por lo que hace referencia a la carpintería transversal, al igual que el caso del **Mazarrón 1**, según las analíticas se trata de simples ramas desbastadas de higuera (*Ficus carica* L.) unidas *a posteriori* mediante ligaduras externas a un casco ya armado, mediante conjuntos de cuatro perforaciones perpendiculares (a 90°) a las tracas, para el paso de una cuerda de fibra vegetal.

Se documentan siete baos, finalizados en cola de milano para encajar entre las tracas y servir de tensores estructurales del casco durante las torsiones en navegación. Uno de ellos está desplazado de su posición y muy afectado por *Teredo navalis*, tres están *in situ*, uno parcialmente conservado y dos desaparecidos. La carlinga está unida a la quilla mediante espigas/mortajas y presenta dos cajones en su cara superior para alojar el mástil y ayudar a su fijación con una cuña. Presenta dos regatas de perfil circular en su cara inferior, perpendiculares a su recorrido para dejar paso a dos de las cuadernas cilíndricas. Todo el casco interno se encuentra recubierto de resina para mejorar la estanqueidad y alargar la vida de la madera en contacto con el agua. Las analíticas realizadas indican que se trata de resina de pino, licuada mediante calor hasta convertirla en pez. No se hace referencia alguna a cosidos entre tracas.

⁹³ Como en el pecio de **Binissafüller** o **Jules Verne 7**. Hacemos esta mención por tratarse de una especie vegetal poco frecuente para fabricar las espigas.



MAZARRON-2
Fotografía y fotomontaje: Ana I. Miñano

Fig. 72.- Fotomosaico artesanal que da una idea del estado de conservación del pecio *Mazarrón 2*. Una visión de detalle permite comprobar que las hiladas de las tracas no son rectilíneas existiendo *decalage* entre ellas consecuencia de la superposición de las fotografías (Autor: Miñano-ARQUA en Miñano *et al.* 2012 : 107)

8.2.2.1. Sobre la datación de ambos pecios.

Ninguno de los dos pecios de Mazarrón presentaba materiales arqueológicos propios de un cargamento transportado que permita fechar el último trayecto previo al hundimiento. Por lo que hace referencia al **Mazarrón 2**, la presencia de un ánfora Trayamar 1 (García 2002: 343) indica presumiblemente contactos con la costa malagueña y podría tener como función más probable la de contenedor de agua dulce (Mederos, Ruiz 2004: 268). Su cronología de utilización se sitúa entre la segunda mitad del s. VII a. C (Blázquez 1975: 287) y finales del s.VI a.C. (Molina, Ruiz y Huertas 1982: 199).

Cabe pensar que si la fecha de mayor frecuentación del área marina de La Playa de la Isla está establecida a mediados del s. VII a.C. (Negueruela 1995: 168) los referidos pecios con mayor probabilidad pertenecerían a dicha cronología, si bien ello debe establecerse con prudencia ya que el azar de un naufragio mientras la nave está fondeada, e incluso la hipótesis del abandono, no necesariamente debe guardar relación directa con el momento de mayor frecuentación y uso de una zona. La utilización de un espacio náutico tiene unos momentos de origen y otros de decadencia y abandono, en los que también se navega.

Hacemos estas alusiones porque ambos pecios han sido datados en el 650 a. C. como resultado del cruce de la datación de la máxima frecuentación de la zona y los resultados obtenidos de cinco análisis de muestras de madera y rizoma del **Mazarrón 2** por C¹⁴ en la Universidad de *Groningen* (Holanda) (Negueruela, Ortiz 2004: 238). Respecto a las muestras datadas de rizoma de *Posidonia oceanica* del sello que cubría el pecio, por las características propias de crecimiento de esta fanerógama, no se debería tener en cuenta para la datación precisa de un pecio⁹⁴. Ni siquiera como si de estratos arqueológicos terrestres se tratase, ya que tanto por la fuerza de la gravedad, como por la acción mecánica del mar, un pecio podría interestratificarse atravesando el rizoma hasta cotas de una gran antigüedad, que después por el crecimiento entrelazado de rizomas vivos y muertos, podría dar importantes distorsiones, creando la paradoja de que un análisis de C¹⁴ del rizoma que se encontrase sellando un yacimiento arqueológico fuese mucho más antiguo que el yacimiento situado a una cota de mayor

⁹⁴ P. ej. un conjunto de rizomas vivos o muertos puede entrelazar entre sí rizomas muertos de cronologías previas, siendo indiferenciables *de visu* bajo el agua.

profundidad⁹⁵; incluso existen otras problemáticas varias, bien conocidas para la arqueología submarina (Mateo *et al.* 2004: 227).

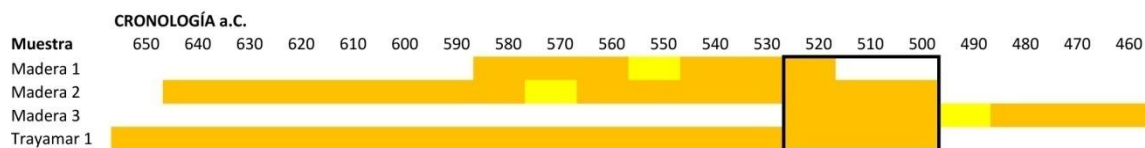


Gráfico 1.- Horquilla de datación de las tres muestras de madera del Mazarrón 2 junto con el periodo de utilización del ánfora Trayamar 1. (Gráfica: Autor).

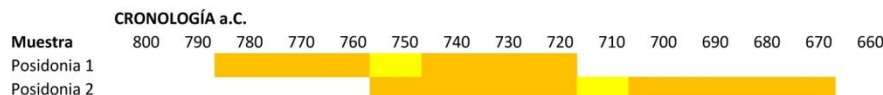


Gráfico 2.- Horquilla de datación de las dos muestras de *Posidonia oceanica* del Mazarrón 2. (Gráfica: Autor).

Por lo que hace referencia a la analítica de la madera y abarrote del pecio, si no han estado contaminadas por la *Posidonia oceanica*, su resultado de C^{14} debería ser fiable, si bien Negueruela (2004: 238) señala problemas de calibración⁹⁶ justamente para dos muestras de madera de la nave y una muestra del abarrote, dando como resultados 2560 ± 30 BP, 2570 ± 70 BP y 2490 ± 30 BP⁹⁷ respectivamente (Gráfico 1). Respecto a las muestras datadas de rizoma de *Posidonia oceanica* del sello que cubría el pecio, parece haberse producido la paradoja señalada con anterioridad (2760 ± 30 BP 2715 ± 35 BP⁹⁸), ya que las dataciones del rizoma situado en una cota superior a la del casco se revelan como mucho más antiguas que las dataciones que ofrece el C^{14} para las tracas y el abarrote (Gráfico 2) e incluso mucho más antiguas que las del ánfora Trayamar-1 y el periodo de utilización de la zona náutica. Con los datos que ofrece el estudio de C^{14} y la referida ánfora, somos de la opinión de que no se puede establecer una fecha precisa para los pecios de Mazarrón en el 650 a.C. siendo prudente, desde nuestro punto de vista, una datación mucho más amplia: entre el 550-500 a.C.

⁹⁵ Para solventar el problema de la datación por medio del rizoma, sería necesario realizar una gran serie de analíticas de C^{14} , para desde el punto de vista de la estadística obtener aproximaciones, algo que no es posible realizar por diversos motivos.

⁹⁶ Un problema de calibración consiste en que no se puede afinar en la datación de C^{14} .

⁹⁷ 556 a.C. ± 30 años, 566 a.C. ± 70 años y 486 a.C. ± 30 años. Aun con los problemas de calibración que amplían el margen de error, la tendencia camina hacia una datación inferior a la propuesta.

⁹⁸ 756 a.C. ± 30 años y 711 a.C. ± 35 años

8.2.2.2. Sobre el espacio náutico y la adscripción cultural fenicia de las naves de Mazarrón.

El espacio náutico (Pomey, Rieth 1995: 38-41) (Vid, supra p.78) más probable para las dos naves de Mazarrón, dadas sus dimensiones (ca. 8,15 x 2,25 x 0,9 m) y la ausencia de cualquier protección en la proa que evitase la entrada de agua en la embarcación por el envite del oleaje, sería la navegación costera de cabotaje, en el sureste de la Península Ibérica (Fig. 75), incluyendo la navegación fluvial y lagunar (Guerrero 2008: 103). Si atendemos a la dualidad entre la *possibilitas* y la *probabilitas* (Hacking 1971: 345), es cierto que la posibilidad de que con este tipo de embarcación se realizasen grandes recorridos existe, como llegar o proceder del Levante Mediterráneo o Carthago, pero la probabilidad de que se utilizase este tipo de naves para tal cometido, es muy reducida.



Fig. 73.- Trabajos de excavación en el año 2008 en el pecio Mazarrón 2 (Foto: Moya en Libro Verde, Plan nacional de protección del Patrimonio Cultural Subacuático español. Pág. 64).

Los pecios de dos naves que se dirigían a Occidente, la Tanit y la Elissa, datados a mediados del s. VIII a.C., situados a 33 millas de Gaza y a -400 m de profundidad y próximos entre ellos (Ballard et al. 2002: 151), (Fig. 68 y Fig. 69) nos plasman dos

embarcaciones con cargamentos homogéneos⁹⁹ de ánforas vinarias procedentes de la costa sirio palestina, junto con algunas piezas de cerámica de cocina de la marinería del mismo origen y otras egipcias. La eslora de ambas naves está precisada en ca. 14-14,5 m, la manga en ca. 5,50-6 m, y el tonelaje de porte en ca. 25 t, lo que por sus formas las asemeja con el termino griego de *gauloi* (Stager 2004: 179, 182). En la actualidad son los dos únicos pecios claramente adscritos a la cultura fenicia que conocemos y desde luego no se pueden poner en relación, ni por eslora, ni por tonelaje de porte, ni por formas del casco, ni por modelo de comercio, con las naves de Mazarrón, por lo que arqueológicamente desciende la probabilidad de que éstas fuesen equiparables a aquellas de largo recorrido de los ss. VIII-VII-VI a.C. procedentes de las ciudades fenicias del Levante. En todo caso podrían ser consideradas las naves de Mazarrón como fenicias occidentales. Ello nos lleva entonces a pensar que el astillero que las construyó debería estar localizado a una distancia lógica para estas embarcaciones, en la Península Ibérica o como máximo en el norte de África y podrían ser naves completamente relacionadas con el denominado Circulo del Estrecho (Sáez et al. 2004: 31). La presencia de las cuadernas ligeras, casi varillas de 4 cm de diámetro en barcos a casco primero como son las naves de Mazarrón, no tienen paralelos arqueológicos, ni en Occidente ni, lo que es más importante, en Oriente, que ponga la técnica de los barcos de Mazarrón en relación directa e inequívoca con la arquitectura naval fenicia, por lo que sus constructores occidentales podrían estar utilizando técnicas mixtas, fenicias (punicana coagmenta) e indígenas¹⁰⁰, algo que es independiente del origen cultural de la empresa comercial (Guerrero 2008: 104). También fue apuntado por Pomey que podrían tratarse de la expresión local o peninsular de una tradición aún no bien conocida (Pomey, Rieth 2005: 159). Es casi un apriorismo que los astilleros en la antigüedad fundamentalmente reproducían embarcaciones bien contrastadas (Bonino 1985: 37; Pomey 1998: 55; Beltrame, Bondioli 2006: 89). La facilidad para reproducir como un clon un modelo, donde los dos pecios de Mazarrón con una firma arquitectural idéntica podrían ser un ejemplo, junto el conservadurismo tecnológico de la idiosincrasia de las gentes del mar, es un argumento compatible con la hipótesis de Guerrero (2008: 107), que al referirse al origen de la técnica de las cuadernas/varillas en las naves de Mazarrón señala: “Seguramente la clave a estas interrogantes deberemos buscarla en la evolución de las marinas aborígenes de la zona geográfica del Estrecho de Gibraltar...Dejémoslo por ahora en una hipótesis de trabajo...Ambos barcos pudieron estar construidos en astilleros de ribera por artesanos carpinteros que conocían ya muchas de las innovaciones técnicas navales introducidas en Occidente por los fenicios desde el c. 1000 BC, pero que aún conservaban ciertos hábitos procedentes de tradiciones navales aborígenes ensayadas en ambientes mixtos, lacustres, fluviales y marinos”.

⁹⁹ Con lo que ello implica a nivel de organización del comercio marítimo.

¹⁰⁰ Con la pervivencia de un anacronismo tecnológico de navegación en un *espacio náutico* lagunar, (p.e. balsas) basado en unas cuadernas sin función en el armado o en la estructura.

Por lo que hace referencia a la cuestión de la identificación de la especie de la quilla del Mazarrón 2, con el error señalado con anterioridad en el presente trabajo y ante cualquier intento de adscripción cultural por origen geográfico en la costa sirio palestina de una especie vegetal como el cedro, se debe señalar que hay muchos tipos de cedro e, igualmente, la madera en la antigüedad puede ser objeto de comercio marítimo, por lo que su origen que puede ser muy variado en el Mediterráneo; aun si se tratase ciertamente de cedro, no puede ser más que un dato más dentro del discurso histórico, pero no la clave para una interpretación sobre el origen cultural de la arquitectura naval de un pecio.

Los pecios de Mazarrón pertenecen a una misma firma arquitectural. Son embarcaciones menores de cabotaje y su astillero de construcción estaría en el Sureste peninsular. El armado del casco a espigas y mortajas y el atado particular de las frágiles cuadernas ponen a estos pecios en relación con Binissafúller y con una tradición de construcción naval de origen fenicio púnico, propia de la Península Ibérica.

9. LA ÉPOCA ARCAICA, LA CLÁSICA Y EL ARMADO A ESPIGAS Y MORTAJAS

Este periodo arcaico abarca en la arquitectura naval antigua a todo el s. VI a.C. y está caracterizado por la presencia coetánea de dos tradiciones constructivas para el armado del casco. Los pecios de *Mazarrón* presentaban una construcción a casco primero mediante la utilización de la técnica de espigas y mortajas y hemos propuesto también que su datación se sitúe en el s. VI a.C. Contemporáneamente, existen una serie de pecios como son *Giglio*, *Bon Porté*, *Jules Verne 9*, *Pabuç Burnu*, *Cala Sant Vicenç* y *Gela 1* (Cuadro sinóptico 3) que ponen de manifiesto que para el armado del casco existe una técnica constructiva basada en cosidos y ligaduras, coetánea pues con la previamente señalada de espigas y mortajas, que quizás nos hable de una manera propia de construir los barcos por los focos instalados en *Massalia* (600 a.C.) y en otros enclaves del mediterráneo occidental como podrían ser *Agathe Tychée* (Agde), *Aegitna* (Cannes), *Antópolis* (Antibes), *Nicea* (Niza) o *Alalia* (actual Aleria) en la costa oriental de Córcega, frente a Etruria. Pensamos, a juzgar por los datos que manejamos, que debió existir una permeabilidad y una transmisión de conocimientos tecnológicos de manera muy lenta, por un apego cultural propio de las culturas antiguas. En los puertos de comercio coincidirían barcos de diversas tradiciones creándose el escenario idóneo para que un modelo de superiores prestaciones fuese, de manera gradual, desbancando a otros menos adaptados a unas necesidades comerciales en constante evolución. El pecio hundido en *Massalia* de *Jules Verne 7* puede ser ejemplo de cómo en un contexto cultural foceo, se construyen barcos con la técnica de espigas y mortajas, pero que aquellas partes estructurales de arquitectura compleja, como son la convergencia de las tracas en la proa y popa, se resuelve por la técnica griega de cosidos, así como también las reparaciones. Ello presenta gran interés puesto que las tres únicas evidencias que tenemos de barcos que podemos adscribir al ámbito cultural fenicio púnico de la Península Ibérica (*Mazarrón 1*, *Mazarrón 2* y *Binissafüller*), también presentan cosidos en los extremos distales del casco, si bien con una técnica que difiere de la griega. En la misma línea consideraríamos a *Gela 2*, que podría representar una aculturación técnica de los púnicos frente a los griegos.

El barco era la muestra y reflejo de las capacidades tecnológicas de una sociedad en un determinado momento de la Historia, hecho que llevaba a convertirlo incluso en un signo cultural. ¿Se trataría el método de construcción del *Jules Verne 7* de una transmisión tecnológica procedente de la cultura fenicio púnica occidental? La probabilidad de que ello sea así opinamos que es elevada en función de la documentación arqueológica existente en la actualidad.

La coexistencia de las dos tradiciones de construcción naval finaliza con la técnica de espigas y mortajas prevaleciendo sobre la de los cosidos y ligaduras. Esto se produce por la mayor longevidad de este tipo de uniones, junto con una mayor solidez estructural del casco, lo que permite mayores tonelajes de porte y líneas de agua del barco más evolucionadas (Pomey 1998), mejorando el plano de deriva. Las ligaduras y los cosidos no desaparecerán completamente de la construcción naval hasta el s. IV a.C. y el inicio del periodo helenístico, pero únicamente por lo que hace referencia al armado del casco, ya que en la carpintería transversal continuarán existiendo las ligaduras internas más allá del imperio romano¹⁰¹. De acuerdo al estado actual de la investigación, la evidencia más antigua de una ligadura externa en una cuaderna está asociada al pecio foceo de *Jules Verne 9*. El ejemplo del cargamento del pecio de *Grand Ribaud F* con procedencia de Etruria pone de manifiesto las relaciones comerciales entre diversas etnias (griega focense y etrusca) y quizás permita sostener como hipótesis de trabajo que existió una cierta permeabilidad tecnológica en los puertos de comercio, quizás los enclaves más cosmopolitas de la antigüedad. Bien pudiera ser que los etruscos tuvieran un papel de bisagra en esta transmisión de conocimientos tecnológicos para el armado de los cascos por espigas y mortajas, ya que las relaciones de alianzas entre éstos y los cartagineses son fuertes en el s. VI a.C. haciéndose más intensas tras la batalla de Alalia¹⁰² (ca. 537 a.C.).

Ya en la época clásica y de la misma manera que en cronologías previas, son pocos los pecios conocidos para este periodo. El armado del casco se documenta únicamente ya por la técnica de espigas y mortajas, siendo los cosidos únicamente utilizados en las zonas de proa, popa y reparaciones. Tendríamos en relación con una arquitectura naval de herencia griega al pecio de *Gela 2* con presencia de cosidos en reparaciones y al pecio de *Ma'agan Mikhael* posiblemente de la costa jonia de Asia Menor (Pomey, Rieth 2005: 162) que presenta bien conservada la roda con cosidos, utilizando la misma técnica griega del *Jules Verne 7*. El pecio de *Binissafüller* se presenta como el único ejemplo de una nave de tradición púnica occidental del periodo, donde destacan las ligaduras externas para la fijación de las cuadernas junto con la presencia de cosidos en el extremo distal de la roda o codaste, análogos a los del pecio *Mazarrón 1* (técnica diferenciable fácilmente de la griega). Por último el pecio oriental de *Kyrenia* presenta toda la serie de características algunas novedosas que definen a la familia arquitectural helenística republicana.

¹⁰¹ Sin relación alguna con la época arcaica, en época romana se documenta la construcción naval a casco primero mediante ligaduras, en determinadas áreas y espacios náuticos adriáticos, como atestigua la nave de *Comacchio* (Berti 1990).

¹⁰² Una flota etrusco cartaginesa es derrotada de manera pírrica por la focense finalizándose la expansión política mediante la instalación de colonias por parte de los griegos de Marsella.

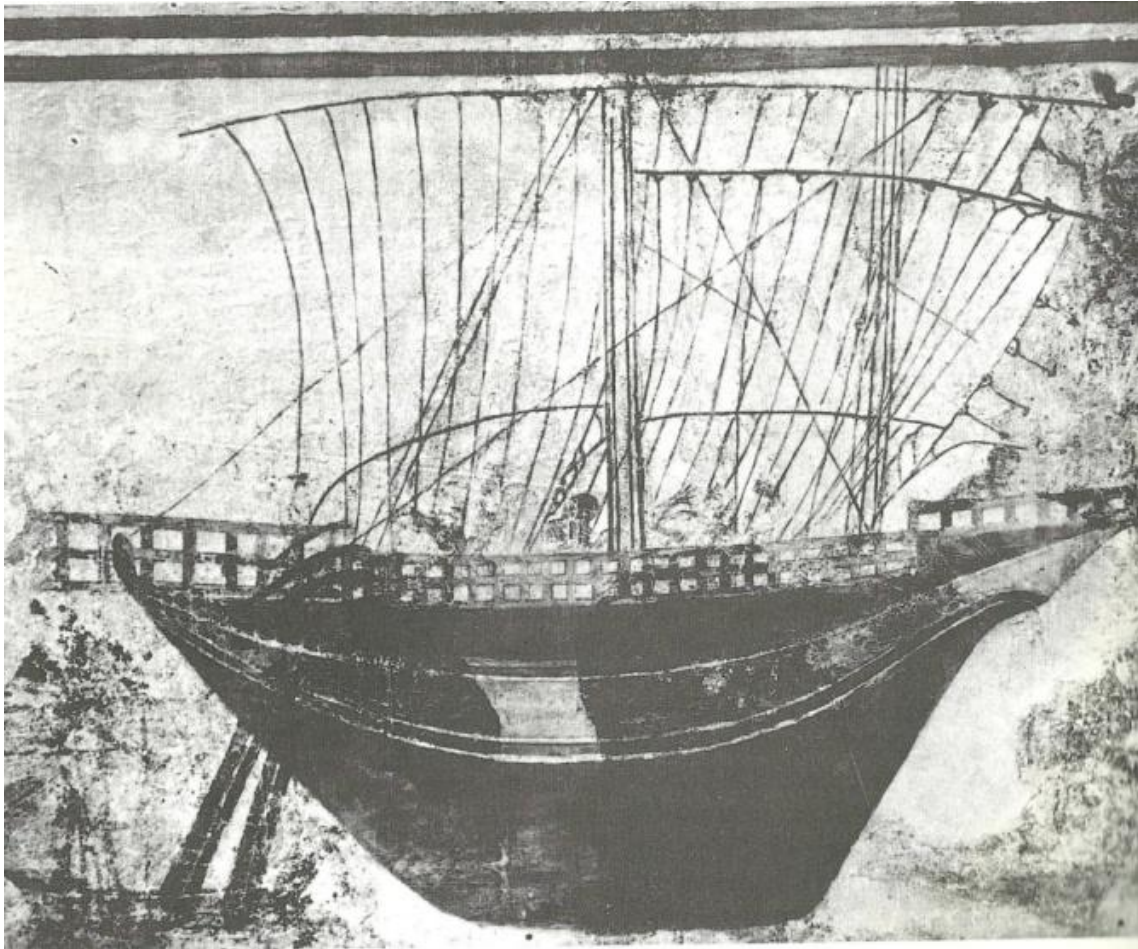


Fig. 74.- Dibujo a partir de la pintura mural de un mercante de mediados del s. V a.C. de la *Tomba della Nave Tarquinia* (Casson 1994: 46).



Fig. 75.- Situación de los pecios de *Mazarrón 1 y 2*, *Jules Verne 7*, *Cesar 1*, *Grand Ribaud F*, *Gela 2*, *Ma'agan Mikhael*, *Binissafuller* y *Kyrenia*.

9.1. JULES VERNE 7

Durante las excavaciones arqueológicas terrestres realizadas en la ciudad de Marsella entre los años 1992 y 1993, en las inmediaciones del *Vieux Port*, fueron localizados restos de las infraestructuras portuarias de época griega y romana. Dentro del conjunto de descubrimientos, destacaron los restos de dos barcos abandonados en el mismo momento, a escasa distancia de la orilla, de adscripción cultural focemassaliota, datados a finales del s. VI a.C. y designados como *Jules Verne 7* y *9*. La excavación arqueológica de los restos orgánicos presentó numerosos problemas de control del medio físico en el yacimiento, dada la extremada fragilidad de los restos y tras el proceso de documentación mediante estereofotogrametría y mediciones, ambas naves fueron trasladadas al *ARC-Nucléart* de Grenoble¹⁰³ (C.E.N.G.) para su restauración.

El *Jules Verne 9* estaba construido a *casco primero* mediante la unión de las tracas por un cosido de fibras vegetales, con cabillas horizontales entre las tablas que ayudaban a evitar movimientos del forro durante la fase de construcción, así como en la posterior navegación. Las cuadernas, simples refuerzos a la estructura del casco, estaban también cosidas presentando una serie de rebajes de forma rectangular (con función también de imbornales) en su cara inferior, coincidentes con las líneas de unión de las tracas, destinados a evitar rozamientos en los cosidos (Fig. 404, p.514). El pecio es un ejemplo de las embarcaciones cosidas de origen focense (Fig. 76). Presenta una técnica de atados por ligaduras externas (Fig. 29) para unir las cuadernas al casco que consiste en la realización de cuatro perforaciones que atraviesan oblicuamente las tracas, para por ellas realizar la ligadura o atado de la pieza. Posteriormente este atado se bloquea introduciendo clavijas en las perforaciones por donde ha pasado el hilo, para fijarlo definitivamente (Fig. 404, p.514). Este yacimiento tiene relevancia para la comprensión de la pervivencia de las técnicas de construcción naval puesto que es el primero en el que se documenta ligaduras internas en un madero interpretado como un posible genol, sin conexión estructural con el pecio (Fig. 30), con un atado mediante la realización de dos perforaciones separadas por algunos centímetros situadas en el eje longitudinal de la pieza, técnica que encontramos en el periodo grecorromano, sin que podamos afirmar que se trate de una pervivencia o de una reinvencción. Estas perforaciones están unidas por una pequeña regata en la cara superior de la cuaderna para alojar la cuerda de unión. Una vez la pieza de la carpintería ha sido unida al casco, se colocan unas cabillas de fijación que mejoran la unión y evitan el deshilachado del cosido (Marlier 2005: 171).

¹⁰³ El *Jules Verne 9*, embarcación más pequeña cuyas tracas de forro estaban ensambladas mediante atados fue restaurada mediante impregnaciones y liofilización. El *Jules Verne 7*, sigue en la actualidad en restauración mediante impregnación en PEG.

El *Jules Verne 9* estaba destinado a la pesca y navegación costera, tenía un fondo redondeado y una eslora de 10 m (Pomey 1998b: 148).

En contraposición, el barco *Jules Verne 7*, estudiado por Pomey (1995, 1997, 1998a, 1998b, 2009; Pomey *et al.* 1997; Pomey, Rieth 2005) estaba destinado a la navegación de comercio de cabotaje, conserva 14 m de longitud y cerca de 4 m de anchura (Fig. 77), lo que ha permitido restituir sus dimensiones¹⁰⁴ en 15 m de eslora y 3 m de manga, con unas líneas del casco de sección redondeada, pero muy angulosa o pinzada en la proa y la popa (Pomey 1998: 150). La quilla, de sección casi cuadrada se conserva en buen estado, con 10,70 m de longitud, una altura de 11 cm y un ancho de 10 cm y si bien no aparecieron ni la roda ni el codaste, se ha podido determinar que la unión con éstos era mediante rayo de Júpiter con la clavija (chaveta o llave) de fijación, con orientación vertical, bien diferente de los propios del periodo grecorromano (Fig. 78).

La quilla no presenta alefriz en el tramo central, pero aparece de tipo con encaje, en torno a 1 m del final de su recorrido, antes de las uniones en rayo de Júpiter. Fue posible determinar las formas del casco en la proa y en la popa gracias a los extremos distales de las tracas de forro conservadas y los ángulos descritos por una varenga de ese sector. A pesar de las numerosas rupturas que se observan en el casco, se llegó a realizar un remontaje gracias a las maquetas de estudio (Pomey 2009: 413-415) para apreciar cómo eran las líneas de agua de la embarcación, que poseía tres cintas de carena de sección poligonal o semicircular, estrechas (de 7 a 11 cm) y gruesas (de 8 a 12 cm), documentadas en el costado mejor preservado. La gran mayoría de las varengas (muy largas, donde los genoles* se inician en la séptima u octava traca de forro) pudieron restituirse a su localización original, tanto por las formas como por la situación de los clavos y las improntas. Éstas quedaban muy espaciadas unas de otras (a una media o *malla* de 90 cm).

¹⁰⁴ La metodología experimental seguida por el equipo de arqueología naval del *Centre Camille Jullian (CNRS-Université de Provence)* para llegar a la restitución de la nave *Jules Verne 7* consistió en reproducir a escala de trabajo los restos del casco, con sus deformaciones y afecciones, para desde un punto de vista tridimensional comprender el proceso tafonómico, sufrido por el pecio. Después se analizó inversamente el proceso postdeposicional, para realizar una *maqueta de estudio*. Por último, se realiza la maqueta de restitución final, donde sistema de propulsión y gobierno deben basarse en analogías, comparaciones y/o iconografía, teniendo cabida varias hipótesis en la restitución. En la actualidad el proyecto *Prôtis* del *C.C.J.*, con objetivos científicos, de puesta en valor y pedagógicos, coordina la futura construcción de las réplicas navegantes de las dos naves *Jules Verne 7* y *9*, como estadio final en su estudio experimental.

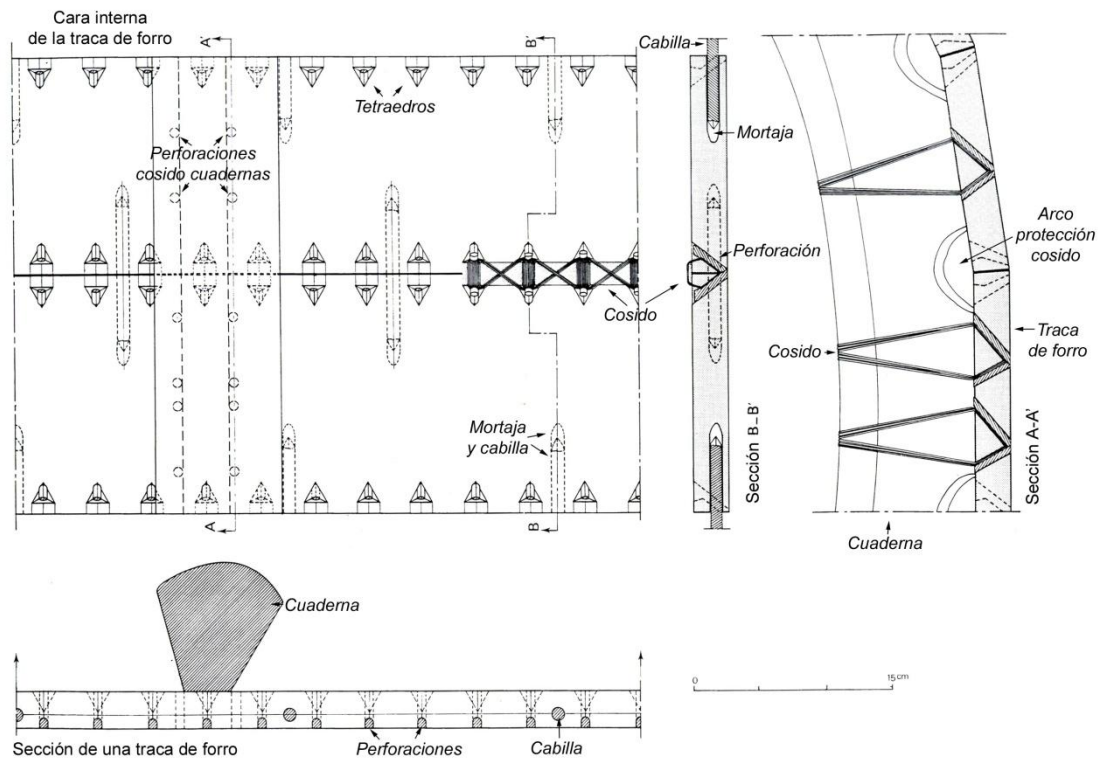


Fig. 76.- Planta y secciones del pecio *Jules Verne 9* en las que se observa la técnica de atados por ligaduras externas de las cuadernas a un casco donde las tracas están ensambladas por cosidos. Consiste en la realización de cuatro perforaciones en ángulo en las tracas, para realizar la ligadura de la cuaderna y posteriormente se bloquea introduciendo clavijas que fijan definitivamente el atado. (A partir de M. Rival, CCJ-CNRS en Pomey *et al.* 1997: 92).

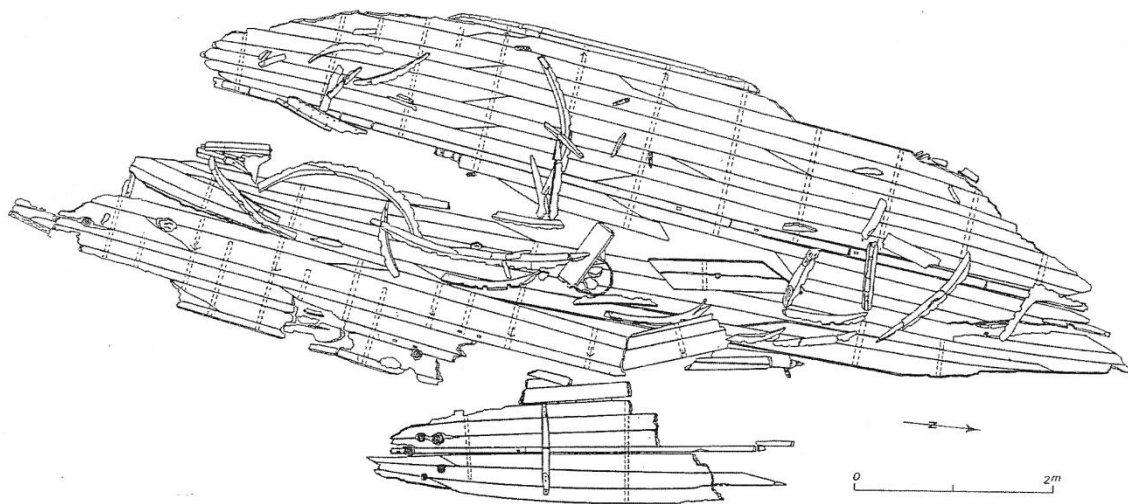


Fig. 77.- Planimetría del *Jules Verne 7* (Al Oeste se encontraba la pequeña embarcación de *Jules Verne 9*) (Planimetría M. Rival CCJ-CNRS; Pomey 1998: 149).

Las cuadernas presentan una sección redondeada/trapezoidal con la base algo estrecha y con numerosos encajes como los que se documentan en la carpintería

transversal de los barcos cosidos de tradición griega, para evitar el contacto en las juntas (Nieto, Santos 2009: 28), si bien están fijadas al casco mediante clavos de hierro.

Existe unión de las varengas con los genoles a la altura de la segunda cinta de carena y se hace mediante un rayo fijado por una clavija, de las mismas características que en el barco cosido de *Jules Verne 9*, donde se encajan también los baos gracias a unos cajones transversales. Las uniones entre las varengas y los genoles, no son habituales o característicos de la arquitectura naval antigua (Gianfrotta, Pomey 1981: 241-247), por lo que podría ser considerado como un rasgo de la *firma arquitectural* de los astilleros de ámbito massaliota. Las varengas están directamente unidas al casco por clavos de hierro introducidos desde el exterior del casco, donde la punta de éstos está deformada o retorcida, mediante martilleado, para “graparse” a la cara superior de las cuadernas. Existe como excepción la presencia de algunas ligaduras para la unión de carpintería transversal con el casco. Se localizan en los pies de los barraganetes colocados alternantes entre las varengas-genoles, en la parte más alta del casco, pero solo en este punto de unión, estando fijado el resto de su recorrido mediante cabillas de madera (Fig. 403, p. 513).

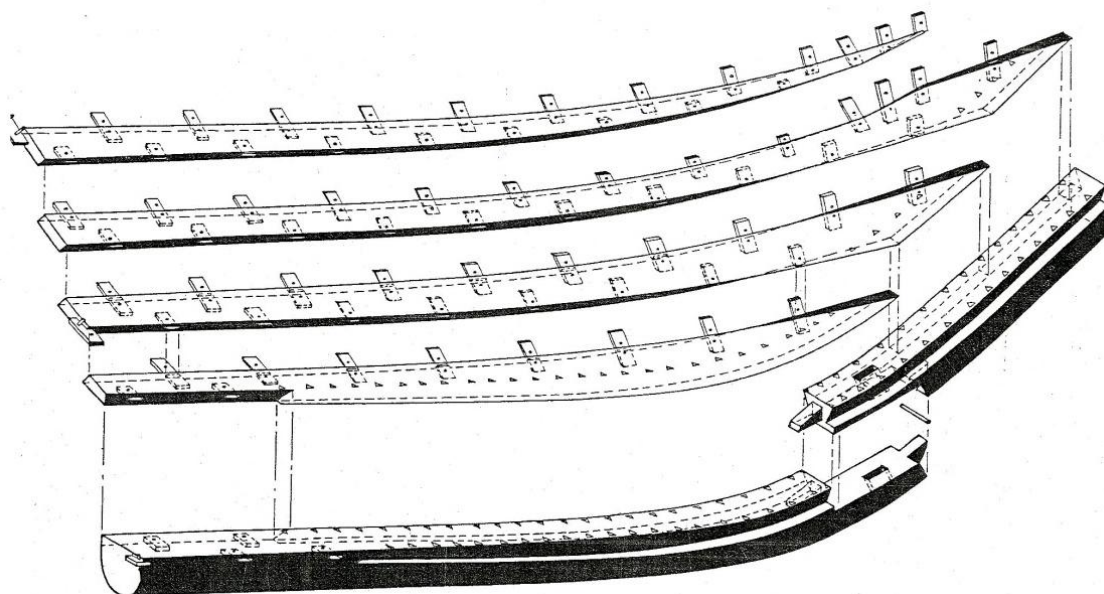


Fig. 78.- Reconstrucción axonométrica de la roda del *Jules Verne 7* con el particular rayo de unión (M. Rival, CCJ-CNRS).

Las mortajas o cajones realizados en dos de las varengas del pecio, indican que la nave presentaba puntales en el eje axial. La carlinga del mástil no se conservaba, al parecer recuperada de antiguo, si bien se ha podido restituir su localización por los elementos de fijación de ésta.

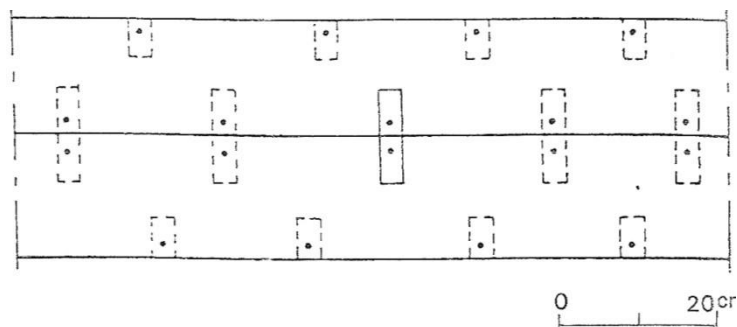


Fig. 79.- Esquema con las dimensiones medias de las tracas de forro, con el espaciado y tamaño de las mortajas para el ensamblado (M. Rival, CCJ-CNRS).

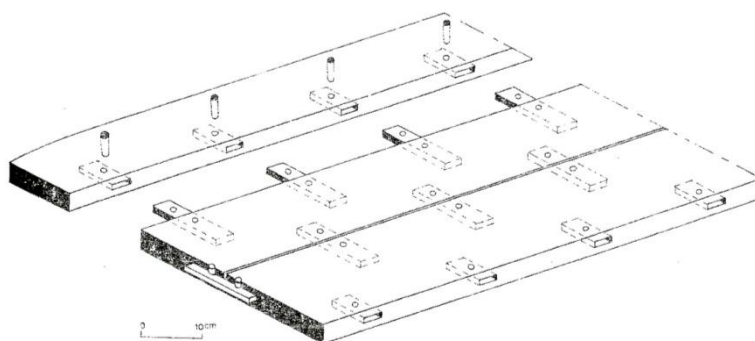


Fig. 80.- Vista axonométrica de la esquematización de las dimensiones medias en el pecio *Jules Verne 7* (M. Rival, CCJ-CNRS).

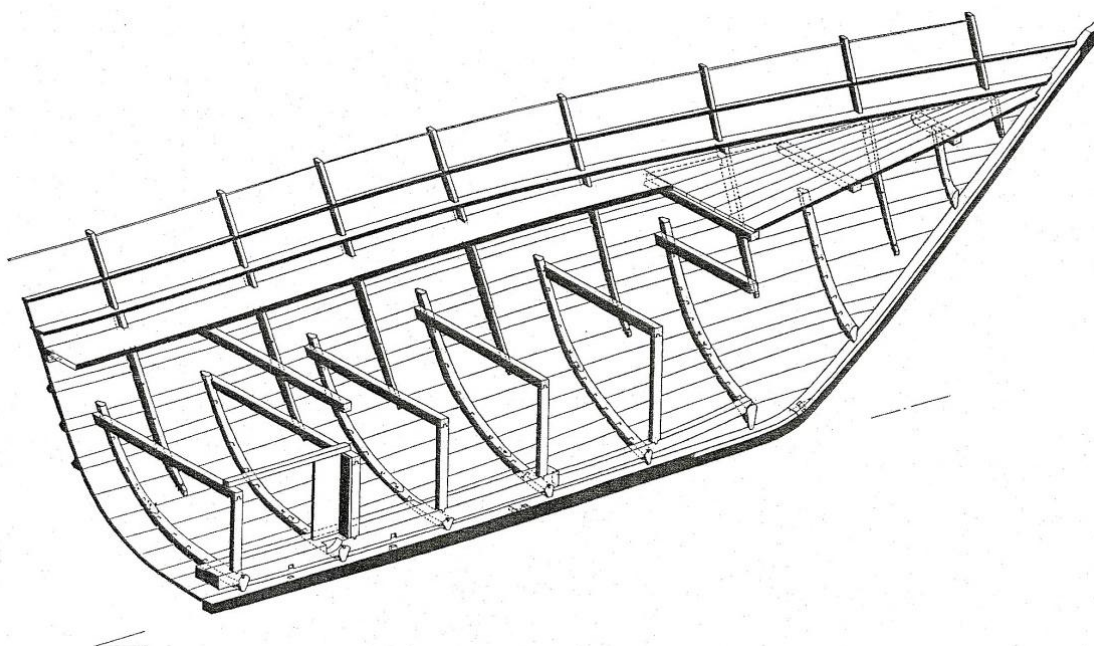


Fig. 81.- Reconstrucción axonométrica de la proa del *Jules Verne 7* con la carlinga del mástil (M. Rival, CCJ-CNRS).

Las tracas de forro están dispuestas a tope y tienen un grosor que oscila entre los 2,5 cm y los 3 cm, con anchuras variables entre los 14 y los 28 cm (Fig. 79) donde la traca nº 8 situada antes de la primera cinta de carena juega un papel de *control o reglaje* para crear la simetría entre los dos costados al alzarse la borda. Los tramos de tracas se

unen con rayos en bisel simple en la parte de fondo (las seis primeras tracas) o por uniones con líneas quebradas o curvilínea (pico de flauta) para las más superiores (Fig. 77 y Fig. 90), técnica menos usada de lo que podría pensarse, sólo documentada en los pecios de *Jules Verne 7*, *Ma'agan Mikhael*, *Binissafüller*, *Marsala* y *Chrétienne C*. La unión de las tablas con la quilla y entre ellas, presenta la combinación de dos técnicas: *punicana coagmenta* (la mayor parte del casco) y cosidos. Las espigas son muy alargadas y estrechas (14 x 3 cm) con un espaciado entre las mortajas con 20 cm de media y presentan en comparación con las naves del s. IV a.C. un aspecto primitivo y todavía poco evolucionado (Fig. 79). Las clavijas para la fijación tienen unas medidas que oscilan entre el 1,1-1,4 cm de diámetro en la cara interior del casco y 0,9-1,2 cm en la cara exterior. Los cosidos, con el mismo patrón técnico que se observa en el pecio contemporáneo de *Jules Verne 9* (Fig. 77), forman parte de un proceso de construcción de la nave y los utilizan para solventar la unión angulosa de la roda y el codaste, con el final del recorrido de las tracas de forro. Si bien se han documentado cosidos en otras partes del casco, dispuestos de manera aleatoria, se trata de reparaciones de uniones que inicialmente estaban construidas mediante espigas y mortajas fijadas por clavijas.

Se han documentado algunas marcas de carpintero de ribera que han ayudado a comprender mejor las fases de la construcción del barco; unas son los encajes en la base de las varengas y otras las flechas grabadas a la altura de la 8ª traca coincidentes con las extremidades de las mismas varengas, que indican que fueron colocadas después del montaje de las primeras ocho tracas de casco. Respecto a las especies vegetales documentadas para la construcción del barco, indican que la quilla está fabricada en encina (*Quercus ilex*), las tracas de casco en pino de Alepo (*Pinus halepensis*), las varengas en aliso (*Alnus glutinosa*) y las clavijas y espigas en olivo (*Olea europaea*), especie de menor utilización, documentadas también en el pecio de *Binissafüller*.

El barco *Jules Verne 7* fue abandonado hacia finales del s. VI a.C., por lo que a juicio del Pomey, teniendo en cuenta la longevidad de las embarcaciones en la antigüedad, ésta debió navegar en la segunda mitad del s. VI a.C. (Pomey 1998: 147), por lo tanto, menos de un siglo después de la fundación de la colonia focea en el 600 a.C.

9.2. CESAR 1

Durante las excavaciones arqueológicas en el entorno del *Vieux Port* de Marsella a inicios de la década de los noventa del pasado siglo, en *Villeneuve-Bargemon*, apareció parte del fondo de una embarcación con unas dimensiones de 6,10 x 0,90 m, separada en dos conjuntos por una pequeña zanja. La quilla presentaba la unión con sus dos extremos distales, roda y codaste, mediante un rayo de Júpiter, orientado de manera que la clavija de fijación estaba colocada por la cara superior de la quilla, es decir de manera vertical. Uno de ellos (bien la roda o el codaste, no se puede determinar) se encontraba todavía unido a la quilla, así como cinco tracas de forro, en la que la de apardura presentaba una extremidad compleja, con dos fragmentos de cuadernas muy deterioradas unidas al casco por clavos. El aspecto de la factura de las cuadernas es semejante a las del pecio *Jules Verne 9* pero sus formas, dimensiones y técnica de construcción eran parejas a las del pecio *Jules Verne 7*. Las tracas están ensambladas todas ellas por espigas y mortajas, fijadas por clavijas y las cuadernas se fijaban al casco

mediante clavos, sin presencia alguna de atados. La densidad de las espigas presentes en el casco a juicio del Pomey (2001: 430) no es muy elevada.

Lo más representativo del pecio *Cesar 1* es que a finales del s. VI a.C. tenemos evidencia de una construcción mediante *punicana coagmenta*¹⁰⁵ en una embarcación costera de las mismas características que el *Jules Verne 9*, pero construida siguiendo las técnicas documentadas en el barco de cabotaje *Jules Verne 7*.

La adopción de una nueva técnica de ensamblaje (espigas y mortajas) desde mediados del s. VI a.C. en el contexto cultural jonio massaliota, parece atender sobre todo a una mayor longevidad de la *punicana coagmenta* frente a la técnica de los cosidos, a la vez que permite desarrollar nuevas líneas de agua, así como mayores dimensiones y tonelaje. Este discurso quedaría demostrado por la aparición del *Jules Verne 7*. Sin embargo, el *Cesar 1*, de dimensiones modestas, sirve de argumento para señalar igualmente que la técnica de espigas-mortajas-clavijas desbancaría rápidamente a la de los atados y cosidos, en toda la tipología de naves de adscripción cultural griega.

9.3. GRAND RIBAUD F

El pecio se encuentra naufragado en las cercanías de la península de Giens (Francia) a una profundidad comprendida entre los 58 y 61 m. Transportaba un cargamento aparentemente homogéneo de ánforas etruscas. Se realizaron varias campañas entre los años 2000 y 2002, mediante la utilización de medios técnicos de la sociedad Comex, como el *Blaster*, una especie de propulsor-ventilador instalado en un ROV que permitió realizar sondeos en el yacimiento, llegándose hasta los restos de su arquitectura naval y extrayéndose a superficie algunas muestras (Fig. 83). Se estima una carga de entre 800 y 1000 ánforas etruscas procedentes de *Caere* (Pomey 2002a: 427), lo que permite establecer un tonelaje de porte aproximado de unas 40 t, para una nave de unos 25 m de eslora, siendo por ello el mercante conocido de mayor capacidad de su cronología. Aparte del cargamento anfórico, se documentó un lote de vajilla griega, cuencos de bronce y material de a bordo variado (griego y etrusco) que permitió datar el yacimiento entre el 515-470 a.C.

¹⁰⁵ Si bien se estima que para este pecio, al igual que en el pecio *Jules Verne 7*, la convergencia de las tracas de forro con la roda y el codaste se debió de realizar ensamblando estas partes mediante técnica de cosidos, así como en las reparaciones realizadas en el casco.

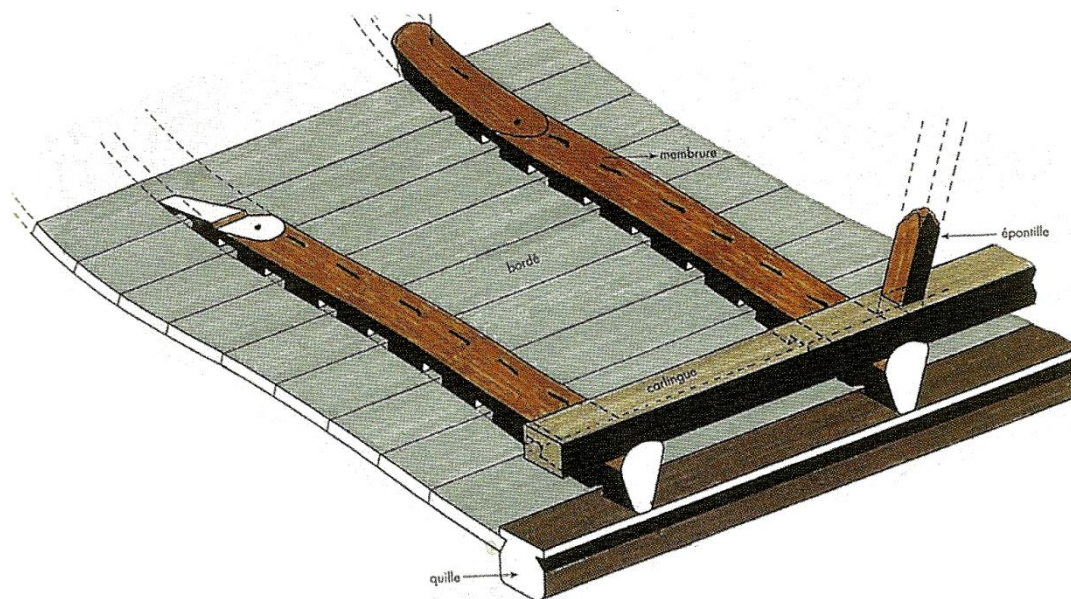


Fig. 82.- Esquema de restitución axonométrica de la arquitectura del *Grand Ribaud F* (Dibujo M. Rival, CCJ/CNRS).

La arquitectura naval de esta nave no presenta novedades respecto a lo conocido en su periodo cronológico, sino que lo destacable es la similitud formal con el *Jules Verne 7*, ya que no sólo son de la misma *familia arquitectural* sino que comparten la misma *firma arquitectural*, lo que ha permitido a Pomey establecer un origen de la construcción naval en astilleros massaliotas o por el contrario en asentamientos empóricos en la costa italiana, que reprodujeron en el *Grand Ribaud F*, los conocimientos, usos y procedimientos de la arquitectura naval griega (Pomey, Rival 2002: 118). El sondeo realizado en el tercio superior del yacimiento, permitió documentar un fragmento de casco, dos cuadernas (varengas), una sobrequilla con un puntal (la presencia de ésta no ha dejado observar la quilla, que está conservada) y, por otra parte, de la zona distal del yacimiento se recuperó una varenga muy angulosa y un tramo del codaste. Como descubrimiento excepcional, apareció un fragmento de timón, el testimonio arqueológico más antiguo conocido. Las tracas de casco están unidas por espigas y mortajas fijadas por clavijas, tienen 3,5 cm de espesor y son de abeto (*Abies alba*). Las espigas son muy largas y estrechas, (12 x 4,5 cm) y están espaciadas cada 20 cm de media. Las varengas (*Quercus sp.*), espaciadas a 82 cm, presentan una base estrecha de 5 cm, con numerosos encajes rectangulares. La cara superior es redondeada y las varengas tienen una altura de 26 cm por 19-20 cm de anchura. Los extremos distales de las varengas presentan un rayo para el encaje/unión con los genoles, que se unen con ésta por medio de una cabilla (Fig. 85). La carpintería transversal está fijada por clavos de hierro, colocados desde la parte exterior del casco, y las puntas que atraviesan las varengas son trabajadas a martillo para retorcerlas y graparlas a éstas.



Fig. 83.- Vista caballera de la sobrequilla con el puntal del *Grand Ribaud F* y detalle de la mortaja, espiga y clavija de una traca de casco (Foto: Durand CCJ/CNRS).

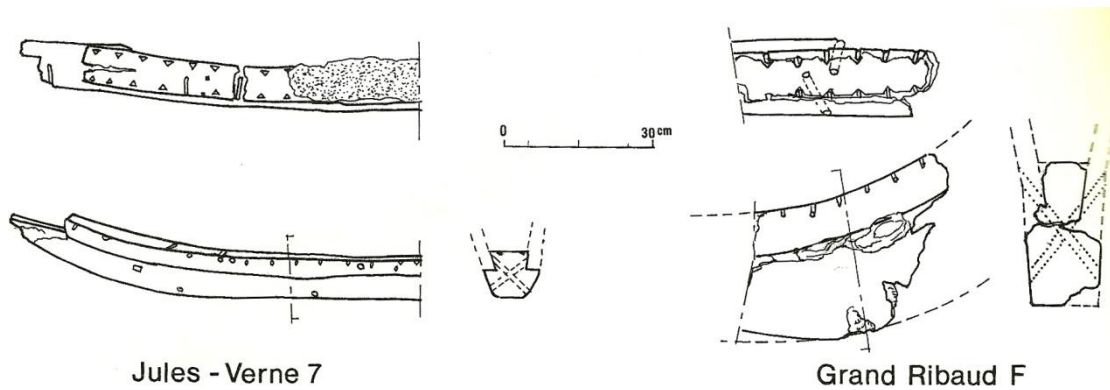


Fig. 84.- Dibujos de comparación entre la extremidad posterior de la quilla del *Jules Verne 7* con clavijas que atraviesan la quilla de lado a lado y la curva del codaste del *Grand Ribaud F* donde se observa que las clavijas se colocan de la misma manera. El diferente tonelaje de cada barco, condiciona el tamaño de las piezas (Dibujo M. Rival, CCJ/CNRS).

La sobrequilla (*Quercus sp.*), tenía sección rectangular (altura 12 cm y anchura 14 cm) y se encajaba sobre las varengas gracias a unos rebajes de forma redondeada, perpendiculares al eje axial, practicados en su cara inferior. En la cara superior se observó un cajón de 9 x 9 cm para alojar un puntal de la misma sección (*Quercus sp.*), algo inclinado, que sustentaría un bao, no coincidente en el plano tangencial con la situación de la varenga. Se supone que la sobrequilla continuaría o enlazaría con la carlinga hacia la zona central del casco.

Al igual que en el *Jules Verne 7*, el codaste termina su recorrido con alefrices en sus laterales, con presencia de tetraedros claramente asociables a una técnica de cosido, por lo que el tramo final de las tracas de forro en la roda y el codaste debieron realizarse, no con mortajas y espigas, sino por cosidos y atados.

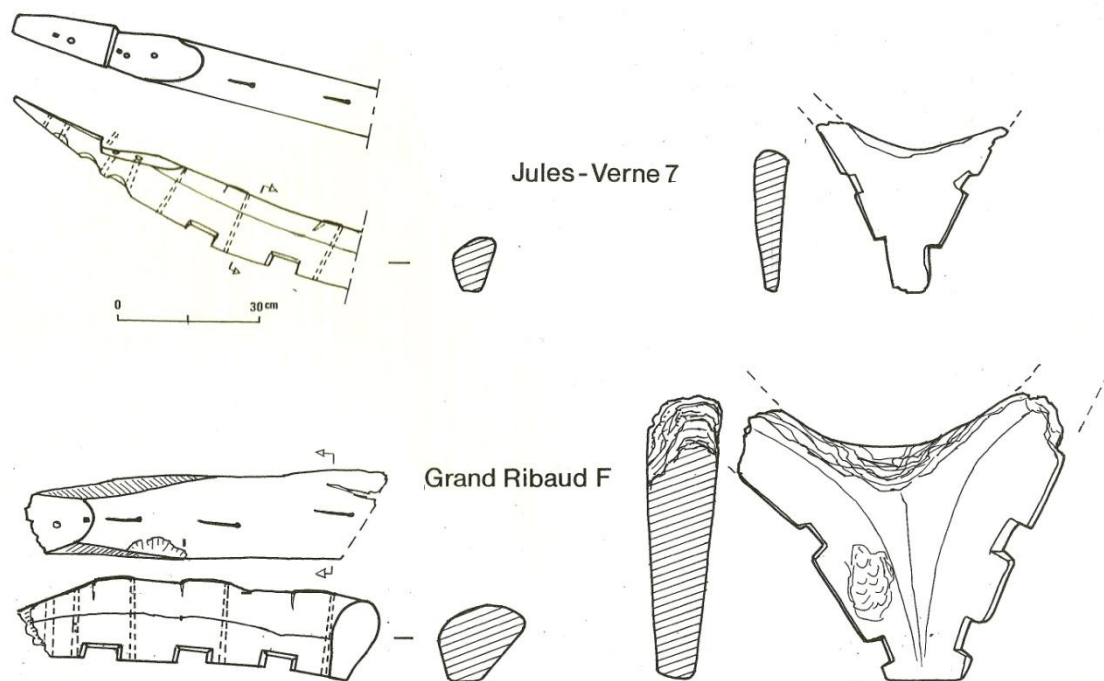


Fig. 85.- Dibujos comparados de las varengas, mediales y distales del *Jules Verne 7* y el *Grand Ribaud F* (Dibujo M. Rival, CCJ/CNRS).

9.4. GELA 2

El segundo pecio griego arcaico de *Gela* fue descubierto en 1990 en un fondo de arenas y gravas, en aguas someras a 6 m de profundidad, a unos 800 m de la costa y a un km del pecio *Gela 1*. Su naufragio está datado en el 425 a.C. (Panvini 1989: 81) cuando la nave se dirigía a Gela. El barco en el momento de su excavación estaba cubierto por un estrato de piedras de módulo irregular. Se trataba de un lastre conformado por varios conjuntos, que se interpretó como consecuencia de un relleno de carga tras las operaciones comerciales para mantener la estabilidad de la nave. Los primeros trabajos fueron realizados por F. Faccenna en 1995 (1997: 143).

El lastre (interpretado como tal por analogismo con *Gela 1* y *Ma'agan Mikhael*) estaba directamente en contacto con el casco y alcanzaba una potencia de de 1,5 m. El barco reposa en el fondo sin la quilla, que se encuentra desplazada del casco, quizás por el impacto del naufragio. Ésta presenta algunas dudas en su identificación, tiene una sección cuadrangular y estaba unida al casco por espigas y mortajas. No parece presentar alefriz, como tampoco lo presenta la quilla del *Ma'agan Mikhael*. A juicio de los excavadores quizás se tratase de una zapata o falsa quilla, pero su altura de 18 cm, es muy superior a las falsas quillas documentadas en *Ma'agan Mikhael* y *Kyrenia*, que tenían 5 cm de altura. Se ha especulado con que pudiera tratarse de una sobrequilla, si bien su desplazamiento y situación por debajo de algunas tracas de forro dificulta enormemente la interpretación, incluyendo la ausencia de ningún encaje para asentarse sobre las cuadernas (ni marcas en éstas), como sí se documenta en el *Gela 1* y en el *Ma'agan Mikhael*.

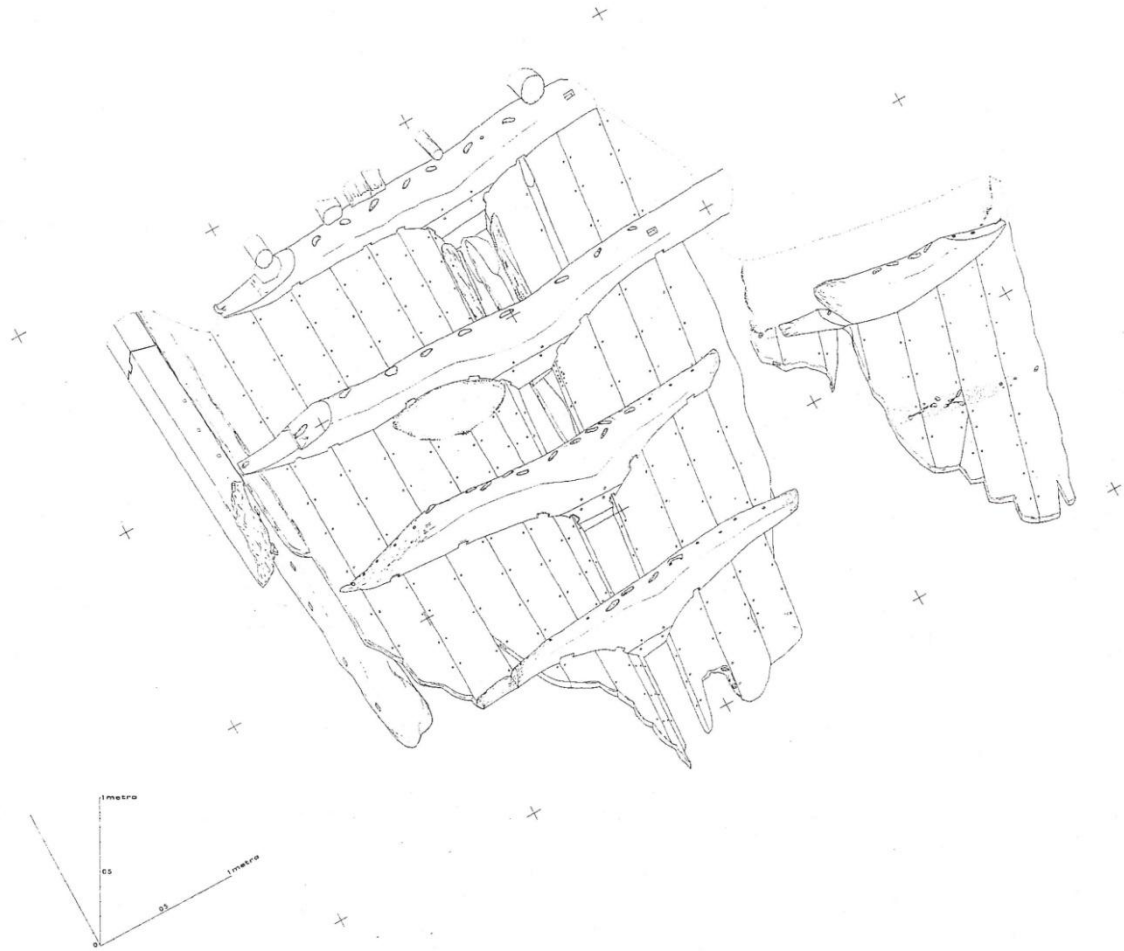


Fig. 86.- Vista axonométrica de la nave de *Gela 2* (según Benini 2001).

La separación entre las cuadernas era acusada, pudiéndose establecer la malla entre los 60 y 70 cm. Las varengas estaban formadas por dos piezas (la inferior de ellas es el tacón, Fig. 86), como se ejemplifica también en la nº 19 del pecio de *Marsala*. Somos de la opinión de que la forma de las varengas favorece la fortaleza del eje axial del barco con el refuerzo de las tracas de aparadura (que se apoyan literalmente en los tacones en los esfuerzos laterales).

Hay presencia de muchos clavos de cobre en el pecio junto con otros de hierro que unen la carpintería transversal con las tracas de forro. La altura de las varengas está en torno a los 50 cm y tiene un tacón pronunciado, por lo que junto con la disposición de las tablas que deberían unirse a la quilla, permiten observar que el fondo del casco tiene unas líneas muy angulosas o pinzadas, con un fuerte plano de deriva. Las teóricas tracas de aparadura no se conservan enteras y es posible que en el momento en el que la quilla fue arrancada, éstas se hayan deteriorado. La campaña de excavación realizada permitió poner en luz 14 tracas del casco, unidas por el método de espigas y mortajas fijadas por clavijas, espaciadas las mortajas regularmente cada 20 cm. Las tracas tenían entre 25 y 30 cm de anchura con un espesor de 4,5 cm.

Hay que destacar que las comparaciones de las dimensiones de las varengas entre el *Gela 2* y el *Gela 1* (con una eslora estimada en 17 m) parecen indicar que la

segunda nave tendría unas dimensiones análogas. Entre las varengas 2 y 3 del *Gela 2*, se observó un tramo de la junta entre la traca de aparadura y la segunda traca, en el que no se habían utilizado espigas y mortajas, sino cosidos, análogos a los que se documentan en el *Jules Verne 7*. Cabe la interpretación de que formen parte del inicio del extremo distal de la nave como se documentó en *Grand Ribaud F*, si bien no hay datos precisos de cómo sería el tipo de ensamblaje en la roda o codaste. Se interpreta también que la presencia del cosido puede estar en relación con una reparación, indicándose que quizás no estaban culturalmente familiarizados con reparaciones de *punicana coagmenta*.

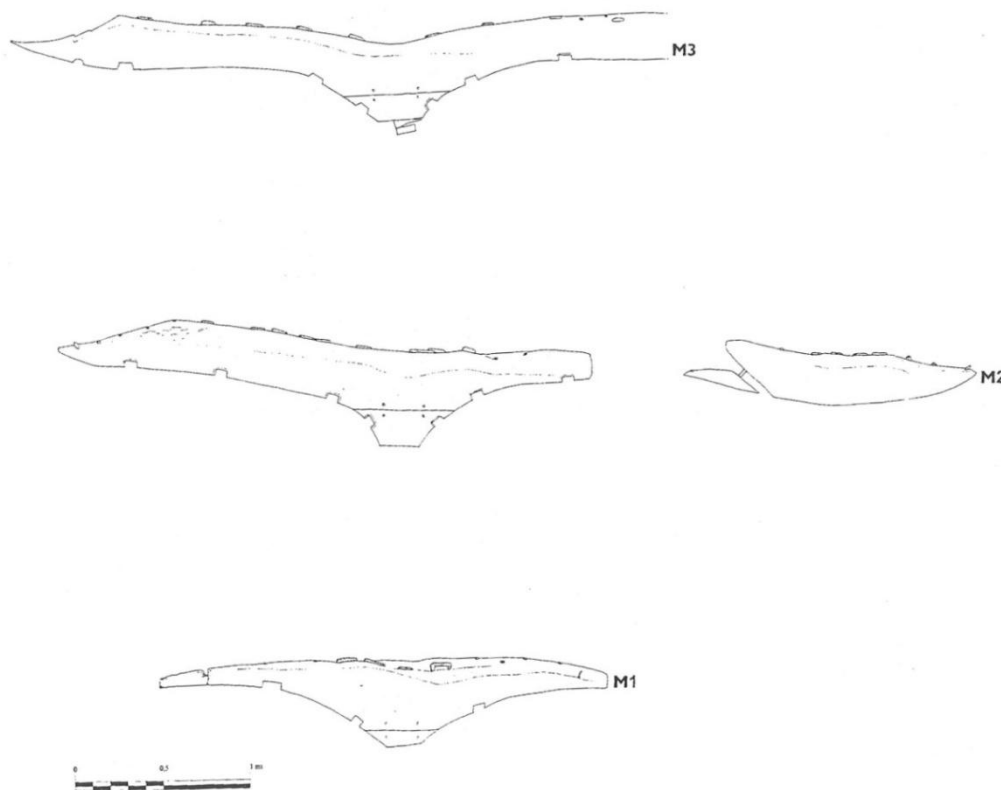


Fig. 87.- Secciones de las varengas del pecio *Gela 2* (Según Benini 2001).

A continuación de la varenga 3 y 4 se detectaron unas pequeñas planchas de plomo muy deteriorado, claveteado a las tracas que se interpreta como parte de una reparación y no como un forro. Se han documentado algunas marcas de carpintería en las tracas, como son dos cruces próximas a una clavija y otra que es una línea simple, justo en el emplazamiento de una de las varengas perdidas, seguramente indicando la posición de ésta por un carpintero, tras el ensamblado del casco.

En resumen se trata de una nave que presenta la parte central del casco conservada, ensamblada por espigas y mortajas; las cuadernas han perdido la forma estrecha inferior típica de los barcos como el *Jules Verne 7*, *Jules Verne 9*, o *Grand Ribaud F*, y tienen una sección levemente redondeada. Están unidas al casco mediante clavos y se observan de nuevo imbornales de forma cuadrangular (Fig. 87), que indican una factura para las cuadernas casi análoga con la de los barcos griegos cosidos. Su fondo de sección angulosa o pinzada corresponde a un estado más avanzado de la construcción naval que el *Jules Verne 7*. Respecto a las especies documentadas en su

construcción naval, las tracas de forro son de pino negro (*Pinus nigra*), las espigas son de encina (*Quercus ilex*). Destaca un puntal de arce (*Acer campestre*) y un bao de encina (*Quercus ilex*).

9.5. MA'AGAN MIKHAEL

El pecio de *Ma'agan Mikhael* fue descubierto en 1985 de manera casual frente a Kibbutz Ma'agan Mikhael, a 35 km al sur de Haifa (Israel), en una costa arenosa y baja en la que nunca se habían producido hallazgos arqueológicos (a diferencia de los frentes litorales de *Dor* o *Caesarea Maritima*), gracias a una serie de cambios en la dinámica litoral (Presa de Aswan en el Nilo y construcciones costeras) que crearon un balance sedimentario negativo en el tramo costero. Al igual que en el pecio de *Gela I*, una acumulación de piedras, entre las que había cerámica y fragmentos de madera, fue el primer indicio de la presencia del naufragio, situado a una profundidad de 2,5 m. Tras las primeras inspecciones arqueológicas, la cerámica recuperada dio un primer horizonte situado entre finales del s. VI a.C. o principios del s. V a.C. Durante el 1986, Raban y Linder investigaron en el yacimiento localizando tracas de casco con espigas y mortajas, realizándose al año siguiente trabajos más sistemáticos en el pecio con la asistencia de la Universidad de Haifa (*Department of Maritime Civilizations*), para en 1988, con un equipo de trabajo definido, iniciar la excavación del pecio. Se estableció que posiblemente su origen estaba de la costa jonia de Asia Menor (Pomey, Rieth 2005: 162)

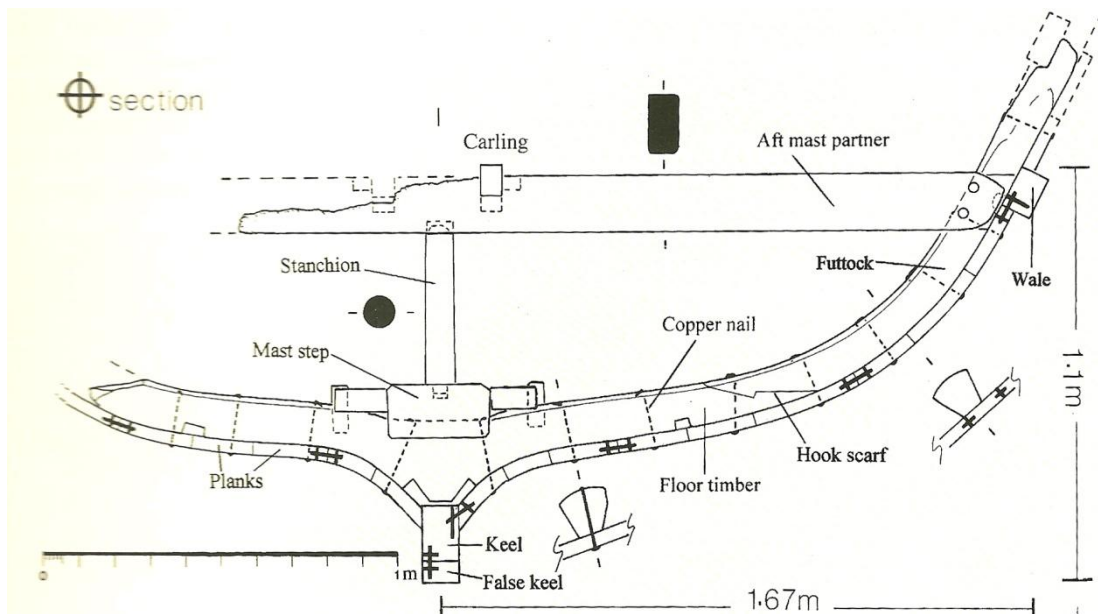


Fig. 88.- Sección del pecio con estribor a la derecha (J. Rosloff, T. Levi; Kahanov 2003: 54).

La estructura en madera (de 11,15 x 3,11 m) dado el medio anaeróbico en el que reposaba se encontraba en muy buen estado (Kahanov 2003: 53-129), con toda la parte inferior del casco, la obra viva, conservada, incluyendo la zapata, la quilla (de roda a codaste), once hiladas de tracas de forro a estribor con una cinta de carena y siete a babor.

También dos curvatonos, catorce cuadernas, carlinga, sobrequilla, cuatro puntales, dos apoyos a la carlinga, dos cuñas para el mástil y numerosas piezas pendientes de identificación¹⁰⁶. La sección del casco era del tipo pinzado, *wine-glass shape* (Fig. 88), siendo junto con *Gela 2* los dos primeros casos en los que se documenta el paso de fondos de casco redondeados a pinzados angulosos.

La quilla monóxila en pino (*Pinus brutia*) de 8,26 m tenía una sección rectangular (11x16 cm) sin alefriz de ningún tipo para el encaje de la traca de aparadura, al contrario, ésta presentaba un acabado en bisel para lograr el ángulo de salida característico para el *wine-glass shape* (Fig. 88). Las clavijas de unión quilla-traca de aparadura estaban colocadas desde el interior del casco. Las del costado de estribor tenían 11,5 mm de diámetro medio y las de babor 9,7 mm, algo que puede estar relacionado con la realización de dos carpinteros con taladros diferentes (Kahanov 2003: 55, fig. 8). La zapata de la quilla estaba compuesta por tres tramos en roble (*Quercus petraea/Q. pubescens*) unidos entre ellos. Ésta estaba unida a la quilla por espigas y mortajas, quedando las clavijas de fijación colocadas desde las caras laterales de la quilla sin atravesarla de lado a lado. (Fig. 89). Las tracas de aparadura de ambos costados eran monóxilas de 10,4 m de longitud y 4,4 cm de grosor (afinándose en la roda y codaste a 2,3-2,5 cm) sin rayos de unión, lo que reforzaría el eje axial del casco. Cuatro clavos de cobre fueron identificados en babor, quizás para reforzar la unión con la traca de aparadura, sin equivalentes en estribor.

La quilla se unía a la roda y al codaste mediante un rayo de Júpiter complejo, con una gran espiga de bloqueo en posición vertical (*Quercus sp.*) y fijada por una clavija. La roda estaba compuesta por varias piezas, que a diferencia de la quilla sí que presentaba alefriz con encaje para la traca de aparadura. Tenía una falsa roda de protección (no conservada), que en cambio el codaste sí presentaba (¿alerón de deriva?). En el rayo de unión de éste con la quilla se documentó una sustancia sellante. La técnica para unir la roda y codaste con la curva (pieza de la roda), era de atado/cosido, mediante perforaciones regulares con forma de tetraedro como las documentadas en los pecios griegos arcaicos de Marsella (*Jules Verne 9* y *Jules Verne 7*) (Fig. 76). Sobre la carpintería transversal estaba dispuesta una sobrequilla unida a las cuadernas por cabillas. La sobrequilla conservaba cajones para los puntales, dispuestos con una cierta equidistancia y no necesariamente coincidentes con la situación de las cuadernas.

¹⁰⁶ Se encontró una cesta con varias docenas de espigas por acabar, con cabillas y clavijas de varias medidas, junto con herramientas de carpintero de ribera, como un taladro, un mazo, una regla y una escuadra. Según Kahanov, ello indicaría que el trabajo en el barco aún no habría concluido (Kahanov 2003: 53).

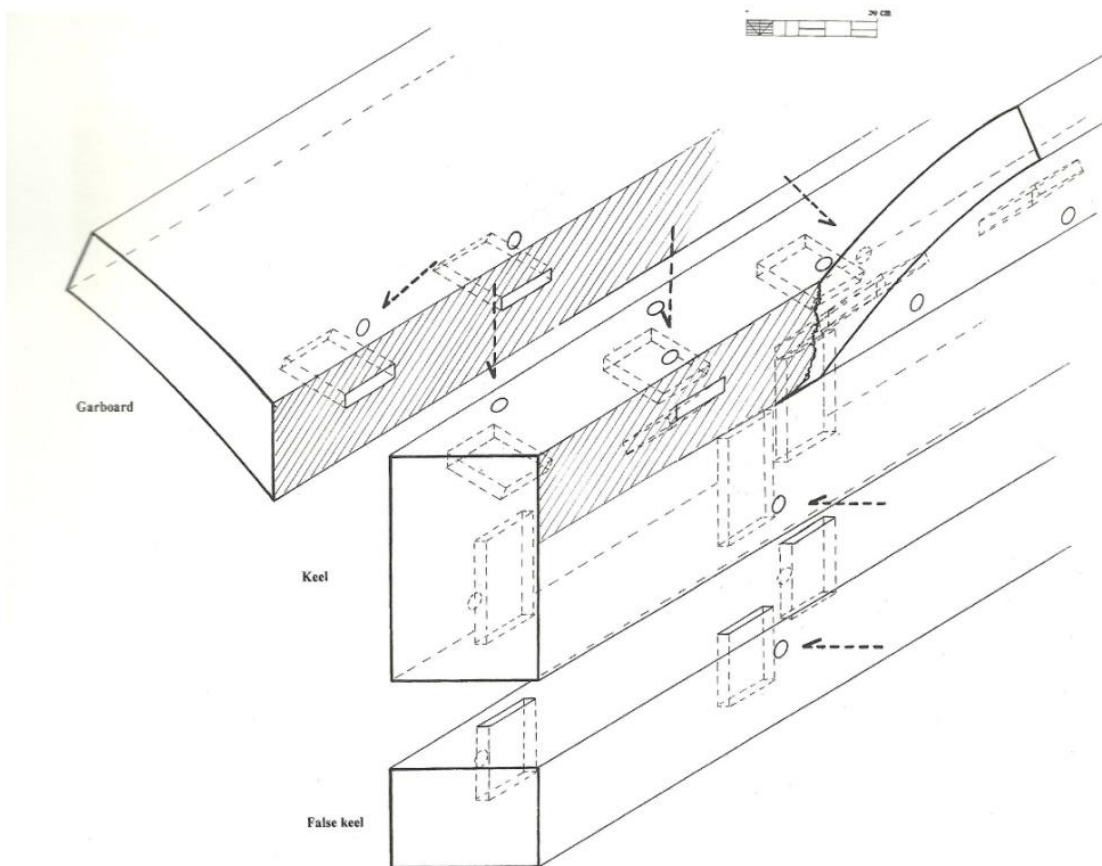


Fig. 89.- Zapata de quilla, quilla sin alefriz y traca de aparadura con su cara lateral biselada para crear el ángulo de salida necesario. (T. Levi; Kahanov 2003: 60)

Las tracas de casco, cubiertas de una resina de tono amarillento, eran de pino (*Pinus brutia*) y estaban ensambladas mediante espigas (*Quercus coccifera*) y mortajas muy próximas o apretadas. El grosor de las tracas no es regular; de la misma manera sus anchuras son variadas en función del radio de unión que presentan (Fig. 90), si bien podemos afirmar que tienen como mínimo 11,3 cm (segunda traca de aparadura estribor) y como máximo 32 cm (traca 6 de estribor). Los rayos de unión para el empalme de dos tramos de una misma traca de casco son en bisel simple, en pico de flauta y mediante ángulos, semejantes a los de *Jules Verne 7*.

Las cuadernas se fabricaron aprovisionándose de troncos con una curvatura natural (*Pinus brutia*) y estaban unidas al casco por clavos de cobre a punta retorcida de sección cuadrada (5,3 mm), uno por traca y en algunos casos se había colocado desde el exterior utilizando cabillas de madera cuadrangulares como guías o tacos (Kahanov 2003: 51), quedando las cuadernas ampliamente espaciadas unas de otras (a una media de 75 cm en su base), tocando algunas la quilla y otras no, sin que hubiese en ningún caso fijación física a ésta mediante clavos. Su sección era ligeramente trapezoidal y la unión entre la varenga y el genol se realizaba mediante un rayo simple fijado por clavos que habían usado una cabilla como taco, a diferencia del *Jules Verne 7*, *Grand Ribaud F* y *Gela 2* (Fig. 82; Fig. 86; Fig. 88). Las varengas presentan imbornales triangulares en el tacón central, rectangulares al final del recorrido de la varenga. En los genoles hay imbornales triangulares, situados a gran altura.

La carlinga del mástil, semejante a las conocidas con anterioridad, estaba dispuesta sobre las varengas, mediante una serie de encajes perpendiculares a su recorrido.

Las espigas tienen, en su sección longitudinal, más grosor en la parte central que en las distales, con un tamaño total (longitud, anchura y grosor) algo inferior al de las mortajas, para su mejor inserción. Como el pecio de *Ma'agan Mikhael* fue desmontado en piezas bajo el agua, fue necesario el corte de las espigas para ir separando las tracas, tanto por la problemática de recuperación subacuática como para su posterior restauración. Para el estudio estadístico de las espigas se contó con 178 ejemplares (28 de ellos completos) por lo que las conclusiones son a todas luces representativas. Las mediciones realizadas (Fig. 91) se basaron en la hipótesis de trabajo de Yovel, que fue analizar si había una correlación precisa entre las dimensiones de las espigas, las partes del casco que ensamblaban y la variabilidad acusada del tamaño de las tracas (diversas anchuras y grosores), es decir si se habían preelegido las espigas con un tamaño determinado para ensamblar determinadas partes del casco.

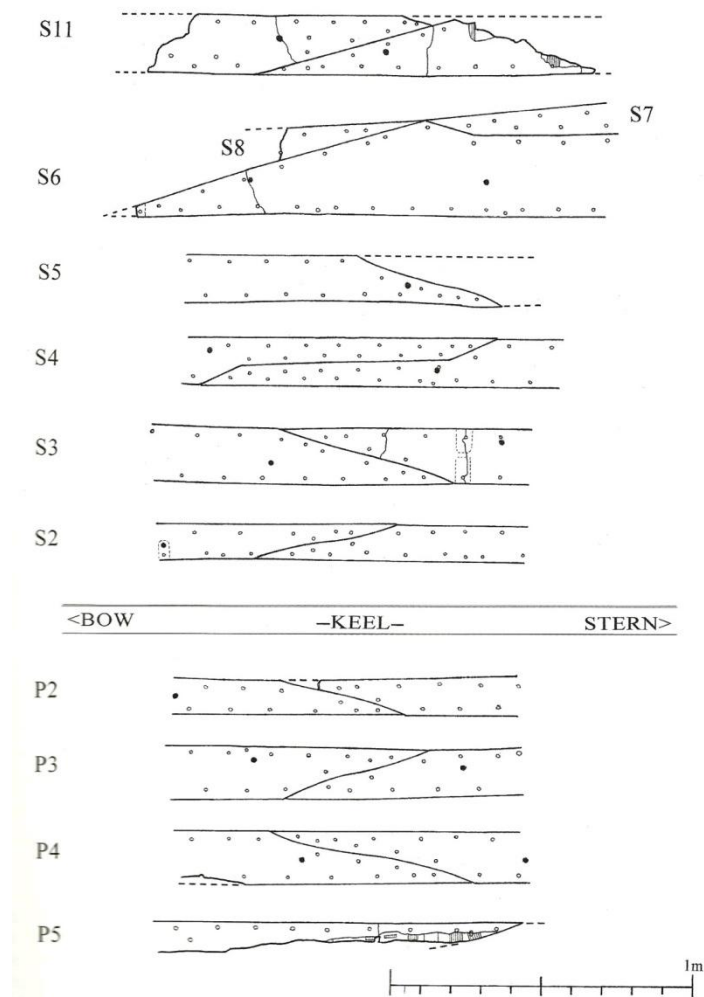


Fig. 90.- Patrones de rayos de empalme entre dos tramos de traca de forro. (J. Rosloff; Kahanov 2003: 79). En nuestro trabajo S11: Bisel simple; S4: Mediante tres ángulos (Z); P4 y resto: Pico de flauta.

Para ello realiza las mediciones de las espigas traca por traca, poniendo en relación la anchura máxima de la traca, el grosor máximo de ésta y las medidas siguientes de las espigas: a media longitud (*Half-length*), anchura central (*Centre width*), grosor central (*Centre thickness*) y grosor distal (*End thickness*), concluyendo el análisis estadístico que no es posible establecer ninguna relación precisa ni patrón de colocación entre las dimensiones de las espigas y el tamaño de las tracas en las que fueron colocadas, con ejemplos como el de la traca nº 6 de estribo, la de más anchura en el pecio (32 cm) donde sin embargo no se encontraron las espigas más grandes. Únicamente, en las tracas de aparadura sí se documentó que las espigas tenían dimensiones superiores. Las espigas de mayor longitud no eran necesariamente las más anchas o las más gruesas y *viceversa*.

La media de las dimensiones de las espigas en el *Ma'agan Mikhael* son de 15,4 x 3,9 x 0,7 cm, tomadas sobre madera tratada o restaurada lo que puede conllevar una desviación entre el 1-1,5 %. Se documenta que la medida que es más constante en las espigas es la de la anchura, (4 cm) mientras que las otras medidas varían más.

Los diferentes tamaños que se pueden documentar en las espigas del pecio parecen pues, según nuestra conclusión, determinados por la ejecución artesanal por grupos de carpinteros, que las fabricarían en serie con un formato más o menos establecido, pero no exacto. Se utilizaban posteriormente sin una ordenación precisa en la construcción del barco, salvo por lo que hace referencia a la unión de la quilla y las tracas de aparadura, donde las espigas son de una tamaño/robustez superior al resto, por estar destinadas a unir unas carpinterías de mayor envergadura. Por lo que hace referencia a las mortajas y su distribución a lo largo del canto de las tracas de forro, Kahanov (2004: 132) establece, tras estudiar un millar de ellas, que se utilizó un patrón común para la talla de las mortajas, con una media de 8,2 cm de profundidad, 4,1 cm de anchura y 7,9 mm de grosor con una equidistancia entre ellas de 13 cm, salvo en los extremos distales de la nave, donde el rango de equidistancia iba de los 8,5 cm a los 27 cm. Ello significa que hay un patrón para las mortajas que alojan diversos formatos de espigas. Detectó también diferencias en la dirección y tamaño de las mortajas en los rayos para la unión de tramos de traca (Fig. 90) sin que se haya podido establecer un motivo a nivel técnico.

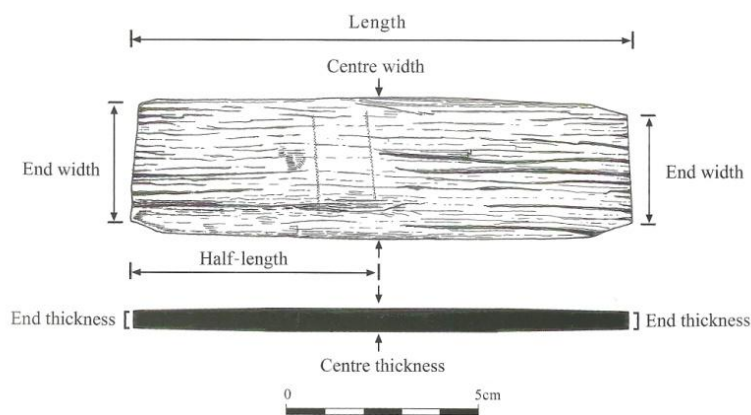


Fig. 91.- Medidas tomadas a las 178 espigas estudiadas del pecio *Ma'agan Mikhael* (Según Yovel 2004: 106).

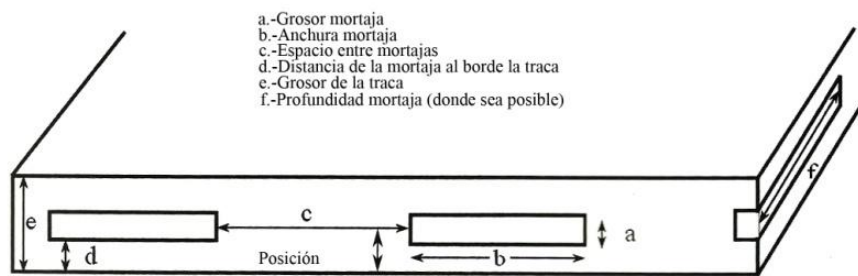


Fig. 92.- Medidas a tomar para la realización del estudio estadístico. (Autor a partir de Kahanov 2004: 126).

9.6. BINISSAFÜLLER

El pecio de *Binissafüller* está situado en la cara sur de la isla de Menorca, en una cala de la que recibe su nombre a una profundidad que oscila entre los 6 y los 7 metros (Juan Fuertes *et al.* 2010). El yacimiento fue descubierto en los años sesenta del pasado siglo (De Nicolás 1973) y en el año 1975 la Universidad Complutense de Madrid, junto con el Centro de Investigaciones Submarinas de Menorca, realizó la primera intervención arqueológica. Durante ésta, se excavaron aproximadamente 54 m², recuperándose más de un centenar de ánforas clasificadas como ibéricas, cuatro ánforas púnicas procedentes de Ibiza y tres piezas de cerámica fina (Fernández, Belén 1977; Tejedor 1978). Se interpretó que éstas últimas podían formar parte de la vajilla de la tripulación o del cargamento secundario de la embarcación. Respecto a los restos de casco conservados solo se señaló que las tracas estaban unidas por espigas y mortajas. Una pátera de barniz negro ha centrado el debate sobre la datación del yacimiento entre los investigadores (Guerrero, Quintana 2000) habiendo sido fechada por éstos en las últimas décadas del s. IV a. C. y principios del s. III a.C. (325-275 a.C.).

La nave transportaba un cargamento principal de ánforas ibéricas Maña B-3¹⁰⁷. Las dudas respecto a su datación, origen y ruta, junto con la posibilidad de iniciar un programa de formación para los arqueólogos menorquines motivaron el reinicio de las actuaciones durante los años 2006 y 2007, realizándose una nueva actuación en el 2011 dentro del “Plan nacional para la protección del patrimonio cultural subacuático”, siempre bajo la dirección de Aguelo y Pons. La investigación realizada permitió un nuevo estudio de la arquitectura naval del pecio, la delimitación de la extensión del

¹⁰⁷ Cabe la posibilidad de que sean de factura centro mediterránea. Los materiales se encuentran en fase de estudio en la actualidad.

yacimiento y el inicio de la excavación en sectores intactos, con gran potencial arqueológico. Durante la campaña del año 2006 los trabajos se centraron en la elaboración de la nueva planimetría de un fragmento de casco, en el 2007 en la obertura de una cata de sondeo a unos escasos 5 metros del casco y en el 2011 en la excavación completa de los restos en madera¹⁰⁸, que se encontraban en perfecto estado de conservación y aparentemente no presentaban alteraciones respecto a los excavados de antiguo.

Enterrado en un estrato sedimentario, las formas del fragmento de casco eran prácticamente planas, sin que se conservasen las curvaturas longitudinales o transversales originales, tan solo una leve inclinación hacia el Norte. Esto permitió desarrollar una metodología de registro arqueológico basada en dibujo y fotogrametría. En primera instancia, lo más destacable del fragmento de casco era que la técnica de unión de las tracas de forro es mediante espigas y mortajas y la fijación de las cuadernas al casco era por ligaduras externas (atados¹⁰⁹).

La cata de 4 m² próxima al casco, dejó al descubierto el potencial del yacimiento. Bajo un metro de arena y unos escasos 30 centímetros de rizoma de *Posidonia oceanica*, apareció un rico estrato arqueológico no alterado por anteriores intervenciones. Se pudieron recuperar tres ánforas enteras de tipo ibérico, dentro de una de las cuales aparecieron semillas de uva (*Vitis vinifera*). Se recuperaron un total de 75 fragmentos (asas, bordes y pivotes de ánfora de boca plana), tres ánforas enteras cilíndricas de boca plana y tres fragmentos de ánforas púnico ebusitanas. Es destacable que no se localizó ningún fragmento de cerámica que pudiese formar parte de una carga secundaria del barco o de la tripulación. Durante la campaña del año 2007, los trabajos arqueológicos estuvieron dedicados a delimitar con precisión el yacimiento y así calcular la extensión pendiente de excavación (100 m² aproximadamente).

En la campaña del año 2006 se desenterró el fragmento de casco ya excavado, con el objetivo de realizar una nueva planimetría y estudio de su arquitectura naval (Aguelo *et al.* 2008: 202). Se realizaron los convenientes trabajos de marcaje de la madera, identificándose tracas, ensamblajes, clavijas, perforaciones, etc. para facilitar la documentación arqueológica, tanto planimétrica, como fotográfica.

¹⁰⁸ El estudio de arquitectura naval de la campaña 2011 se encuentra en fase de realización por nosotros en la actualidad.

¹⁰⁹ Según el Real Diccionario de la Lengua: Atar. (Del lat. *aptāre*, ajustar, adaptar). 1. tr. Unir, juntar o sujetar con ligaduras o nudos a diferencia de coser. (Del lat. *consuēre*). 1. tr. Unir con hilo, generalmente enhebrado en la aguja, dos o más pedazos de tela, cuero u otra materia, en este caso tracas del casco.



Fig. 93.- Vista de la forma y tamaño de una mortaja y una espiga de unión en el pecio de *Binissafüller*. Campaña 2011. (Foto: Autor).

El casco del *Binissafüller* está construido a *casco primero*, con las tracas a tope, uniéndose éstas mediante *punicana coagmenta*. Las tracas de forro tienen de media 3,2 cm de grosor y 17,37 cm de anchura, si bien sus longitudes son variadas, destacando la T-3 y la T-6 en las que ha sido posible medir la longitud de un fragmento completo de traca. La T-3 mide 3,53 m y la T-6, 3,67 m. Hemos documentado que existen dos saneamientos de la madera, en la T-4 (de 27,7 x 3,3 cm) y en la T-5 (de 34,6 x 3,8 cm). Por el tamaño de los listones y la disposición de las clavijas parecen saneamientos, si bien pueden tratarse de reparaciones en las que la lengüeta de reparación fuera introducida por la cara externa del casco (no documentada hasta la fecha) tal y como se observa en el pecio *Kyrenia* (Fig. 108) o *Barthélémy B*¹¹⁰.

¹¹⁰ En este último ejemplo la introducción de la espiga de reparación se realiza únicamente desde la cara interior del casco.

Todas las tablas presentan en planta un curvado y una reducción de su anchura en dirección Este, con seguridad relacionada con el final del casco, bien sea hacia la proa o la popa. Dentro de estas reducciones en la anchura y aumento del curvado de las tablas, destaca la forma de la T-5 y la T-6, en la que vemos como esta última, tras la unión nº 5 (U-5) aumenta su anchura, para ocupar físicamente el espacio que debería pertenecer a la hilada de la T-5 que finaliza su recorrido en rayo (Fig. 98), antes que el resto de tracas. Consideramos que esta solución basada en la *peritia*, atiende a adecuar la construcción del barco a la materia prima vegetal disponible (muy variable en el aprovisionamiento de un astillero) en la zona del casco en la que la convergencia de las tablas para conformar la proa/popa requiere de variadas soluciones como también se vio en el pecio de *Tour Fondue* (Fig. 124). La T-6 con esta forma anómala, colocada en principio con anterioridad a la T-5, nos permite presuponer que las tablas que conforman el forro estaban preparadas en el astillero con anterioridad al armado, lo que podría indicar una secuencia en la organización del trabajo.

Las uniones para los diversos tramos de una misma traca son todas semejantes, en pico de flauta, en algunos casos algo angulosas, en completa sintonía con las documentadas en el *Ma'agan Mikhael* (Fig. 90)

Las mortajas tienen 4,60 cm de anchura, 0,70 cm de grosor y 9 cm de profundidad, y no están alineadas en el centro de la cara lateral de las tracas, como ha sido común en el resto de embarcaciones estudiadas con anterioridad, sino que se disponen de manera alternante a tresbolillo a lo largo del canto de las tablas, una a 0,9 cm de la cara superior de la traca y otra a 1,4 cm de ésta (*Cfr.* Fig. 13 *b*), si bien en otras tracas las encontramos alineadas. La disposición alternante no está constatada antes del periodo helenístico¹¹¹. Visualmente se aprecia que hay una cierta regularidad en la equidistancia entre mortajas. Las espigas están fijadas por clavijas de 3,2 cm de longitud que presentan un diámetro en la cara interna del casco de 0,9 cm y de 1,2 cm en la cara externa, lo que indica que se colocaron desde el exterior.

En el caso del *Binissafüller*, tenemos adyacente al casco una vagra* o palmejar* de más de 2 m de longitud por 25 cm de anchura, tablón que iba situado de manera longitudinal sobre las cuadernas. Presentaba una concreción férrica de clavo y el orificio de otro. En su cara inferior se pudo observar una serie de improntas transversales (de 15 cm de anchura), que tienen su origen en el contacto directo con las caras superiores de las cuadernas. De acuerdo a la documentación existente, este dato podría sugerir que la cara inferior y superior de las cuadernas eran planas, pero de diferentes anchuras. Por

¹¹¹ Se observa en época grecorromana en pecios como *Nemi*, *Antikythera* o *Caesarea* (Steffy 1994: 70-71).

ello las cuadernas podrían tener una sección trapezoidal, hipótesis de trabajo confirmada en la campaña de 2011¹¹². Por ahora tan solo podemos argumentar que la anchura de las cuadernas no necesariamente ha de ser constante en todo el recorrido del casco de la nave. La vagra o palmejar presenta un rebaje rectangular (16 x 7 cm) en su cara lateral S, la que mira en dirección al eje axial de la nave, de difícil interpretación. Bien podría ser el espacio dejado para el paso de un bao transversal.

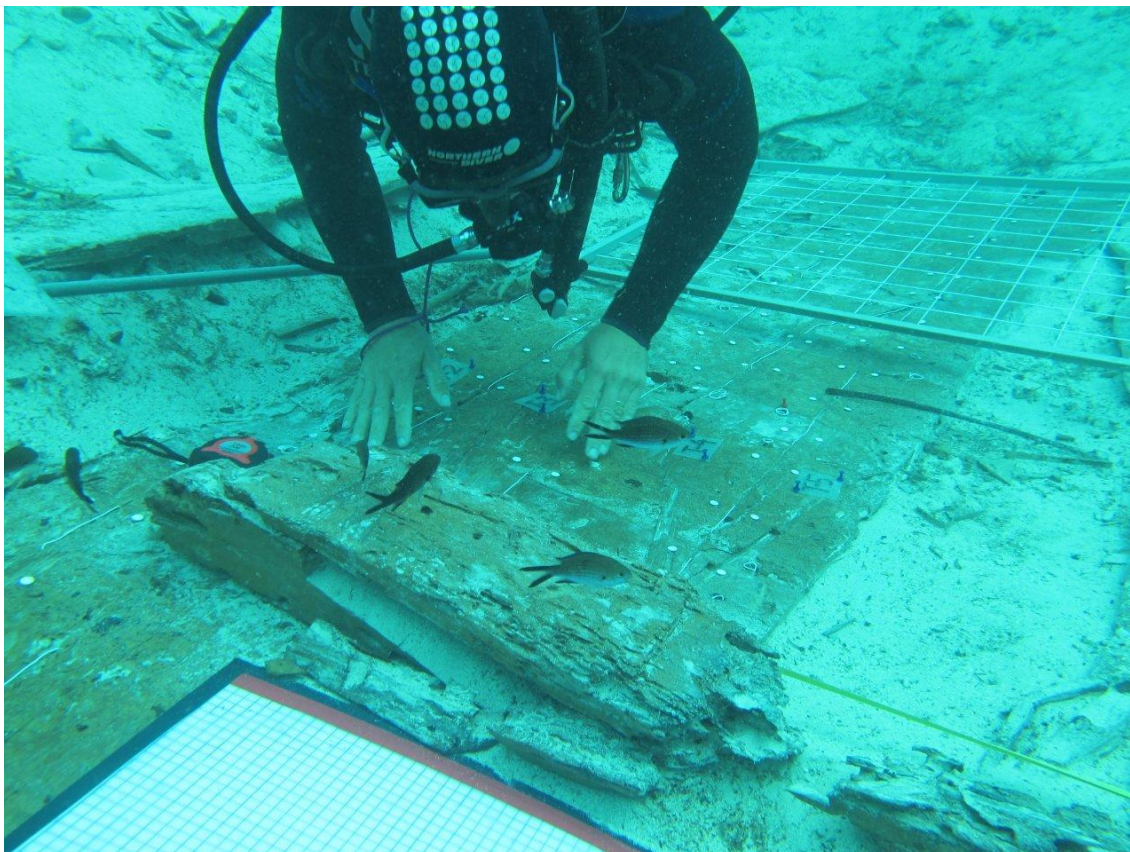


Fig. 94.- Vista caballera de la cuaderna *in situ* donde en la parte izquierda de la figura se pueden observar las improntas de los atados de ésta con el casco. Campaña 2011. (Foto: Aguelo, Consell Insular de Menorca).

Dentro de la carpintería del casco, señalamos que casi en contacto al fragmento de casco estudiado se conserva el arranque y primer tramo (1,5 m) de una cinta de carena. De un grosor muy superior (9 cm) al de las tracas de forro, presenta plana la cara interna del casco, pero redondeada la externa. Una de las tracas que se mantiene

¹¹² Al parecer hay dos tipos de cuadernas, las de sección trapezoidal y las de sección rectangular.

unida a la cinta presenta una apertura rectangular (12 x 4 cm), probablemente para alojar el extremo distal de un bao.

Sobre el casco, dispuestas longitudinalmente, fueron excavadas una serie de varas de madera, de sección circular y de longitudes importantes (2-3 m). En algún caso, presentan lo que parece la impronta de algún atado y algunos extremos están trabajados a bisel de 45°. Por su número y características no parece que puedan formar parte de la verga del velamen, ni ser remos, ni timones, por lo que la interpretación más plausible es que podrían ayudar a mantener la estiba del cargamento anfórico durante la navegación, ya que colocadas longitudinalmente, las ánforas podrían ir atadas a estas varas. El atado de ánforas para el cargamento fue documentado por Long en el *Grand Ribaud F*.

Respecto a las especies vegetales identificadas en el pecio señalamos que las tracas de forro y la cinta de carena son de pino blanco (*Pinus halepensis*), al igual que las cabillas de fijación de los atados de las cuadernas, y que tanto las espigas como las clavijas son de olivo/acebuche (*Olea europaea*), especie de menor utilización para estas piezas, documentada en los pecios de *Mazarrón* y *Jules Verne 7* con anterioridad.



Fig. 95.- Vista de la cara exterior del casco, donde se puede observar la regata o acanaladura practicada entre las perforaciones de las tracas del casco, con restos de las cabillas de bloqueo en la traca superior. Campaña 2011. (Foto: Autor).

9.6.1. EL ATADO DE LAS CUADERNAS Y SU DATACIÓN

El *Binissafüller* es un barco construido a *casco primero* en las que las cuadernas no presentan ningún papel estructural, tan solo son un mero refuerzo transversal de la estructura. En el fragmento de casco se conservan las improntas, los negativos, de la situación y dimensiones de las caras inferiores de las cuadernas, en lo que parece una impregnación de resinas con fibras vegetales en la cara interna del casco. Esta impregnación parece posterior al armado del casco, y por el momento no disponemos de analíticas. Los límites de las improntas de las cuadernas nos sugieren que la cara inferior de éstas eran planas, de unos 9-10 cm de anchura. En los bordes de los negativos de las cuadernas, vamos encontrando grupos de cuatro perforaciones de 1,6 cm de diámetro dispuestas de manera cuadrangular con cierto orden, y equidistantes entre sí de 8 a 11 cm aproximadamente.

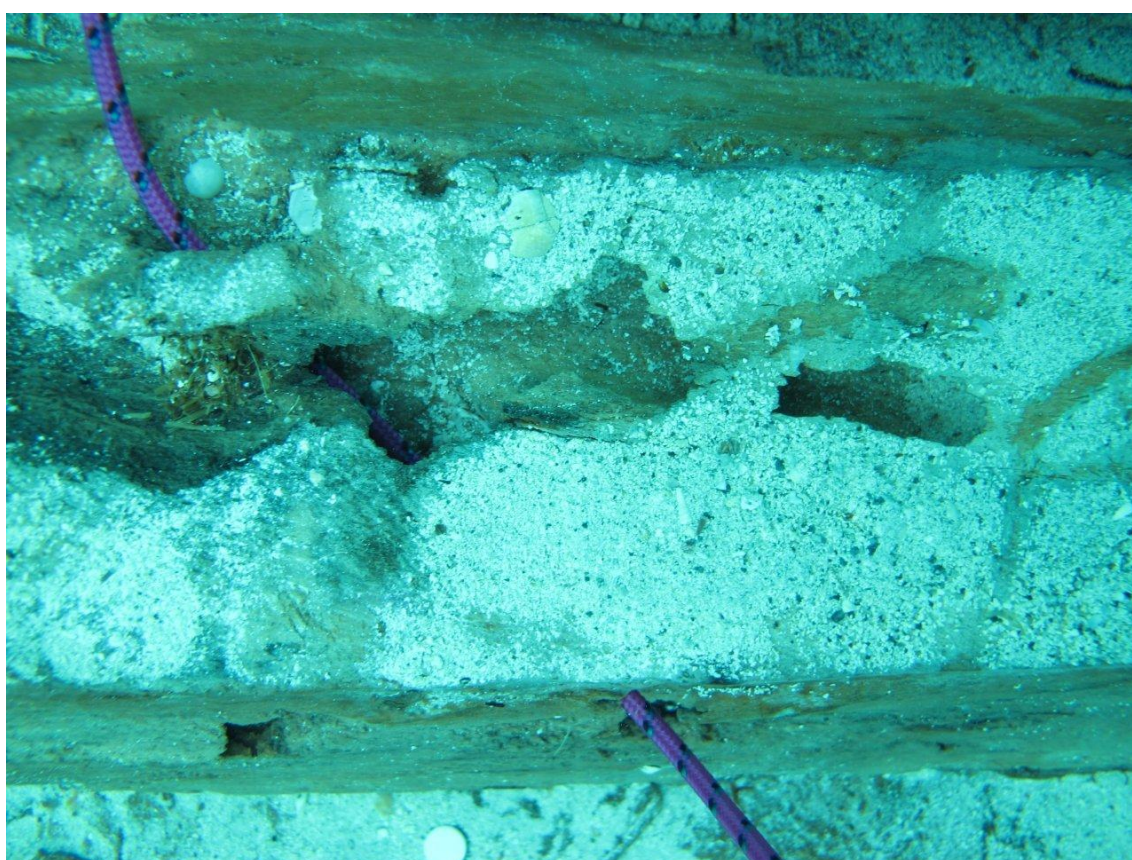


Fig. 96.- Vista de la cara inferior de la cuaderna descubierta en 2011. A su vez presenta unas perforaciones oblicuas o en X, realizadas con un cincel de punta en media luna, que determinan un atado específico sin paralelos conocidos. Campaña 2011. (Foto: Autor).

Estas perforaciones están realizadas en ángulos enfrentados de $45^{\circ}/135^{\circ}$ con el plano de las tracas, con la presencia en varias ocasiones de una cabilla semiconservada tal y como se documenta en los pecios griegos arcaicos, como *Jules Verne 9* (Fig. 76), si bien el casco esta armado mediante cosidos. En la cara externa del casco del *Binissafüller*, existen unas acanaladuras o regatas para unir en sentido transversal las perforaciones y proteger así el atado de las fricciones propias del mar y las maniobras.

El tipo de fijación mediante el atado al casco está documentado en los pecios arcaicos de tradición jonia del s. VI a.C. como, por ejemplo, el pecio de *Bon Porté 1* (Saint-Tropez, Francia, 540-510 a.C.). Se trata de uniones de las cuadernas al casco mediante un atado que con posterioridad fijaban con cabillas (Pomey 1998). La semejanza del *Binissafüller*, por lo que respecta a la fijación de las cuadernas, con los pecios arcaicos del s. VI a.C. es alta ya que comparten la fijación de las cuadernas por *ligaduras externas*, pero la técnica no es idéntica.

Encontramos un cierto paralelismo también con los pecios fenicios de *Mazarrón* en los que se da la circunstancia de que las cuadernas están unidas al casco mediante *ligaduras externas*, estando éste ensamblado por espigas y mortajas. Hemos de recordar que la técnica de atado en las cuadernas en los pecios de *Mazarrón 1* se realiza mediante conjuntos de cuatro perforaciones totalmente perpendiculares al plano del casco, es decir a 90° (Fig. 71), con unas cuadernas que están menos evolucionadas que las del *Binissafüller*.

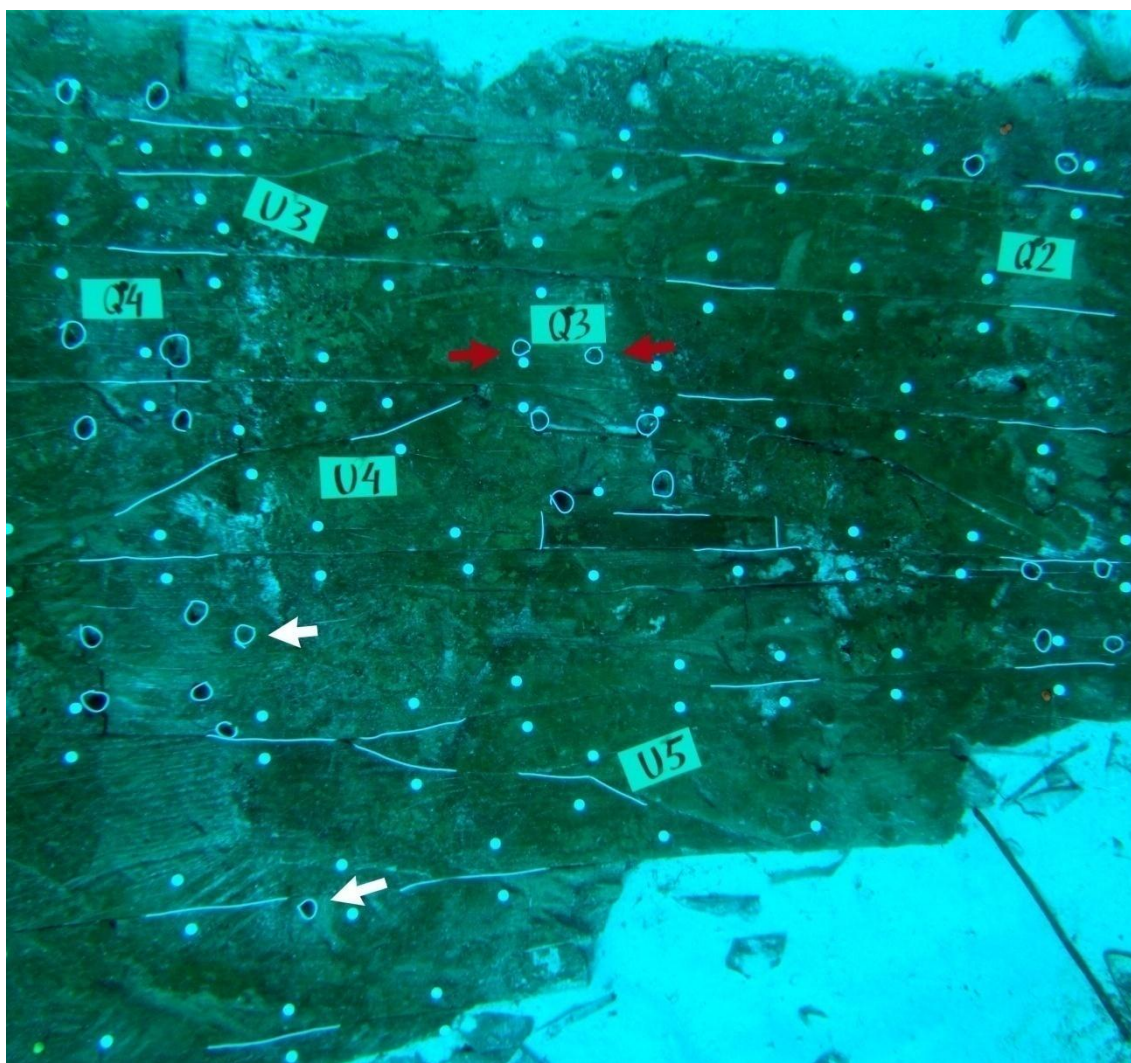


Fig. 97.- Vista cenital de un sector del casco de la nave de *Binissafüller*, donde se aprecian etiquetadas como Q-4 y Q-3, las improntas de situación de las cuadernas, junto con los conjuntos de perforaciones para su atado. (Foto: Autor).



Fig. 98.- Planimetría arqueológica del pecio tras la campaña de 2011 (Dibujo: Autor).

En el entorno de la cuaderna nº 8 y nº 3, encontramos cabillas situadas en su eje central, que si bien pudieron tener un papel en la fase de construcción del casco, podrían ser un ejemplo de refuerzo de la unión por atado de las cuadernas al forro (Fig. 97, flechas rojas). La anchura reducida del fragmento de casco no permite vislumbrar la seriación y equidistancia de las cuadernas para poder establecer un mínimo patrón, si bien nos da la impresión, tratándose de la zona de pantoque del casco, que podría existir una alternancia de varengas y semicudernas, menos regular y sistemática que en el *Kyrenia*. Éstas se encuentran espaciadas a una media de 37 cm. Parece que las cuadernas no describen un recorrido completo desde la quilla hasta la borda, sino que hay una alternancia sin orden aparente entre lo que podríamos denominar genoles y ligazones, pero queda patente, por sus anchuras y espacio entre cuadernas, que la carpintería transversal no es tan robusta ni está tan definida una alternancia como en el referido pecio *Kyrenia*, de finales del s. IV a.C.

Para sembrar más dudas en el discurso sobre la datación de la arquitectura naval, queremos señalar la presencia de un tetraedro adyacente a un conjunto de cuatro perforaciones para el sustento de una cuaderna, que no ha sido posible interpretar, ya que no presenta la correspondiente perforación y ninguna traza de un clavo que reforzase la unión espiga mortaja situada en su recorrido. Tampoco hay restos de fibra vegetal que permita asociarla a la técnica de atado.

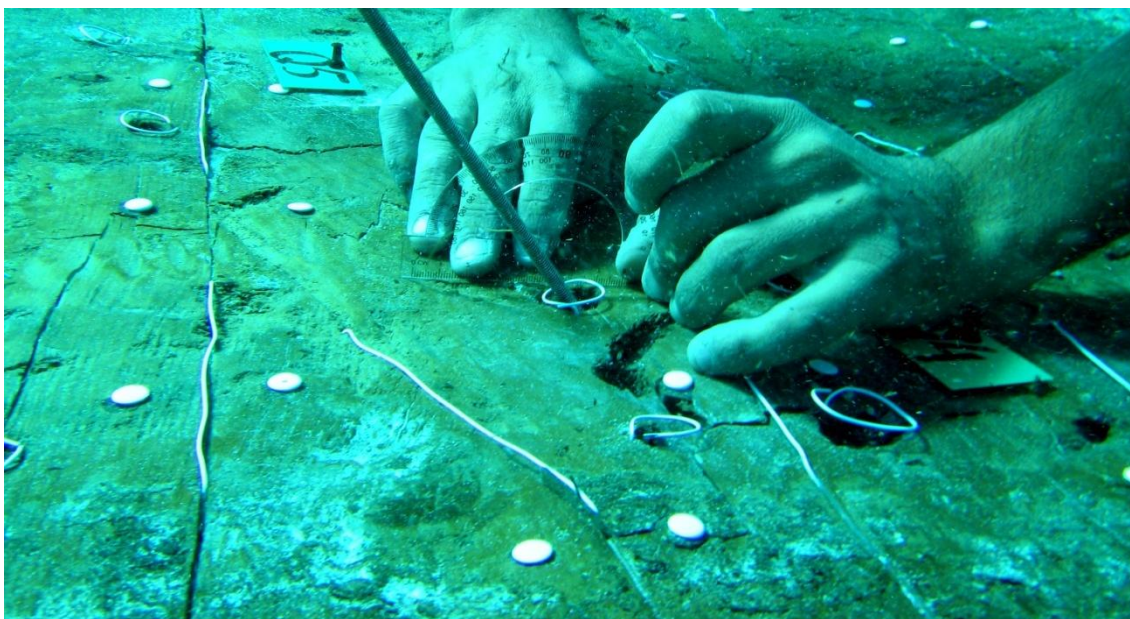


Fig. 99.- Vista del ángulo descrito por las perforaciones para el atado de las cuadernas (Foto: Autor).

Una hipótesis de trabajo podría ser que el pecio de *Binissafüller* perteneciera a un ámbito cultural fenicio púnico occidental, por lo que hace referencia a su arquitectura naval, con el armado del casco por espigas alargadas (Vid. *supra* Fig. 17-b y Fig. 79), su *espacio náutico* (en ruta de conexión Península Ibérica-Baleares-Cerdeña Sur y/o Sicilia occidental) y su cargamento. Sin embargo, las técnicas de construcción debían transmitirse con cierta facilidad en los puertos, enclaves cosmopolitas por excelencia, siendo quizás *Binissafüller* la prueba de una línea de construcción naval púnico occidental o de la Península Ibérica no valorada hasta la fecha.

Si utilizásemos las técnicas de construcción naval como elemento para la datación como establece Steffy (1990: 319) señalaríamos un momento a mediados o finales del s. IV a.C. para fechar la construcción naval. Esperemos que el estudio de los materiales pueda aportar más luz.

9.7. KYRENIA

El pecio de *Kyrenia* fue excavado entre los años 1968-69 por un equipo de la Universidad de Pensilvania, bajo la dirección de M. L. Katzev. Naufragado a 30 m de profundidad al noroeste de Kyrenia en la isla de Chipre, transportaba un cargamento de 404 ánforas características del fin del s. IV a.C.¹¹³. Estaban estibadas sobre 29 molinos de grano, dispuestos ordenadamente sobre el casco y en torno a unas diez mil almendras, transportadas en sacos, aparecieron dispersas por todo el yacimiento (Gianfrotta, Pomey 1981). Se trata de una embarcación de cabotaje, que poseía una cabina para la tripulación en la popa, donde aparecieron utensilios de cocina y vajilla de mesa (cuatro marineros). En la proa, donde debería existir un pañol, se encontraron redes de pesca, lo que redundaba en una función variada para esta embarcación que ha de proveerse de alimentos en ruta. Se documentaron más de un centenar de anillas de plomo, interpretadas como las guías de las cargaderas del velamen, bien conocidas a través de la iconografía naval romana, lo que confirmaría su vela cuadra. La presencia de improntas de fuego y puntas de flecha clavadas en el casco, permitió establecer a M. L. Katzev que la nave había sufrido un ataque pirata. (Katzev, Katzev 1974: 622).

Se conservaba en torno al 60% del casco de la nave (Fig. 110). La quilla (*Pinus halepensis*) tenía unas dimensiones de 9,33 m de largo, 12 cm de anchura en la cara superior y 10 cm en la inferior y presentaba una zapata de protección (*Quercus cerrus* L.) de 8,43 m de largo y un espesor entre los 3,8 y 4,8 cm. Estaba unida a la quilla por cabillas de madera de 1,2 a 1,3 cm de diámetro. Se conservaba 2,46 m de la roda que estaba unida al eje axial mediante un rayo de Júpiter bloqueado por dos cuñas laterales y tan solo 63 cm del codaste (Fig. 104). Las tracas de casco (*Pinus halepensis*) tenían un grosor que iba desde los 3,5 cm a los 4,1 cm y estaban unidas por gran cantidad de espigas y mortajas con una equidistancia media de 11,7 cm. El casco presentaba dos cintas de carena a cada costado de 6,1 a 8 cm de grosor, donde la inferior está próxima a la línea de flotación. La quilla presentaba alefriz (Fig. 100) a diferencia de todas las arquitecturas navales previas, donde el fondo del casco de sección pinzada (*wine-glass shape*), se lograba creándole un bisel anguloso a la traca de apuradura. El alefriz, del tipo *back rabbet* (con espalda o apoyo), con encaje, con una profundidad de 11,8 mm a

¹¹³ La presencia de una moneda de Demetrio Poliorcetes de Macedonia permitió fechar el naufragio en los últimos años del siglo IV a.C.

estribor y 11,7 mm a babor (Roman1997: 56), presentaba 78 mortajas¹¹⁴ cada 12 cm, con una profundidad entre 15 y 20 cm, para la unión con las tracas de aparadura de 3,6 cm de grosor (pasándose en la segunda traca a 3,5 cm).

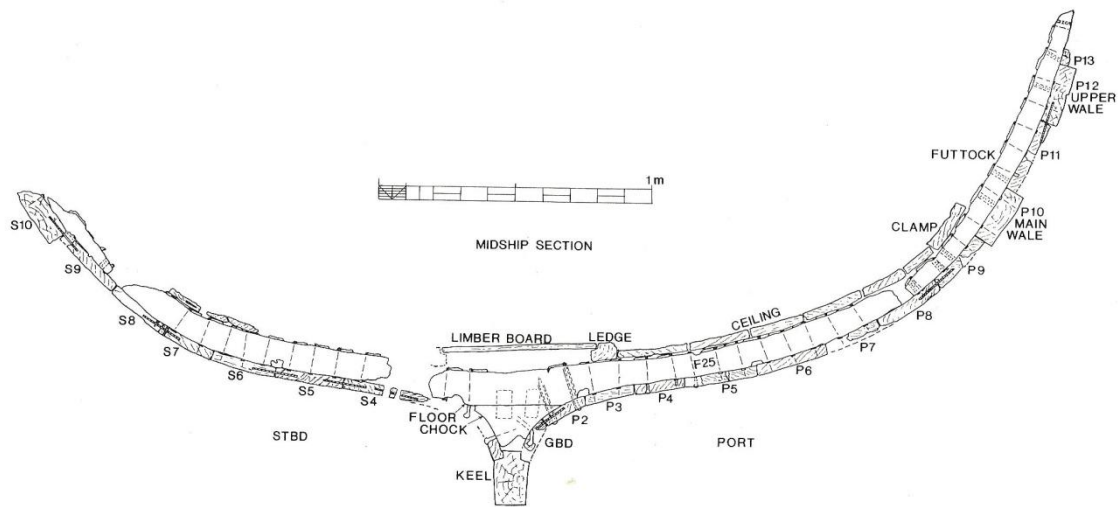


Fig. 100.- Vista en sección del pecio en la parte central del casco (Steffy 1994: 49).

La profundidad de las mortajas en las tracas del casco supera los 10 cm y tienen 4,3 cm de anchura y 0,6 cm de grosor, con una media de separación entre ellas de 7 cm (Steffy 1985). Su disposición en las tracas sigue un orden preciso, a tresbolillo, para no hacer coincidir en la misma posición las mortajas de las caras laterales de una misma traca (Fig. 102). Las espigas son de roble (*Quercus cerrus* L.), con los bordes redondeados y tienen en torno a 1 cm menos de longitud que la suma de dos mortajas opuestas. Las clavijas de fijación son también de roble (*Quercus cerrus* L.) (Steffy 1994: 43) y tienen un diámetro medio de 1 cm (cara interna) y 0,6 cm de media en la cara externa. Fueron colocadas desde el interior del casco. Algunas tracas de forro habían sido premontadas o unidas conformando una traca más larga antes de su unión con el casco, prueba de ello era la presencia de un clavo de refuerzo en el rayo en bisel simple de unión, una disposición particular de las mortajas (Fig. 103-b).

¹¹⁴ El carpintero utilizó un útil con filo para señalar en la quilla mediante dos líneas la ubicación de cada una de las mortajas a practicar (Steffy 1994: 43).

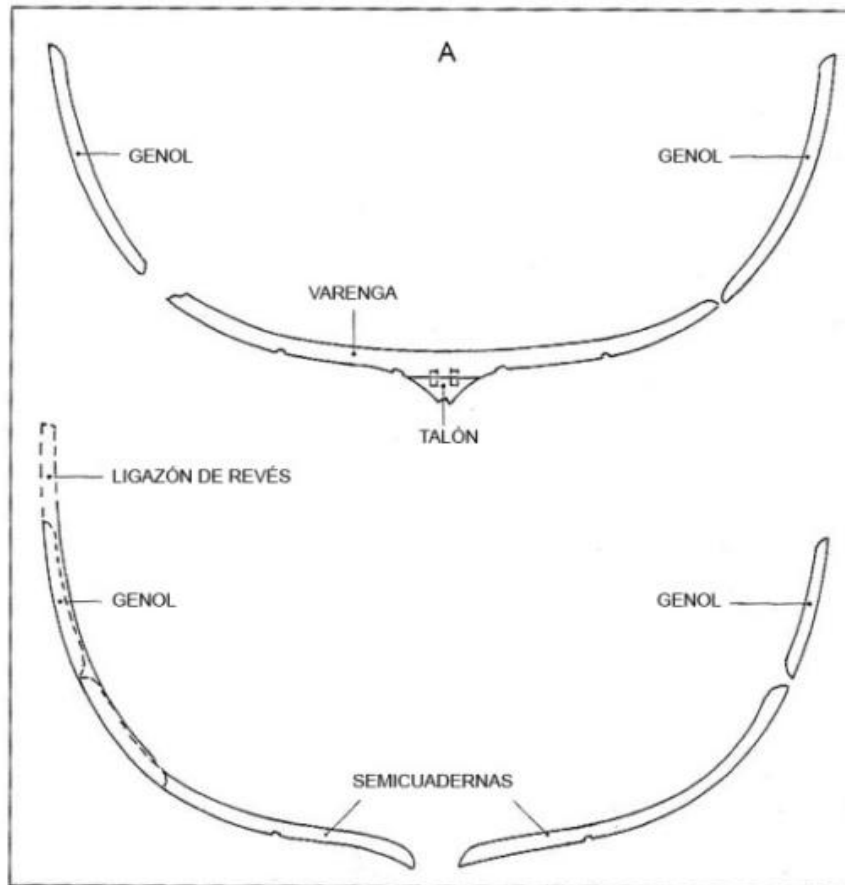


Fig. 101.- Vista esquemática de dos secciones del pecio. La superior se corresponde con una varenga seguida de genoles, donde el encaje inferior o tacón se logra añadiendo un taco complementario. La inferior se corresponde con las semicudernas seguidas por los genoles, con el refuerzo entre ambas secciones de ligazones de revés, que son aquellos situados en la obra muerta en los tramos del casco donde la manga máxima comienza a disminuir. (Autor a partir de Steffy 1994: 51).

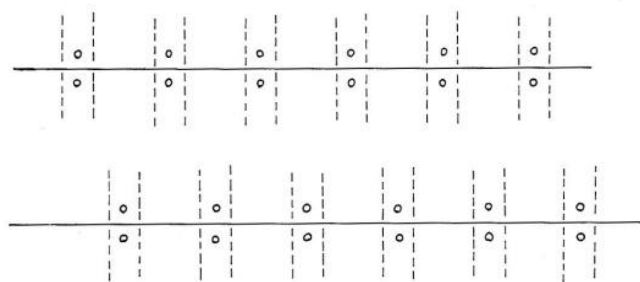


Fig. 102.- Vista esquemática de la situación de las mortajas a ambos lados de una misma traca de forro. (Steffy 1994: 48).

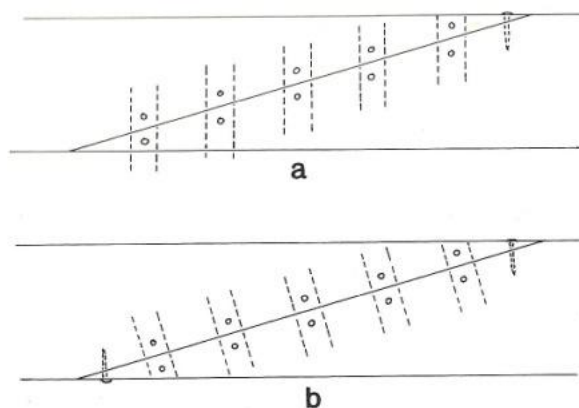


Fig. 103.- Vista esquemática de la orientación de las mortajas respecto a la línea de unión de dos tramos de traca. La opción *b* indica por la situación de los clavos que es la que se unió con anterioridad a su colocación en el casco. (Steffy 1994: 48).

La carpintería transversal, con 19 cuadernas conservadas (*Pinus halepensis*) de sección cuadrada con 9 cm de lado y espaciadas¹¹⁵ de media 25 cm. Presentaban una disposición regular alternante de varengas y semicwadernas (Fig. 101), unidas al casco mediante clavos de cobre con la punta recurvada, con cabezas de 2,5 cm de diámetro medio y una caña de sección cuadrada¹¹⁶ de 1,2 cm de anchura, colocados desde el exterior, sin que en ningún momento se uniese la carpintería transversal a la quilla. En las zonas laterales del casco se aprovechan las cabillas de madera de 2 cm de diámetro que sustentan las cuadernas para utilizarlas de guía o taco para los clavos (Fig. 106). La carpintería interna longitudinal conservaba una serie de palmejares, el más destacado de 5 cm de grosor, claveteado a las cuadernas a la altura la cinta de carena. Conservaba también la carlinga del mástil, con una posición muy descentrada hacia la proa, como por otra parte es común en embarcaciones de un solo mástil con vela cuadra.

La cara exterior del casco había sido revestida de brea negra (nunca en los cantos de las tracas) mezclada con virutas, para a continuación recibir un forro de hojas de plomo de 1 mm de espesor solapadas y fijadas por numerosas clavos (casi chinchetas) de cobre, probablemente más allá de la línea de flotación, hasta los topes (Fig. 105) según sus excavadores.

¹¹⁵ De varenga a varenga, la distancia es pues de 50 cm.

¹¹⁶ El barco de *Kyrenia* tiene también clavos de sección circular, según Foerster (1987: 175).

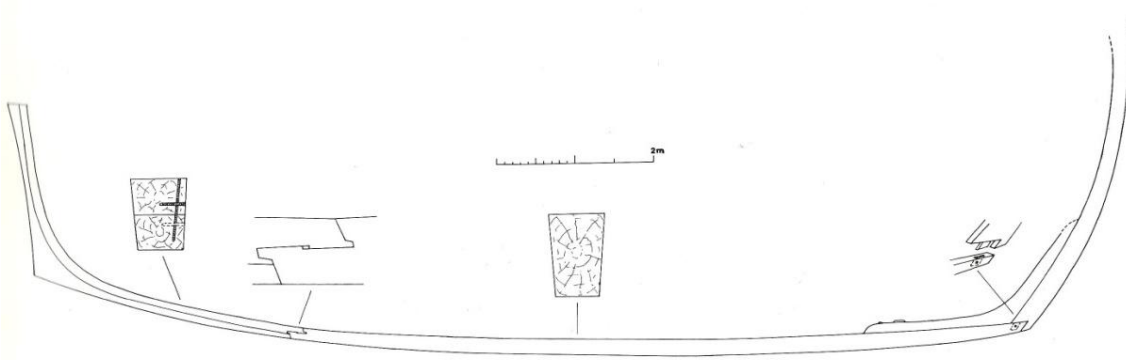


Fig. 104.- Sección idealizada de la quilla, la roda y el codaste (izq. figura). (Steffy 1994: 45).

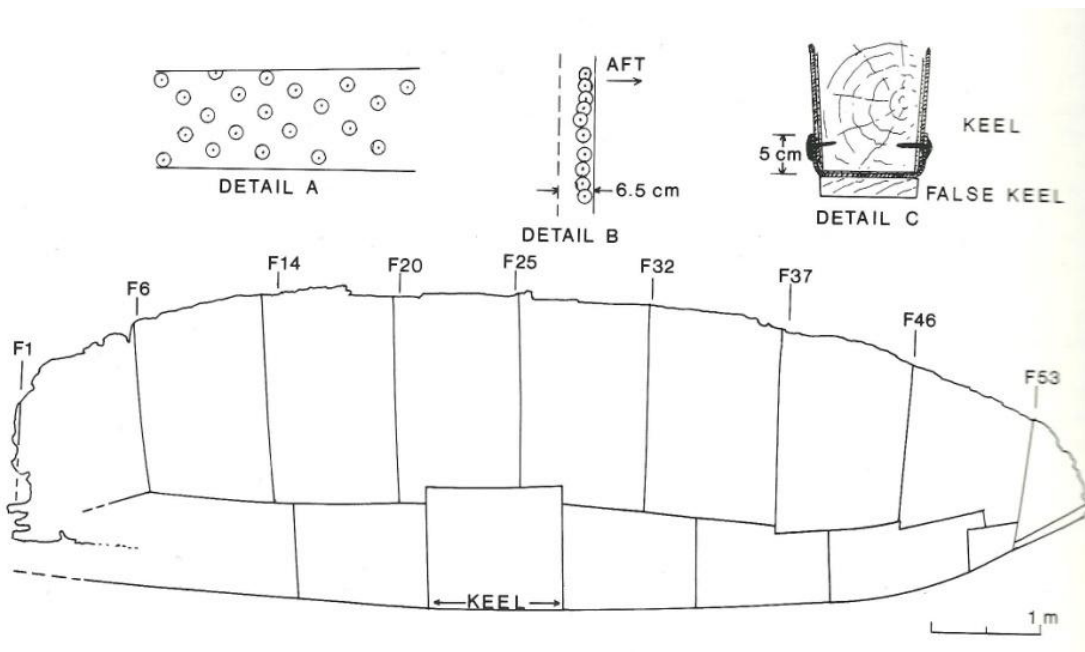


Fig. 105.- Esquema de la colocación del forro de plomo a la altura de quilla. A: distribución de los clavos en una lámina de plomo; B: distribución de los clavos en el solape de dos láminas; C: como la zapata de la quilla está exenta. (Steffy 1994: 58).

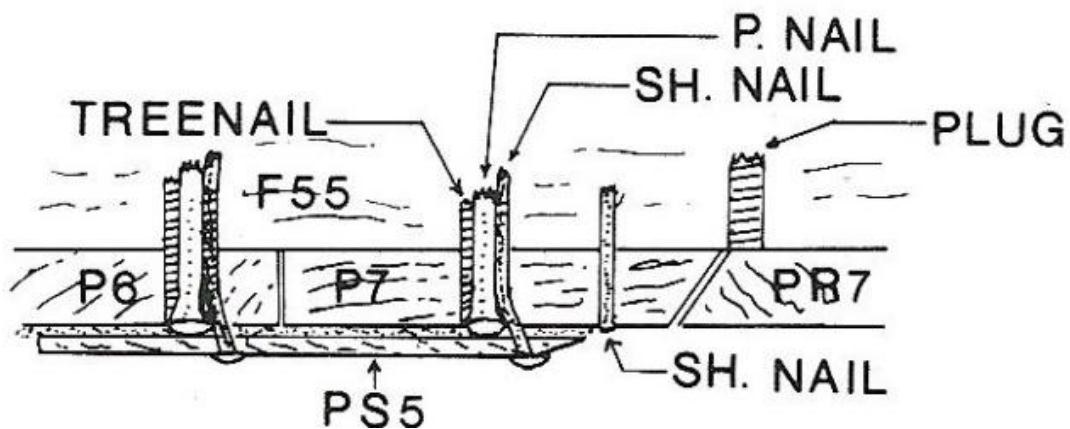


Fig. 106.- Vista esquemática en sección con la utilización de las cabillas de madera como guías o tacos para los clavos de cobre (P. NAIL), así como el forro de plomo y su claveteado (SH. NAIL). (Steffy 1994: 58).

En total se estiman en torno a 4000 los puntos de ensamblaje con mortajas de 4,3 x 8 x 0,6 cm y con una equidistancia media de 11,7 cm, para el casco de un pequeño barco de cabotaje (Fig. 107) de 14,5 m de eslora, 4 m de manga y 20 t de porte (Steffy 1994: 48; Pomey *et al.* 1997: 169), por lo que las espigas (de 15 a 20 cm de longitud) pueden ser consideradas algo más que simples puntos de unión, pasando a ser una carpintería “invisible” de refuerzo estructural del casco, tanto en sentido transversal, como longitudinal.

En el barco se habían realizado trabajos de mantenimiento y reparación (Fig. 108), con la sustitución de una cuaderna y el refuerzo por duplicidad de otras, así como la sustitución de varias tracas de forro, detectable por la colocación de las espigas con uno de sus extremos acabados en cuña, para poder así introducirlas desde el exterior del casco. Se recolocó la carlinga, algo que quizás pueda estar en relación con el equilibrado del barco en navegación o por la reutilización de una no original, se reparó una grieta en la quilla y se colocó una tapa en el fondo de la sentina (Roman 1997: 56-58).

El Instituto Helénico para la Preservación de las Tradiciones Náuticas, bajo la dirección de M. Tzalas, construyó durante tres años la réplica del *Kyrenia*, finalizándola en 1985. Se realizó una navegación por el Egeo en 1987, completándose 1260 millas con cinco tripulantes y 10 t de carga, con una velocidad media mínima de 3 nudos, manteniendo medias de 5 y 6 con viento favorable. La réplica tenía una navegabilidad excelente, demostrando la calidad en la concepción y construcción del modelo original griego del s. IV a. C. (Pomey *et al.* 1997). (Fig. 109 y Fig. 405).

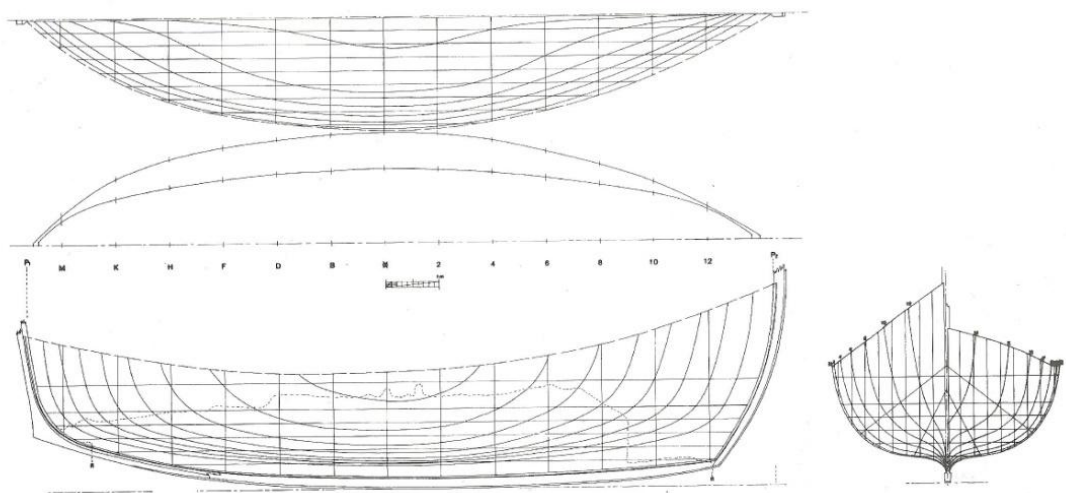


Fig. 107.- Restitución de las líneas de agua del *Kyrenia*, por J.R. Steffy (en Pomey *et al.* 1997).

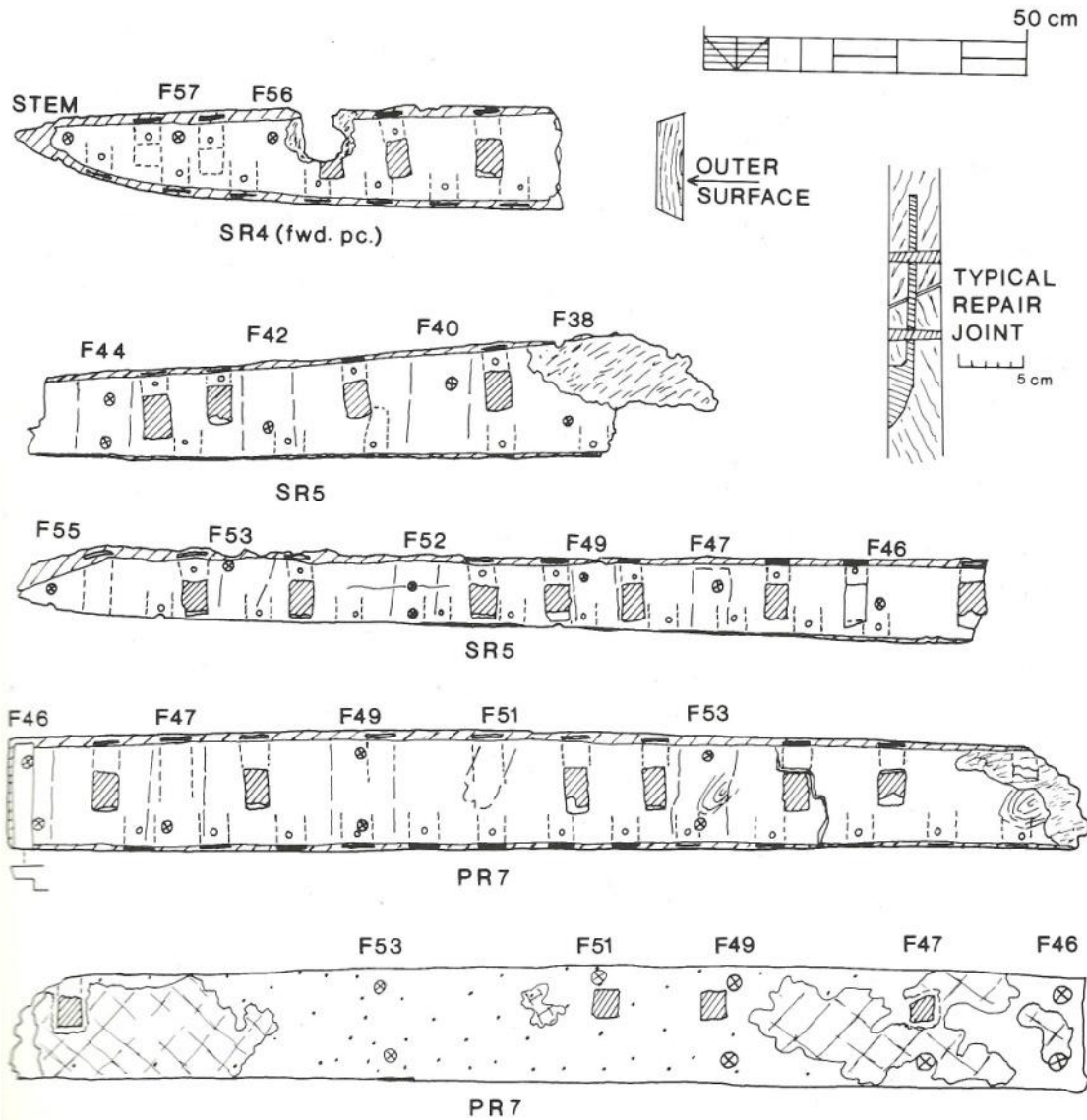


Fig. 108.- Dibujo de planta de una de las tracas de reparación insertadas al casco. Los rectángulos tramados en rayas se corresponden con la inserción de la cabeza de la espiga de reparación, tal y como se observa en la sección. (Steffy 1994: 57).

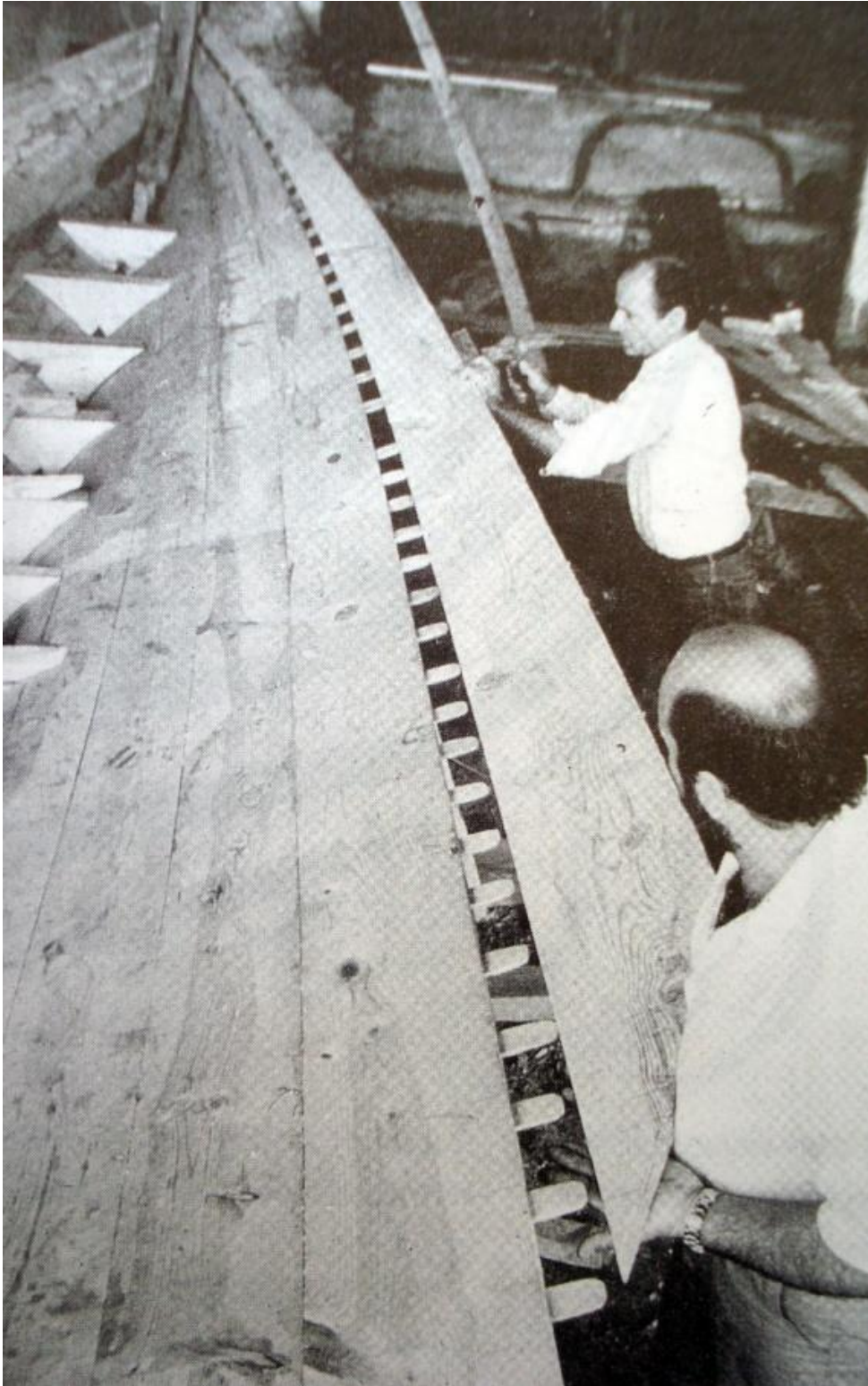


Fig. 109.- Trabajos de construcción de la réplica del Kyrenia. (Casson 1994: 33).

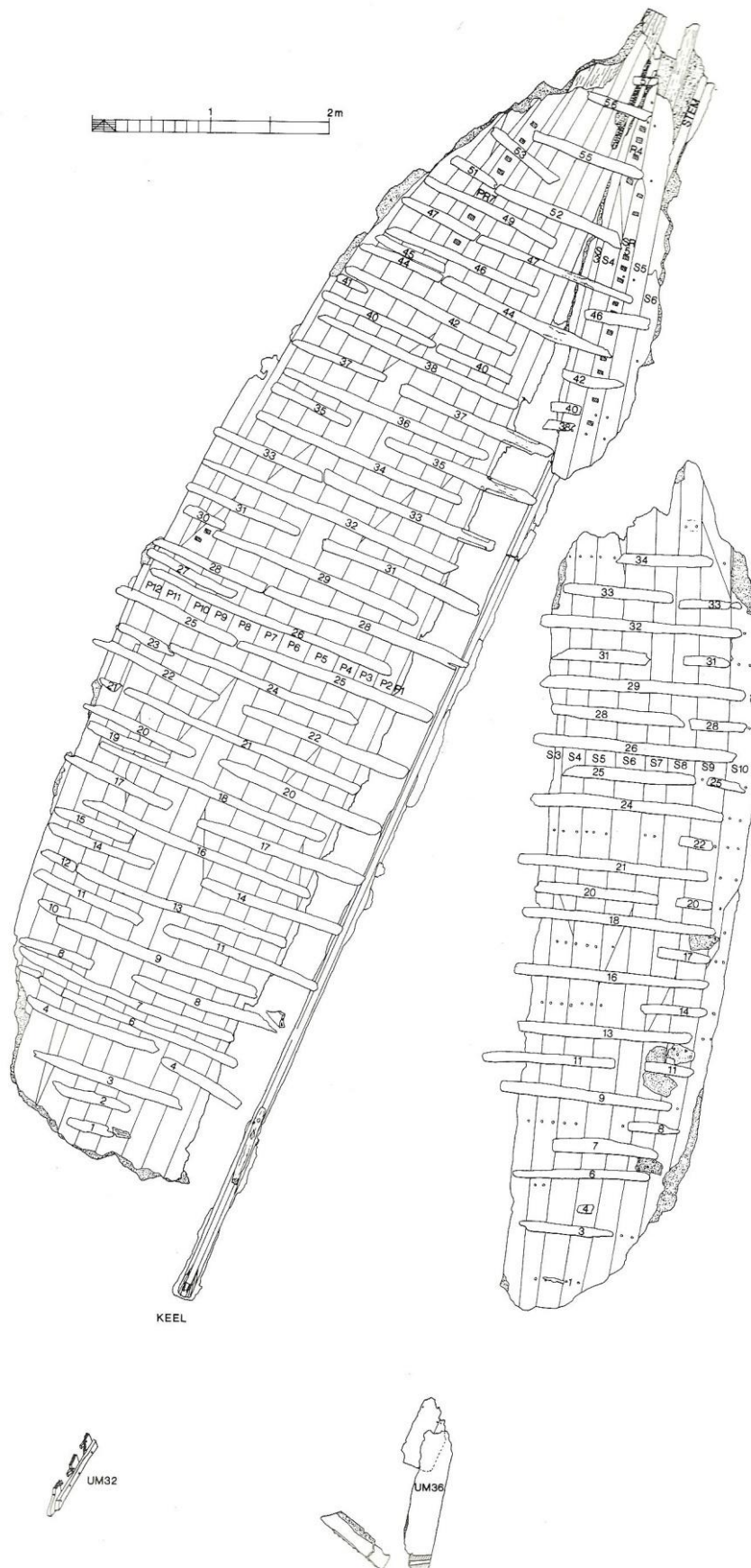


Fig. 110.- Planimetría del pecio de *Kyrenia*. (Steffy 1994: 44).

II.-CORPUS

10. LA ÉPOCA HELENÍSTICA

Tras una introducción detallada de la arquitectura naval previa al periodo grecorromano nos centramos ahora verdaderamente en el que es el *corpus* de yacimientos que vamos a interrelacionar de manera sistemática, con el objetivo de poder hacer agrupaciones de pecios en función de sus características constructivas. Ello, pensamos, nos llevará a poder profundizar en cómo evoluciona la *familia arquitectural* republicana hacia la *imperial*, a la vez que, a nivel de máximo detalle, podremos profundizar en *firmas arquitecturales* no valoradas hasta la fecha.

Como hemos visto en el Bloque I, el pecio de *Kyrenia* marca el final de un periodo y a la vez el inicio de otro por lo que se refiere a la evolución de la arquitectura naval. Prácticamente todas las características del referido pecio, como son las líneas pinzadas del casco, la quilla con alefriz con encaje, las tracas de aparadura de sección poligonal (llamadas à *retour de galbord* es decir, “tracas de aparadura poligonales-pentagonales o trapezoidales, retorcidas hacia afuera”), la alternancia entre varengas y semicuernas, la unión de esta carpintería con el casco mediante cabillas y clavos, la protección del casco por forro externo de láminas de plomo, así como la colocación de la carlinga del mástil encastrada en la carpintería transversal, definen a la *familia arquitectural helenística-republicana* (Cuadro sinóptico 2, p. 77).

El fondo pinzado y la presencia de un alerón de deriva en el codaste permiten que la navegabilidad y velocidad del barco sea excelente, como se pudo constatar con la réplica *Kyrenia II*. La inseguridad de los trayectos marítimos, por el pillaje pirata como ejemplifica el referido pecio, quizás pueda también haber influido en el diseño de las líneas del los cascos, muy maniobrables y rápidos, siendo por ello naves más alargadas que las del periodo posterior imperial.

Sin embargo, las características que definen a una familia arquitectural no pueden ser monolíticas, ya que existe constancia de pecios que siendo del periodo cronológico, presentan rasgos que difieren con los mencionados, sobre todo por lo que hace referencia a las líneas del casco, lo que puede estar en relación con su utilización en espacios de navegación costeros, con desembocaduras de ríos, algo que puede tener justificación en las esloras más reducidas de pecios como *Jarre 4*, *Cap Bénat* o *Miladou* que estudiaremos en este epígrafe.

Uno de los elementos al que queremos prestar especial atención es la técnica utilizada para unir la carpintería transversal al casco, puesto que contando ya con un elenco elevado de pecios, observamos diferentes maneras de cumplir con un mismo objetivo y quizás ello atienda a tradiciones regionales diferentes, que valoran la utilización de unas técnicas sobre otras, por motivos de variada índole, como puede ser el apego cultural a las propias tradiciones de construcción naval. Señalamos con toda intención el término “valoran”, puesto que damos por sentado que la permeabilidad portuaria permitía a los constructores navales la observación y crítica de cuantos barcos pasaban por su zona, analizando y desentrañando todas las particularidades constructivas de éstos, por el afán humano de auto superación.

Por lo que hace referencia al contexto histórico del periodo, pensamos que reviste especial importancia, ya que en menos de un siglo Roma pasa de ser subsidiaria

en el comercio y en la construcción naval, a ser quien aglutine el saber de magno grecos, griegos occidentales y púnicos. En el s. III a.C., poco a poco Roma se había convertido en una verdadera potencia militar y comenzaba a ser tenida en cuenta por las fuerzas del Mediterráneo como un posible aliado en sus disputas, como podría ser el caso de las colonias griegas occidentales que sufrían la piratería de los ilirios. Fue Cartago el estado que vio en Roma al sucesor de Etruria, confiados en que su comercio marítimo no se vería amenazado, dado que Roma no era una potencia marítima en los ss. V y IV a. C. y no poseía flota militar que garantizase su comercio, a diferencia de los púnicos, maestros del arte de navegar y de la construcción naval. Roma, al contrario, parece que participaba de un comercio menor, subsidiario y de redistribución, a veces semipirático. Su construcción naval debió ser herencia etrusca, que a su vez pudo estar muy influida por las tradiciones púnicas.

Los acontecimientos bélicos entre el mundo púnico y grecoitalico se saldarán con la victoria de Roma, quien ajena en un principio a las técnicas y avances de *arquitectura naval de estado*¹¹⁷ de Cartago, llegará a ser capaz de construir flotas con rapidez, adaptando las técnicas militares del combate naval, para contar con una ventaja sobre su enemigo. En el año 348 a.C. Cartago había renovado el tratado comercial con Roma firmado a finales del s.VI a.C., siendo aliados contra el rey de Pirro en el año 279 a.C. Cartago consideraba a Roma como un contrapeso al poder de las ciudades griegas, del mismo modo que había considerado a Etruria en el periodo anterior. Pero los acontecimientos se precipitaron cuando Roma hizo suyos los puertos del sur de Italia. Ahora los intereses comerciales de Nápoles y Tarento fueron los suyos propios, por lo que Roma abanderaba ahora a magnogrecos. Empezaría así el apoyo de Roma a los griegos de Sicilia, al igual que en el pasado hizo con los griegos de *Massalia*, enemigos históricos de los cartagineses. Éstos necesitaban para sus rutas de comercio marítimo controlar al menos la fachada occidental de Sicilia, quizás para navegar al Occidente a través del paralelo 35° (Nieto, Santos 2009: 298). A la vez que el interés de Roma por el control de la isla iba en aumento, como sucedió con anterioridad cuando los samnitas habían querido controlar Messana. Se estaba creando el escenario que llevará a la primera guerra púnica.

La guerra estalla en el 264 a.C. con un pretexto: los antiguos samnitas, ahora mamertinos, que poseían Messana desde el 289 a.C. saqueaban las ciudades de su entorno y Hierón II, rey helenístico de Siracusa, sitió su ciudad. Parte de los ciudadanos de Messana solicitaron ayuda a Cartago y otros acudieron a Roma. El control del estrecho de Mesina no era un asunto menor para las potencias rivales. Estalló la guerra y

¹¹⁷ Basch plantea en un artículo específico las características propias de una construcción naval de estado, diferenciándolas de la privada (Basch 1998: 22)

la alianza con Siracusa, que apoyó a Cartago en un inicio, fue fundamental para Roma. Durante veintitrés años del 264 a 241 a. C. se enfrentaron por Sicilia, finalizando con una victoria para Roma, controlando definitivamente la isla. Cartago había perdido también sus mercados en Italia y la Galia meridional, así como Cerdeña y Córcega, graneros de Cartago y con minas de cobre y hierro.

Este escenario histórico bien pudo provocar un transvase de tecnología marítima de las ciudades magnogrecas hacia Roma por una parte, pero sin duda alguna se produjo una “aculturación indirecta” de la arquitectura naval púnica hacia la “romana”, ya que los astilleros de las costas controladas por Roma y sus aliados reproducirán como un clon para su propia flota un modelo de nave militar cartaginesa capturada en el 260 a.C. tal y como nos describe Polibio (I, 20.13). Todo el saber en arquitectura naval de Cartago estaba depositado en sus naves de guerra, como construcciones de estado, que Roma copiará y hará suyas reconociendo la superioridad de lo púnico frente a lo propio de raíces etruscas. Recordemos ahora (*Vid. supra* p. 32) como Catón, sobre el 200 a.C., define la técnica de ensamblaje de tablas mediante espigas y mortajas como “junta al estilo púnico”, *punicana coagmenta*.

10.1. MARSALA&SISTER SHIP

La ciudad de Marsala está situada en la cara oeste de Sicilia, a escasa distancia de la isla de Mozia. En 1969 una serie de trabajos portuarios (dragados) pusieron a la luz una gran cantidad de fragmentos cerámicos de cronología púnica, así como la presencia de unas estructuras en madera relacionadas con naufragios. Frost llevó a cabo excavaciones arqueológicas en el enclave entre 1971 y 1974 documentando dos pecios prácticamente idénticos, el *Marsala* y el *Sister Ship*¹¹⁸, de corte militar, hundidos a 6 m de profundidad y separados 70 m el uno del otro (Frost 1972, 1976, 1978, 1993). Se trata de dos hundimientos de mediados del s. III a.C. relacionados con la Primera Guerra Púnica. La presencia a escasa distancia de ambos naufragios púnicos de características idénticas, hizo presuponer a Frost que formaban parte de una misma acción militar. No hay cargamento asociado a estas naves salvo útiles propios de la marinería, restos de fauna relacionados con la alimentación y lastre en piedra.

El interés por la arquitectura naval de estos pecios de corte militar reside en conocer a grandes rasgos sus características constructivas, al ser unas de las pocas evidencias arqueológicas de su cronología junto con el pecio de la *Tour Fondue*, a la vez que el *Marsala* y el *Sister Ship* son los únicos ejemplos conocidos hasta la fecha de naves militares. Según nuestra opinión, su adscripción a una *construcción naval de estado* es de gran importancia ya que su sección transversal (y en consecuencia sus líneas de agua) así como las técnicas observadas para su armado, pueden aglutinar lo mejor de lo conocido por los púnicos para la construcción naval del momento.

El primer pecio, *Marsala*, del que se conserva la quilla y uno de los costados (10 x 3 m) presenta una construcción clásica mediante *punicana coagmenta* (Fig. 111) donde la carpintería transversal a la altura del eje axial presenta una disposición alternante entre varengas y semicuadernas, con una separación media (*malla*) de 25 cm. Su eslora se estableció en torno a los 35 m y su manga en 4,80 m por lo que sus proporciones podrían cuadrar perfectamente con las de una *nave lunga* o galera. Sin evidencia de remos, estos pudieron desaparecer flotando en superficie en el proceso de naufragio.

¹¹⁸ El *Marsala* fue el excavado, por su mayor entidad, y al segundo naufragio, en el que solo se realizó un sondeo en la proa, se le denominó *Sister Ship*.

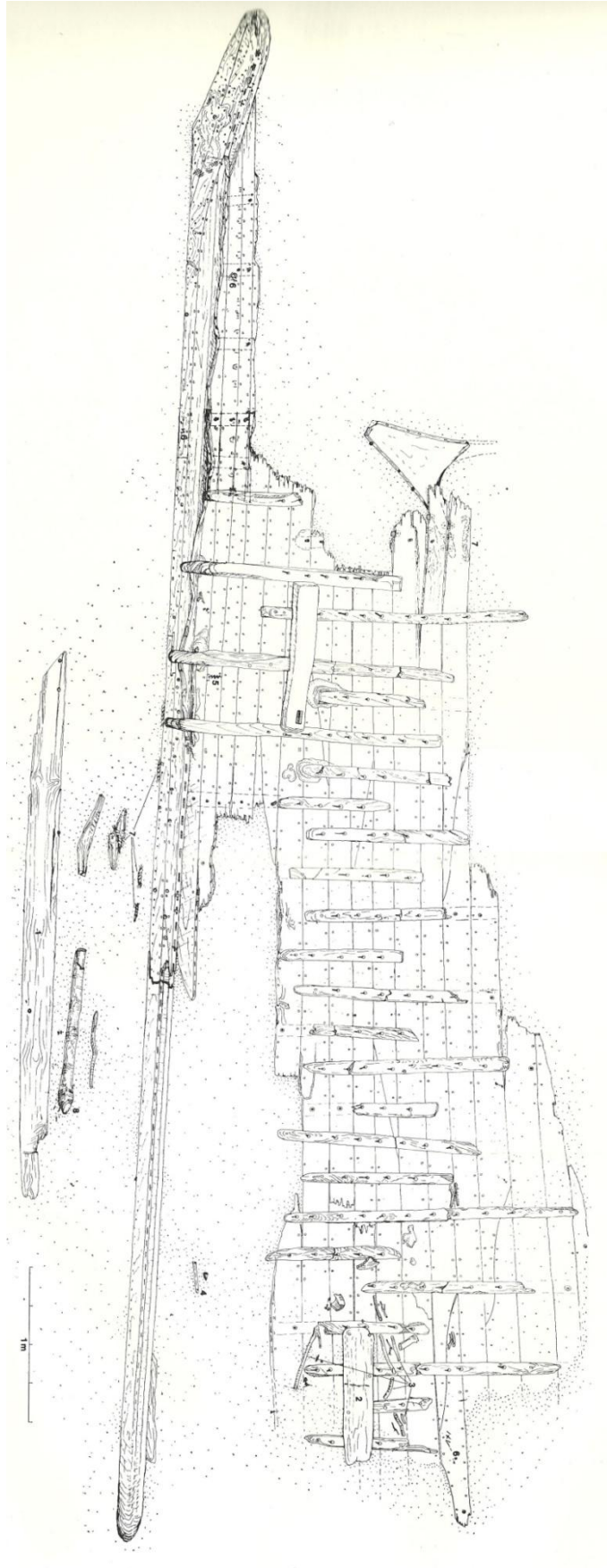


Fig. 111.- *Marsala* con el codaste en la parte superior de la figura. (Frost 1976).

La ausencia de carlinga del mástil y carga (tan solo un reducido número de ánforas), la presencia de piezas sueltas para el sustento de una cubierta, así como un posible espolón¹¹⁹ con forma de defensa de elefante (*Pinus pinaster* con improntas en bronce del *rostrum*) hallado en el pecio gemelo *Sister Ship* (Fig. 114) sugieren una interpretación como barcos de guerra, solo cuestionada por McGrail (2001: 153). La quilla (*Pinus sylvestris*) presenta unos alefrices con encaje acusado para la unión con las tracas de aparadura (Fig. 113). La unión con el codaste (*Acer sp.*) se realizó mediante un rayo de Júpiter donde la clavija de fijación entraba por la cara lateral (Fig. 113). Las tracas de aparadura estaban unidas a las quilla por mortajas-espigas y clavijas (ambas en *Quercus sp.*) (Fig. 116) junto con clavos colocados con gran equidistancia. Éstas no fueron únicamente serradas sino prácticamente esculpidas al igual que las segundas tracas, creando así los ángulos necesarios para obtener una sección del casco pinzada (*wine-glass shape*) y no mediante la torsión longitudinal de las tablas de sección rectangular, algo que según Frost estaría relacionado con las características de una nave militar con espolón que requerían de una potente carpintería longitudinal.

Las tracas de forro en pino (*Pinus sylvestris* y *Pinus nigra*) tenían 3 cm de grosor y, a pesar de estar unidas a tope, no son todas de sección rectangular como es común en la arquitectura naval antigua, sino que hay un grupo que son levemente trapezoidales a la altura de la línea de flotación y en los extremos distales, lo que daba al casco un aspecto visual de construcción a tingladillo, quizás una influencia atlántica del norte de Europa (Frost 1999) y que se documentan también en algunos otros pecios como *Chrétienne A* (Pomey 1997: 103). Debería tener como función el evitar que el casco en navegación levantase mucha de agua, para mantener así la cubierta lo más seca posible (Frost 1976: 247). Por ello una cinta de carena estaba situada justo encima de estas tracas (Fig. 112).

Todo el barco bajo la línea de flotación estaba recubierto por planchas de plomo fijadas por clavos de bronce, destacando que un tejido impregnado en resina de pino se situaba entre el plomo y la madera para mejorar la protección del casco.

¹¹⁹ Si bien existen dudas sobre si se trata realmente de un espolón armado y no de un tajamar, (*cfr.* McGrail 2001: 153), nuestra opinión es que el tipo de ensamblaje al casco de la pieza central no conservada, así como las improntas de bronce del *rostrum*, apoyan la hipótesis de un espolón.

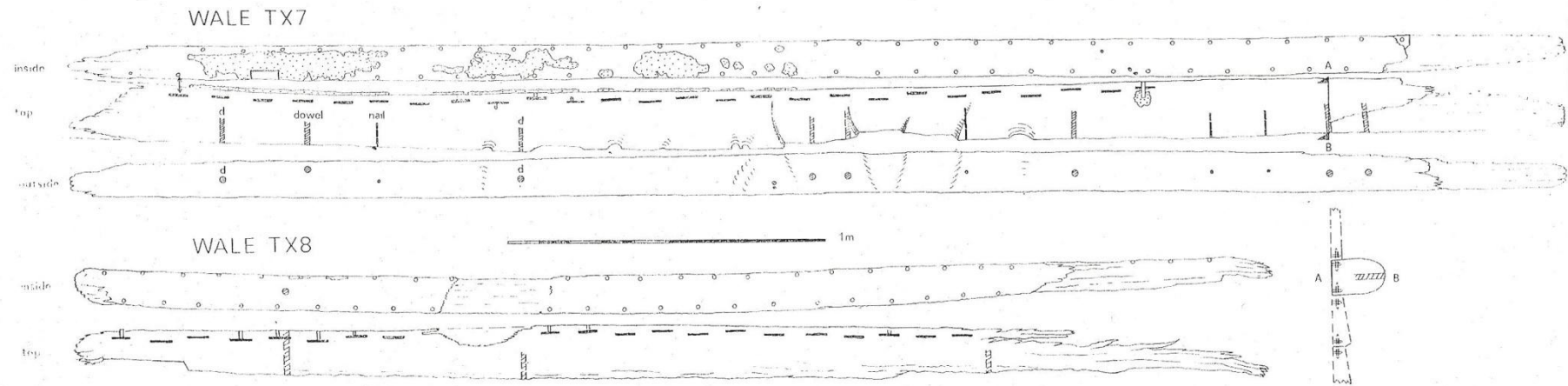


Fig. 112.- Cintas de carena sin conexión con los restos. En la derecha de la figura (A) se observa la sección teórica de los *spray deflectors* colocados bajo la cinta para proteger la cubierta de las salpicaduras de agua. (Frost 1976: 256).

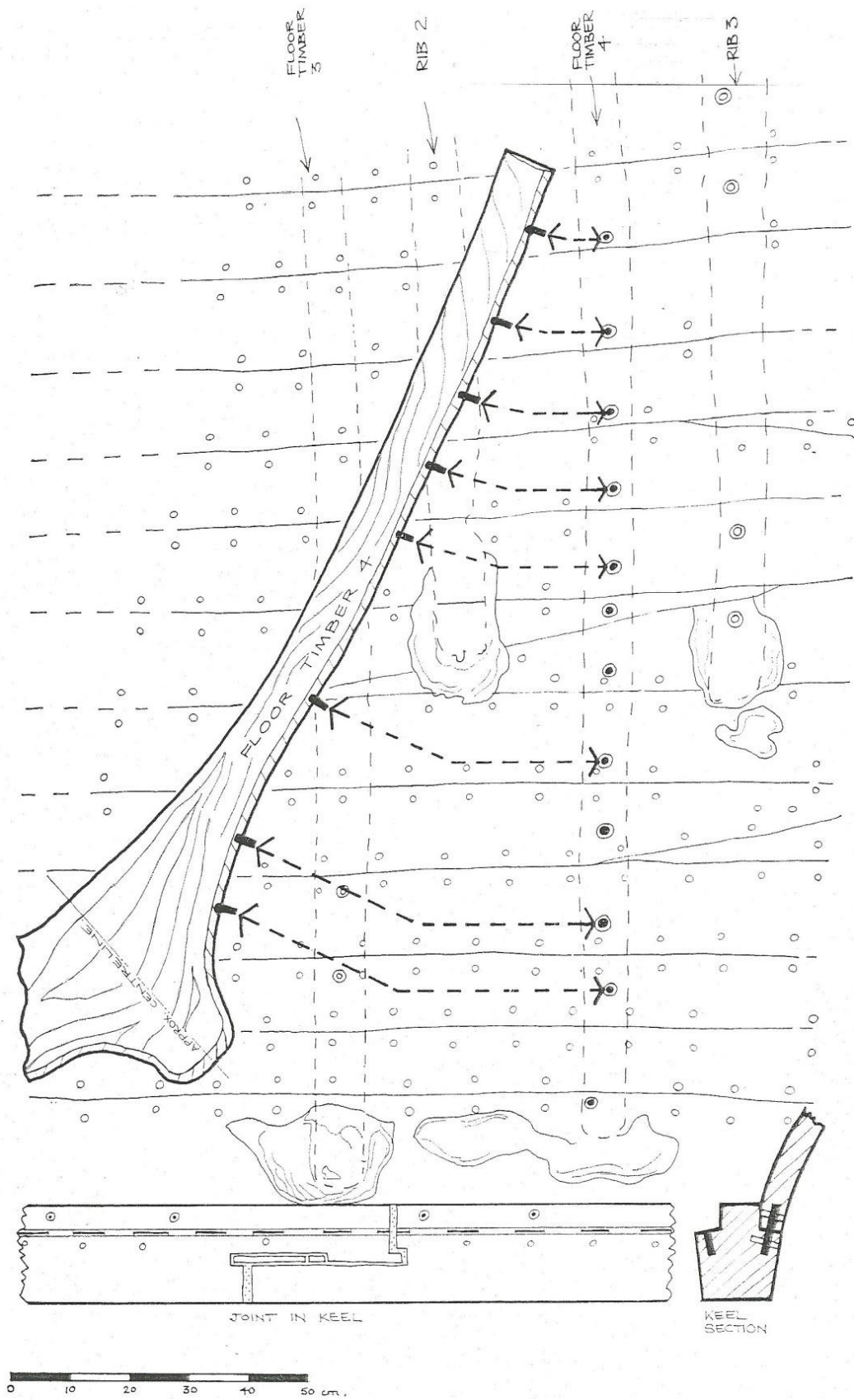


Fig. 113.- Detalle de la planimetría, con una vista lateral de la quilla a la altura del rayo de Júpiter de unión con el codaste y una sección donde se aprecia el alefriz con encaje para la traca de aparadura. (Frost 1976: Fig. 10)

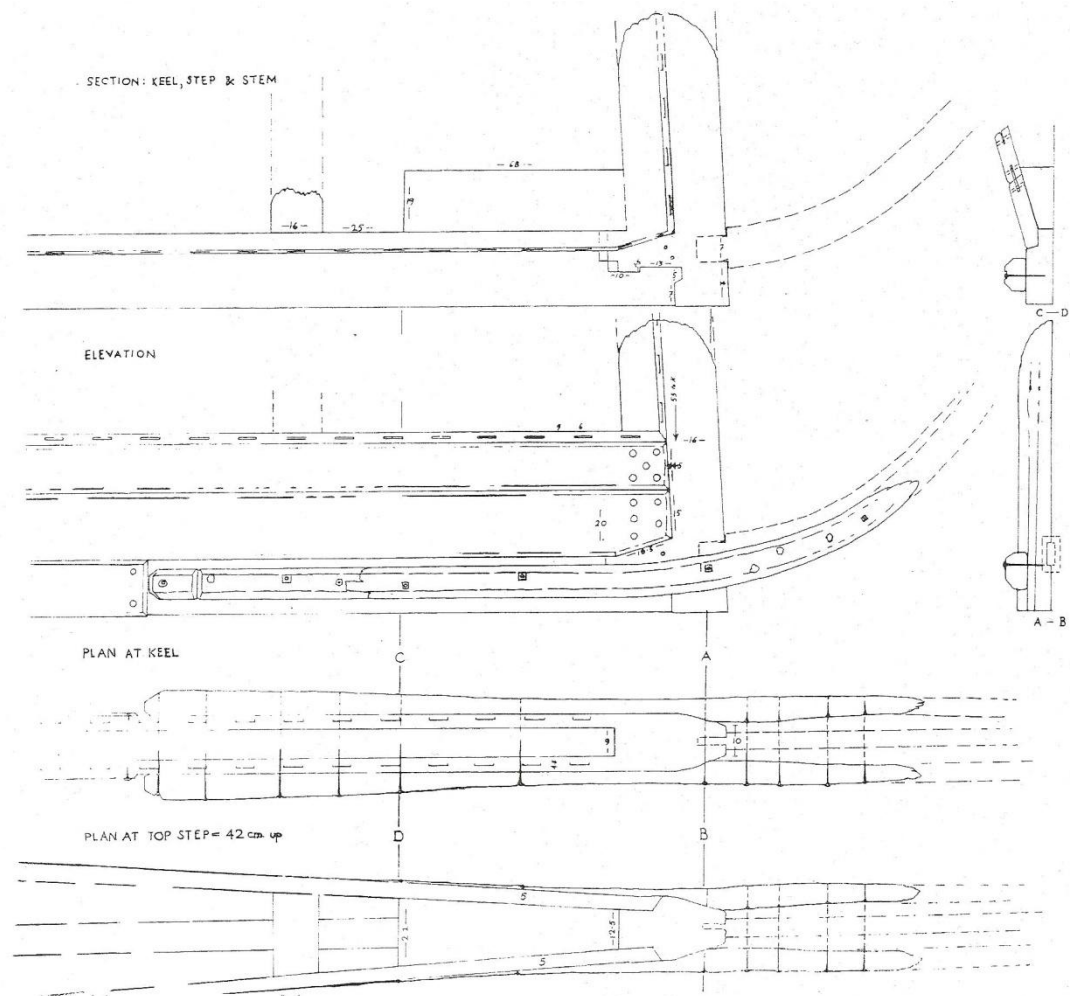


Fig. 114.- Estructura del espolón basado en las medidas tomadas bajo el agua del *Sister Ship* (Frost 1976: 267).

Por lo que hace referencia a las varengas (*Quercus* sp.), colocadas con posterioridad al armado de la undécima traca de forro, intencionadamente ninguna de ellas está en contacto directo con la quilla y siempre se deja un espacio de separación con ésta, quizás para la circulación del agua embarcada, ya que sólo en algunos casos se documentan imbornales en las varengas (Fig. 117). En el caso de falta de aprovisionamiento de una madera que permitiese hacer la pieza monóxila, el tacón inferior de las varengas se unía mediante una lengüeta de grandes dimensiones.

Las cuadernas estaban unidas al casco mediante clavos que usaban cabillas de madera como guías o tacos para finalmente retorcer la punta siempre en dirección a la quilla, documentándose una masilla fijadora (no resinosa) en los límites de contacto de éstas con el casco, único ejemplo conocido de su utilización.

De acuerdo a una serie de marcas (anillos) pintados en las tracas de forro nº 10 y 11 así como en los rayos de empalmes¹²⁰ en pico de flauta (*s-shaped*) (Fig. 90-P4), se pudo concluir que habían agrupaciones de tablas que habían sido unidas entre ellas con anterioridad de su colocación en el casco. Es una cuestión de las más interesantes en la construcción de las naves púnicas de Marsala ya que el estudio de las letras y marcas en alfabeto feniciopúnico situadas en la quilla y tracas (pintadas o incisas), realizadas al menos por cinco sujetos (Frost 1993), permitió comprender que la nave había sido construida “en serie” seguramente partiendo de “patrones”, cuestión relacionada con una construcción naval de estado (Basch 1998: 22), con la organización del trabajo en los astilleros, así como con la sistematización militar de los espacios portuarios. La longitud, anchura, grosor y ubicación de las mortajas para la quilla y cada una de las tracas de forro del barco estaban predefinidas y pensamos nosotros que de la misma manera que se organizaba el trabajo para producir en serie la carpintería longitudinal y el casco, al igual pudo hacerse para las cuadernas. Solo así se podían obtener las líneas de agua deseadas, donde destaca un importante plano de deriva, creado por su quilla prominente y su *ratio* elevada entre la eslora y la manga.

El barco se iniciaba por la quilla y se erigía asimétrico, primero el costado de estribor hasta la undécima traca, por grupos de tablas que se habían unido con anterioridad, después el otro costado y por último se colocaban las cuadernas en su posición preestablecida por marcas en la quilla.

Todo ello debió tener consecuencias en la rapidez para construir este tipo de embarcaciones (Basch 1998: 35) tal y como nos describe Polibio (I, 20.13) cuando nos narra como en el 260 a.C. los romanos fueron capaces de construir con gran rapidez réplicas de una nave cartaginesa capturada en la Primera Guerra Púnica¹²¹. Quizás sea

¹²⁰ Los rayos de empalme de unión entre las tracas de forro en el pecio se dividen en dos grupos, los biselados para las uniones bajo la línea de flotación (*obra viva*) y en pico de flauta para los superiores a ésta. Realmente los ejemplos de pecios con empalmes en pico de flauta son muy reducidos: **Jules Verne 7, Ma'agan Mikhael, Binissafüller, Marsala y Chrétienne C.**

¹²¹ De la misma manera que la historia de Roma se remonta al s. VII a.C. con el reinado de Tarquinio el Viejo, la construcción naval romana tiene un origen antiguo; no se inicia con la Primera Guerra Púnica (264-241 a.C.). Podríamos decir que aquella militar y de Estado se actualiza mediante el “espionaje y copia” del arma de los enemigos. En el s. III a.C. Polibio (*III*, 22-26) narra como a fines del s. VI a.C. las naves onerarias romanas habían ya extendido sus propias rutas hasta Sicilia y el norte de África. La

esta la flota a la que se refiere Plinio al narrar que se construyó una en 60 días (*H.N.* 16.192), algo que se repetiría en el 242 a.C. cuando Roma fabricó 200 quinquerremes, todas copiadas de una cartaginesa de cualidades muy admiradas (Polibio *I*, 59.8).

Queremos destacar por último que en el pecio se documentó la presencia de dos tramos de madera longitudinales de 51, 5 cm que presentaban una técnica de *ligaduras internas* para su unión en el casco (Fig. 115). Se trata de una serie de ligaduras que atraviesan las piezas y que tras su atado se bloquean por clavijas, tal y como se documentan en las cuadernas de un grupo de pecios conocidos fundamentalmente entre la costa francesa y la Cataluña norte, como son **Tour Fondue** (ca. 250-225 a.C.) (Dangréaux 1996: 52 ; Dangréaux 1997: 90) ; **Roche Fouras** (150-100 a.C.) (Liou 1975: 597, Pomey 1996: 57) ; **Port la Nautique** (s. II- 70 a.C.) (Falguera, Jézégou 2000: 42-44); **Cavalière** (ca. 100 a.C.) (Charlin *et al.* 1978: 89; Pomey 1996: 56-57); **Dramont C** (2º ¼ del s. I a.C.) (Pomey *et al.* 1992: 42-44; Joncheray 1994 :24, 28); **Plane I** (ca. 50 a.C.) (Liou, Pomey 1985: 556-557; Pomey 1995: 57); **Cap Béar 3** (Tercer ¼ s. I a.C.) (Pomey *et al.* 1987-1988: 33); **Cap del Vol** (finales s. I a.C.- inicio s. I) (Nieto, Foerster 1980: 163-177; Foerster 1980: 250, Nieto 1982: 165-168; Liou 1987: 272) ; **Barthélemy B** (2º ¼ s. I) (Lopez 1996: 59; Dangréaux 1997: 90); **Saintes Marie 24** (40-75 d.C.) (Long *et al.* 2004: 68-71; Marlier 2005: 340); **Saintes Marie 2** (3º ¼ del s. I) (Long 2003: 53; Long *et al.* 2004: 71; Marlier 2005: 328); **Baie de l'Amitié** (2ª mitad del s. I) (Jézégou 2001: 400-401; Wicha 2002: 43-44); **Perduto I** (s. I) (Sciallano, Liou 1985: 145) y **Port Vendres 3** (Mediados del s. II) (Jézégou 2007: 41).

La nave púnica de Marsala, presenta una unión por este tipo de ligaduras, como también las lleva la reparación de una cuaderna en el **Jeume Garde B** (finales del s. II a.C.) (Pomey 1993: 44). Sin embargo, la evidencia más antigua conocida hasta la fecha no se encuentra en un ámbito cultural púnico o itálico, sino que se data a finales del s. VI a.C. en ámbito massaliota, en el **Jules Verne 9**, donde sin conexión estructural con el casco se encontró una pieza de madera que presentaba las trazas clásicas de este tipo de unión por ligaduras internas en el eje longitudinal de la pieza (Fig. 30) (Marlier 2005: 171). La sencillez de esta técnica permite teorizar sobre una universalización en el Mediterráneo Occidental.

arquitectura naval de estos barcos, desconocidos por el momento, especulamos que debió de ser semejante a la etrusca.

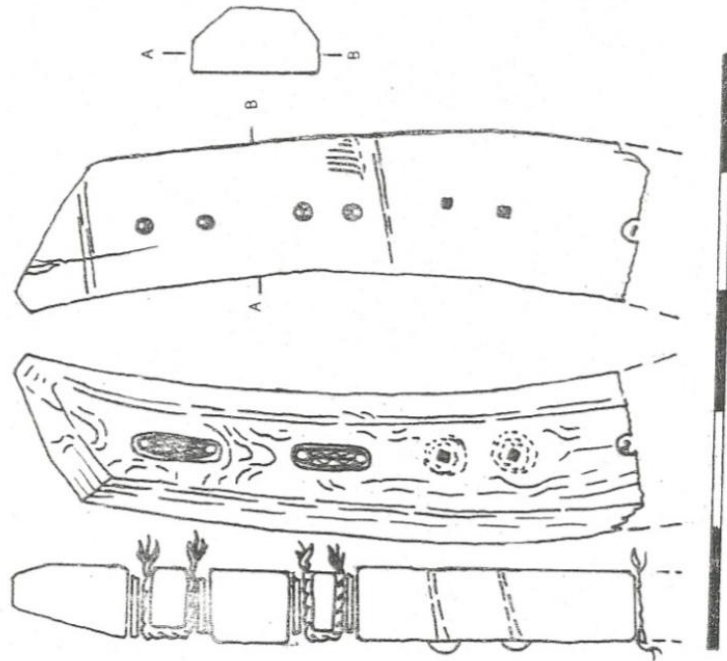


Fig. 115.- Vistas de un fragmento de madera de 51,5 cm de longitud en el que se observan las ligaduras, en grupos de dos perforaciones. (Frost 1976: 261).

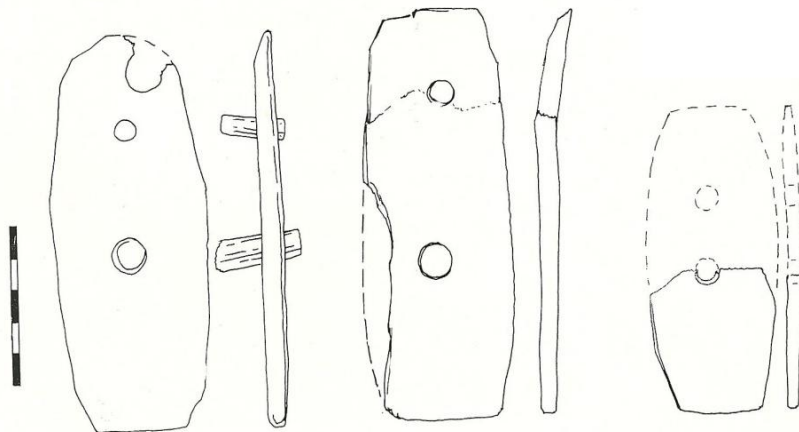


Fig. 116.- Tres ejemplos de espigas donde la primera pertenece a una ensambladura en rayo, de ahí su tercer orificio. Las espigas más pequeñas se localizan en la obra viva de la nave, por ello las diferencias de tamaño entre la segunda y la tercera. (A partir de Frost 1976: 90).

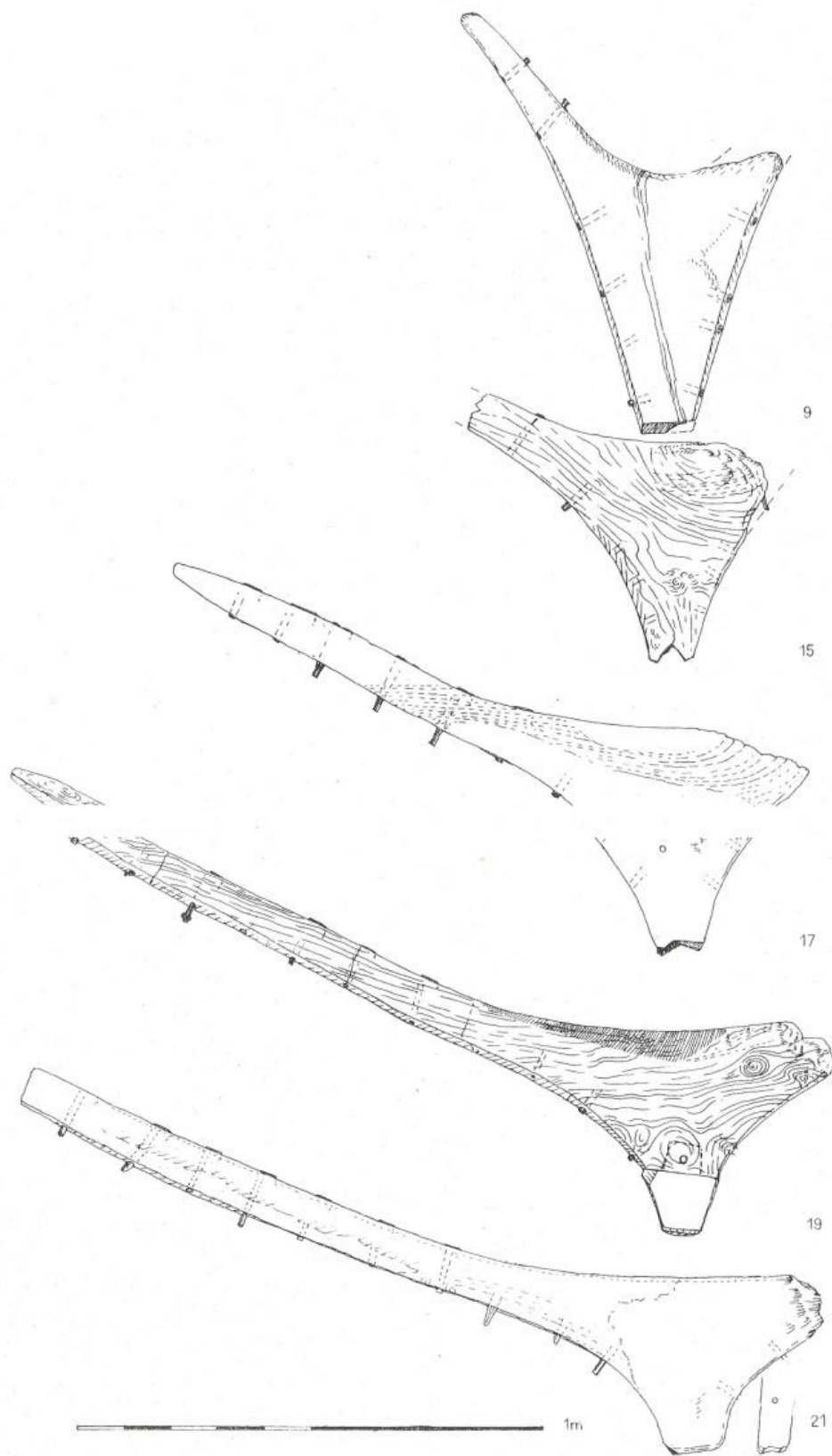


Fig. 117.- Dibujos de las varengas en su cara lateral/sección donde se aprecian imbornales angulosos en la 15 y 17 así como un tacón añadido a la 19 y 21. (Frost 1976: Fig. 156).

10.2 TOUR FONDUE

El pecio de la *Tour Fondue* se encuentra a 20 m de profundidad frente a la península de Giens (Francia), en las proximidades de una construcción ruínosa que le da su nombre. Descubierta en 1975, los restos del casco fueron objeto de actuaciones arqueológicas entre 1993 y 1997 por Dangréaux (1994; 1995; 1996; 1997; 2001), con el apoyo del *Centre Camille Jullian*. Se trata de un pequeño barco de cabotaje, de redistribución en un espacio náutico costero, culturalmente griego massaliota. Tenía unos 10 m de eslora y 10 t de porte (Wicha 2010: 41). El pecio, que estaba muy expoliado (Joncheray 1976:1989), transportaba un cargamento estimado en 100-120 ánforas (grecoitalicas antiguas, massaliotas Tipo 4 y magnogrecas) y se conserva un fragmento del casco de 4,45 x 1,50 m coincidente con la parte central del barco (Fig. 118). El estudio de las ánforas así como los materiales asociados al cargamento y la interrelación con los pecios de la *Meloria*, *Bon Capó* y *Montecristo*, permitieron a Cibecchini (2008: 485) datar el naufragio entre el 250-225 a.C.

La quilla es de sección rectangular más ancha que alta, con 7,2 cm de anchura y 5,8 cm de altura (Fig. 122) con un alefriz en bisel muy suave. Las espigas de unión con la traca de aparadura atraviesan completamente la quilla, observación que ya hizo Joncheray (1989) (Fig. 120). Presenta un rayo de Júpiter poco complejo prácticamente central para unir dos tramos de quilla uno en *Quercus ilex* y otro en *Pinus halepensis*, ya que ésta no es monóxila, *práctica de astillero* sin otro paralelo conocido (Fig. 121). Esta interpretación se basa en el análisis de dos muestras de cada uno de los extremos de la quilla realizadas por Guibal (CNRS) y que dan resultados diferentes (Dangréaux 2001: 57). La quilla presenta un alefriz en bisel simple en la parte central de su recorrido para ir quedando con encaje hacia las partes distales. La roda y el codaste no se han conservado. La traca de aparadura tenía una anchura de 14 cm, que se contrapone con la de la segunda traca de 10 cm (en ambas piezas de manera simétrica a cada lado de la quilla), en contraposición con el resto de tablas del casco cuyas anchuras tienen de media 15 cm.

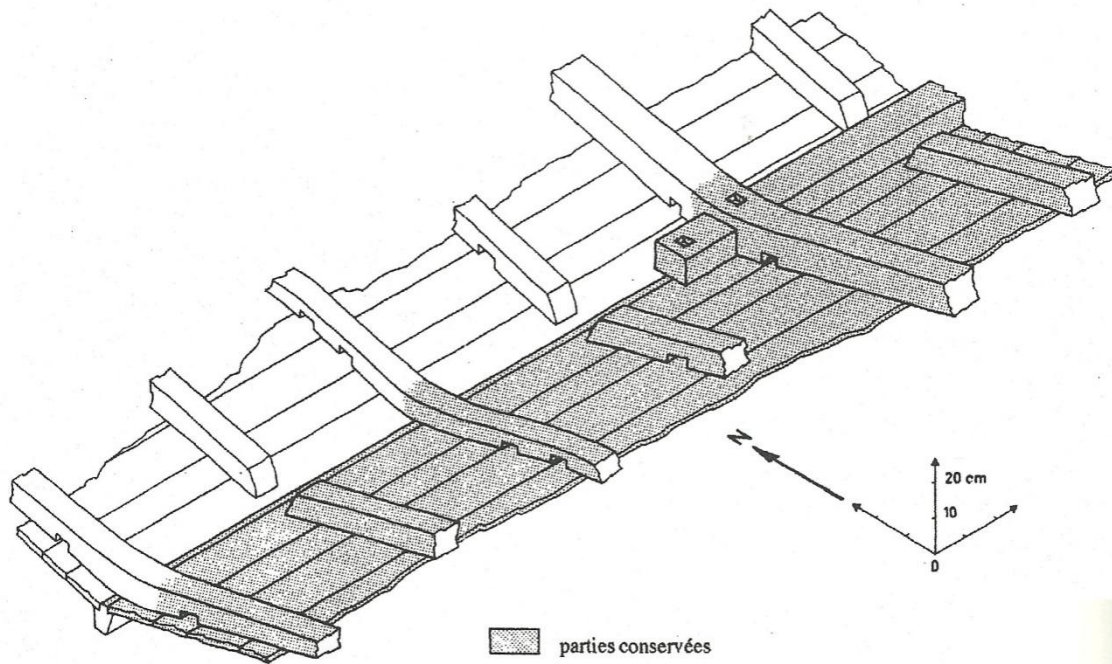


Fig. 118.- Vista axonométrica del casco (en gris la parte conservada). Obsérvese la alternancia entre varengas y semicadernas, la equidistancia entre ellas, así como la pieza de refuerzo longitudinal. La quilla es de inferior tamaño respecto a las tracas de apareadura. (Dangréaux 1994, *Rapport de fouille* 1994, archivo DRASSM, no publicada).

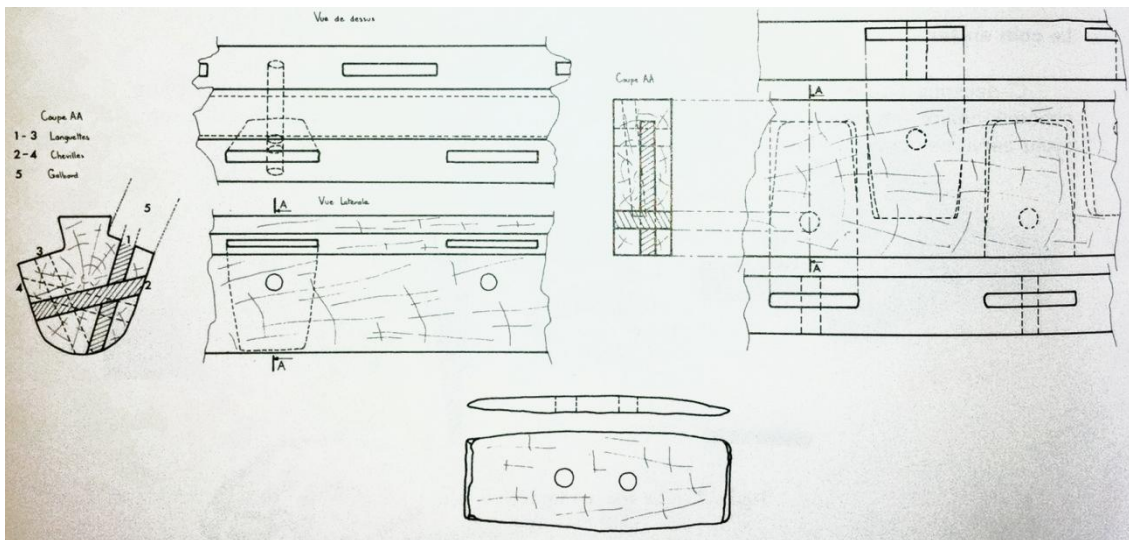


Fig. 119.- Dibujo de una porción de la quilla y de la traca de apareadura del pecio de *Tour Fondue*. (Joncheray 1989).

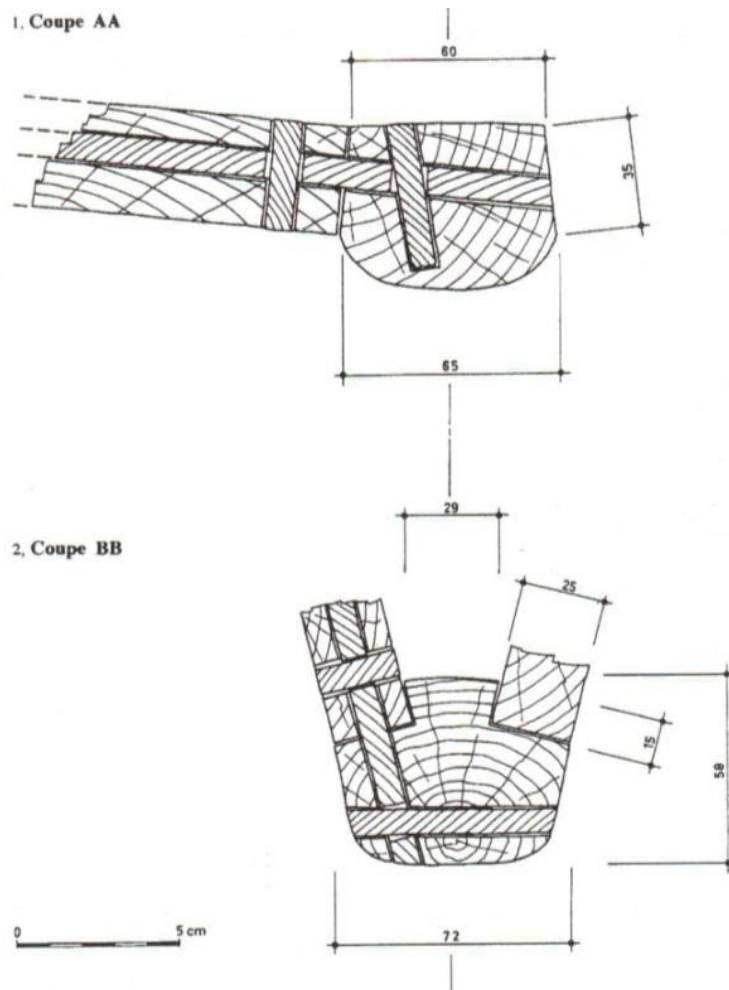


Fig. 120.- Dos secciones de la quilla del *Tour Fondue*. La sección AA denota unas líneas bastante planas o redondeadas para esta embarcación. (Dangréaux 1996: 52).

Las tracas de forro tienen un espesor medio de 2,9 cm con mortajas de unas dimensiones¹²² de 14 x 5 x 0,7-0,8 cm y presentando una equidistancia entre ellas de 6 a 7 cm. Las clavijas tienen un diámetro en la cara interna del casco de 0,8 cm y solo excepcionalmente se observa una equidistancia no constante.

¹²² 14 cm de longitud debe de referirse a la distancia total de dos mortajas enfrentadas o una espiga.

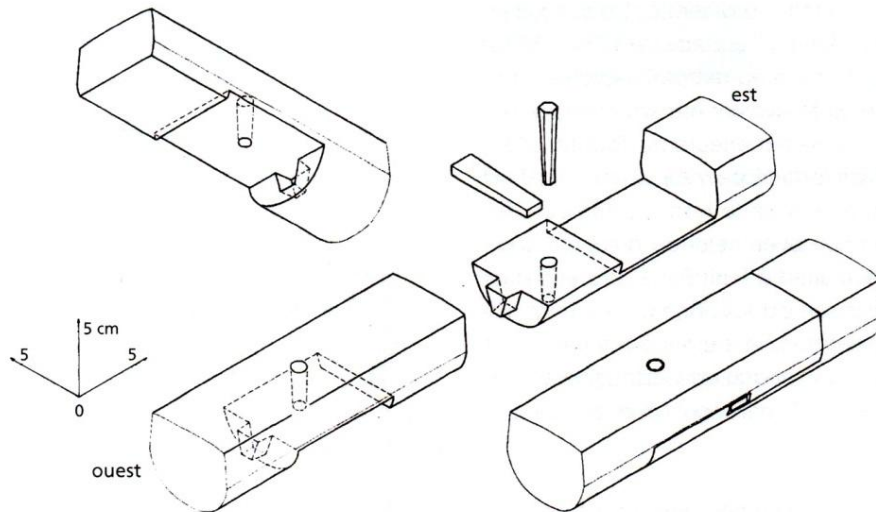


Fig. 121.- Detalle del empalme entre dos tramos de la quilla *Tour Fondue*. (Dangréaux 1996: 52).

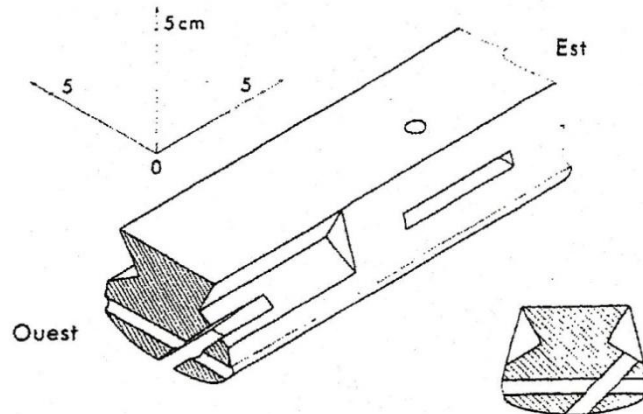


Fig. 122.- Vista axonométrica y sección de la quilla, de forma algo redondeada, más ancha que alta, donde se pasa de un alefraz en bisel simple a otro con encaje. (Dangréaux 1997, Rapport de fouille 1997, archivo DRASSM, no publicada).

El pecio de la *Tour Fondue* es paradigmático en cuanto a la realización de reparaciones en el casco por lo que la utilización del barco debió ser dilatada. Cinco tracas de forro en total fueron sustituidas, estando todas las piezas identificadas por los rayos en bisel simple, que unen tramos de tracas, así como por 25 espigas de reparación colocadas por el interior del casco (desconocemos la cara exterior) que aprovechan las mortajas existentes (Fig. 124), con la técnica y forma ya señalada en el pecio de *Kyrenia* (Fig. 108). Están dispersas por todo el pecio en las reparaciones de tracas donde mecánicamente ya no era posible el utilizar las espigas convencionales. Llama la atención como se colocó en la parte oeste de los restos conservados dos tracas de reparación rompiendo la linealidad clásica de estas piezas, quizás motivado por el saneamiento de una de ellas (p.e. un nudo o grieta) que requirió de modificaciones en la anchura de la traca adyacente.

La carpintería transversal está compuesta por varengas y semicuernas de sección cuadrada de 7 cm de lado, en alternancia regular, con unas formas muy rectilíneas y nada curvadas. Llama la atención lo espaciado de su *malla* que tiene una

media de 40 cm. Ambos tipos de piezas presentan imbornales de sección rectangular “arcaizantes” y no llegan a tener nunca contacto directo con la quilla.

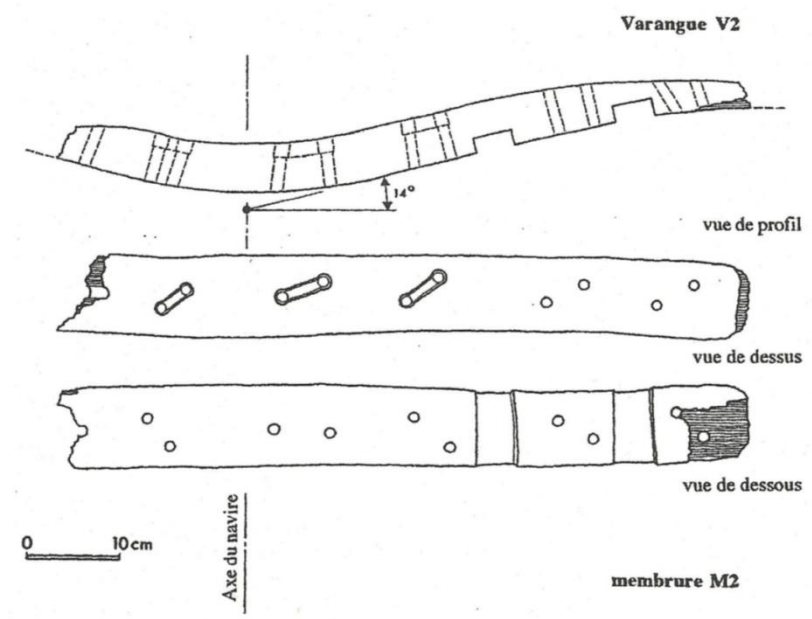


Fig. 123.- Detalle de la varenga 2, donde se observan los pares de cabillas con acanaladura central para la fijación del atado. (Dangréaux 1994, *Rapport de fouille* 1994, archivo DRASSM, no publicada).

Wicha (2010: 44) interpreta como en los dibujos de detalle de las varengas V1 y V3 puede observarse que las cabillas de unión de estas piezas con el casco son troncocónicas y se presentan en conjuntos de pares, separadas 3-4 cm entre ellas y a 14 cm entre cada par. Al parecer se colocaron ambas desde el interior del casco, tras haber ligado estas piezas a las tracas. Dangréaux (1996: 51) no observó que se haya realizado un rebaje o acanaladura en la cara externa del casco para proteger el paso de la cuerda de atado en una muestra de traca. La técnica de *ligaduras internas* (Fig. 29), con un atado mediante la realización de dos perforaciones separadas por algunos centímetros situadas en el eje longitudinal de las cuadernas¹²³ (Marlier 2005: 171) (Fig. 30) aparece de nuevo tras el caso del *Jules Verne 9* en un barco de contexto cultural griego. Entre los restos conservados no se cuenta con la carlinga y/o sobrequilla, pero sí existe una pieza en madera de dimensiones reducidas (110 x 10 x 7 cm) situada justo en el tramo

¹²³ Éstas están unidas por una pequeña regata en la cara superior de la cuaderna para alojar la cuerda de unión. Una vez la pieza de la carpintería ha sido unida al casco, se colocan unas cabillas de fijación que mejoran la unión, la hacen estanca y evitan el deshilachado del cosido

donde se sitúa el rayo de Júpiter que une los dos tramos de la quilla, quizás con la función de reforzar esta poco convencional quilla, fabricada en dos tramos.

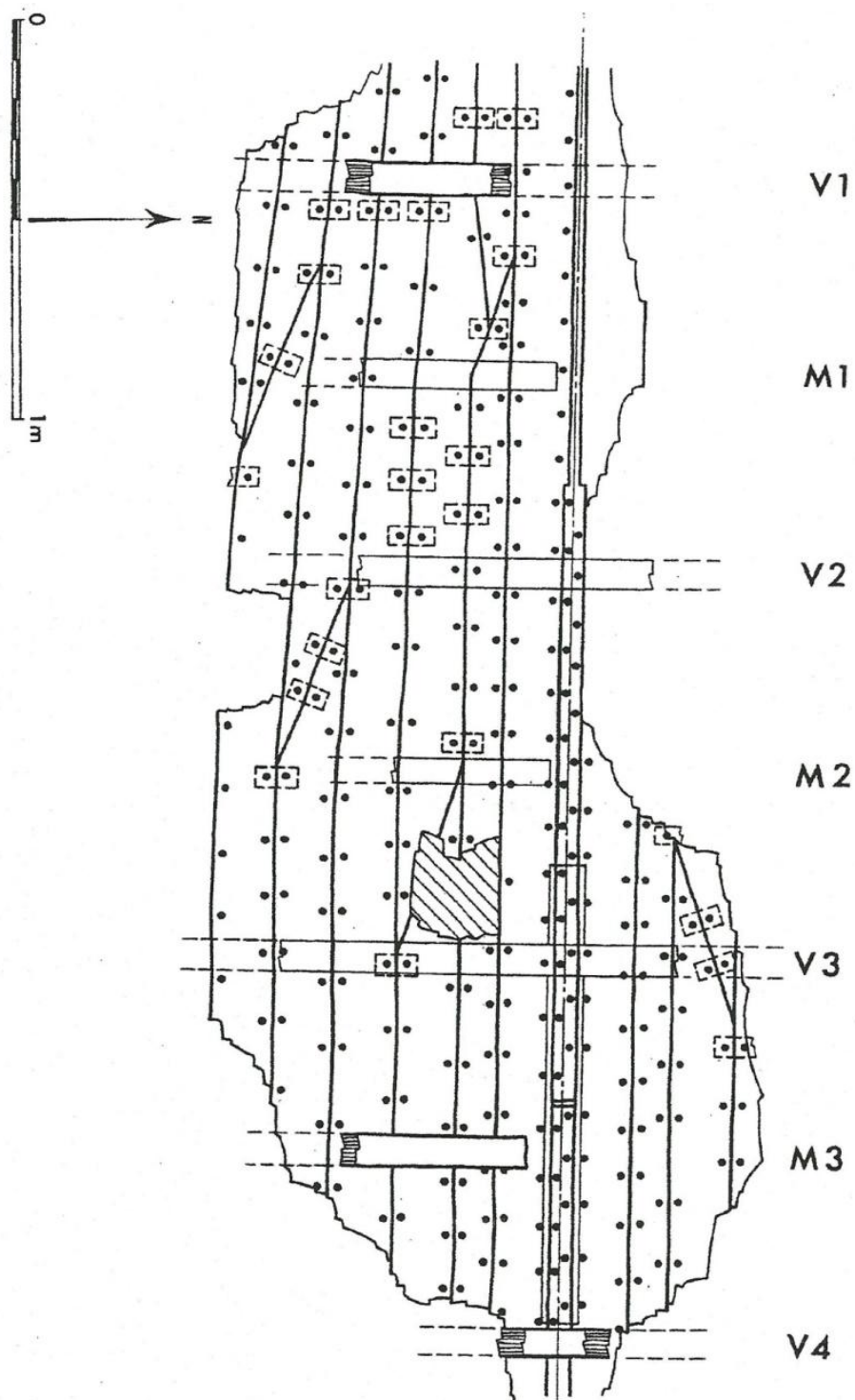


Fig. 124.- Planimetría de los restos conservados. Las espigas identificadas como tales se corresponden con las de reparación, así como las tracas sombreadas. (Dangréaux 1997, Rapport de fouille 1997, archivo DRASSM, no publicada).

10.3. CHRÉTIENNE C

El pecio *Chrétienne C* fue descubierto en 1953, a 35 m de profundidad en las proximidades de la Bahía de Agay, cerca de Saint-Raphaël entre Cannes y Fréjus (Francia). Fue descrito como un conjunto de ánforas bien alineadas que no llegaban a conformar un túmulo. Afectado por el expolio de buceadores y el daño de los arrastreros, se encontraba arrasado en 1970. Se inicia su excavación arqueológica en 1971 finalizando en 1973 con la participación del barco *Archéonaute*¹²⁴ (Joncheray 1975).

El cargamento estaba compuesto por unas 500 ánforas grecoitalicas características del s. III y II a.C. de transición, con una estimación del tonelaje de 13 a 15 t. Se revela como una de las primeras evidencias de la exportación de vino itálico hacia la Galia, una ruta que será coincidente con la del *Chrétienne A* naufragado un siglo más tarde en las inmediaciones con más de 2000 ánforas idénticas.

Como vajilla de a bordo se localizaron 5 piezas de campaniense A, páteras Lamb. 34 y una copa de la forma 27; una lucerna, dos ungüentarios, una jarrita gris ampuritana así como diversas piezas de cerámica común. También se le atribuye a la tripulación un ánfora de tradición púnica y un ánfora de tipo rodio. Se localizaron los restos de herramientas, como azuelas y un mazo de madera, quizás relacionadas con el mantenimiento del barco por un carpintero de a bordo. Se halló una única moneda con la diosa con casco Roma y en el reverso los Dioscuros al galope con la leyenda ROMA con una datación entre el 211 y el 170 a.C. Estos elementos permiten a los autores fechar al *Chrétienne C* en el segundo tercio del s. II a.C. Su eslora estimada es de 15,5 m y su manga de 5,5 m.

Los restos del casco de los que se conservaban unos 11 m de longitud por 3,80 m de anchura, se componen de la quilla y cuatro tracas a su costado de babor y unas 20 a estribor, divididas en dos conjuntos por una fractura longitudinal. Adyacente a la quilla en la zona norte, se encontraba un fragmento de la roda del barco estando todos los elementos en madera muy afectados por *Teredo navalis*, siendo el estado de ésta muy delicado en el momento de excavación (Fig. 127).

¹²⁴ En muchos casos hemos prescindido de algunos datos numéricos de los excavadores ya que no eran coincidentes con los dibujos de planta y secciones.

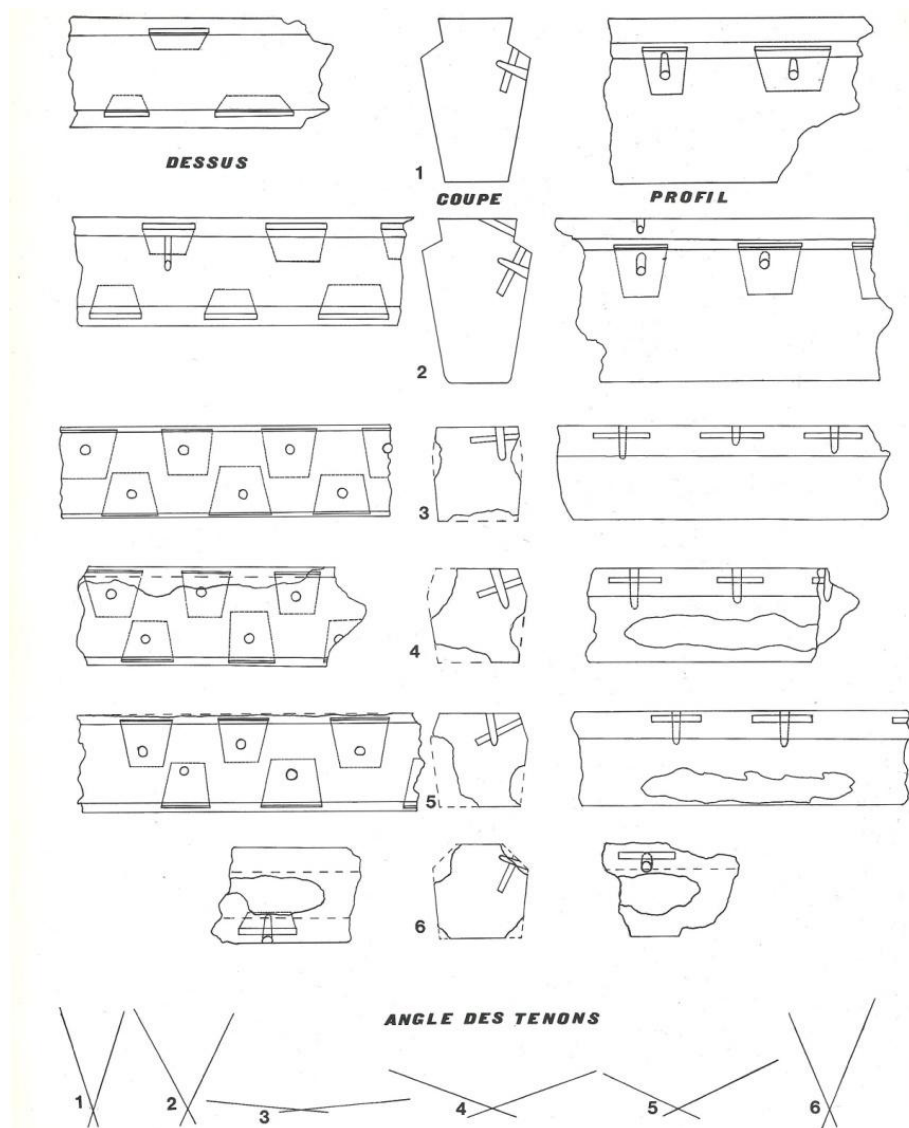


Fig. 125.- Dibujos de sección en la quilla donde se aprecia como evoluciona el alefriz, desde la roda hasta el extremo distal Sur (Joncheray 1975: 46).

La quilla tiene 8,13 m de longitud sin conservar las zonas distales, dimensiones a la que hay que añadir dos fragmentos inconexos, uno de 24 cm y otro de 60 cm no coincidentes con los rayos de unión. Los dibujos de sección de estos fragmentos permiten ver como hay una evolución del alefriz que pasa de tener una forma biselada, a ser de encaje en las zonas más distales, tal y como atestiguan los fragmentos inconexos de la zona Norte, posiblemente pertenecientes a la roda. Por lo que hace referencia a la altura y anchura de la quilla, estos valores evolucionan también, presentando en la zona de alefriz con encaje una altura de 18 cm x 12 cm de anchura, para pasar a una sección más cuadrangular en la zona central de casco (Fig. 125).

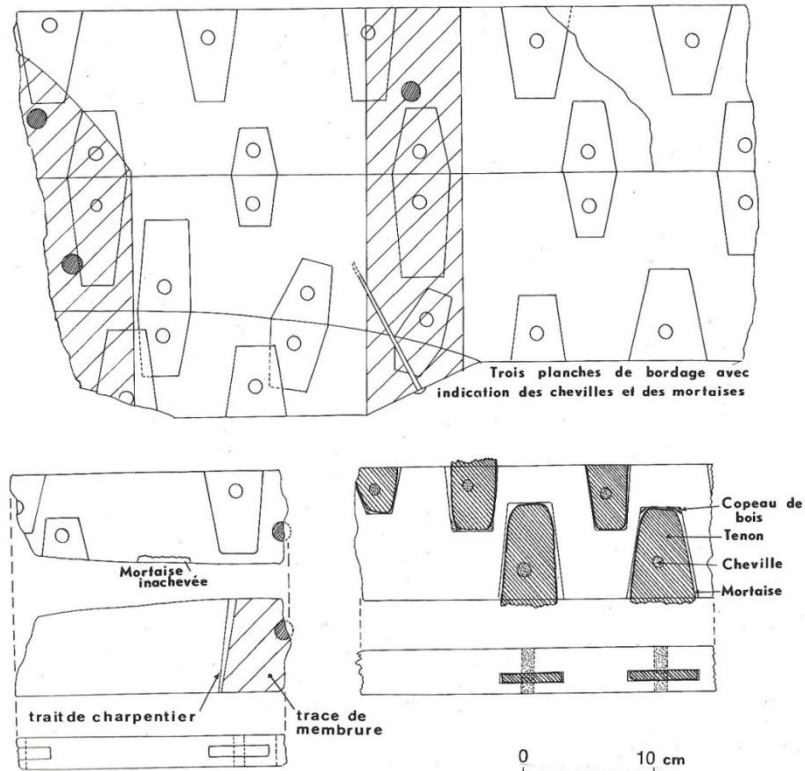


Fig. 126.- Vistas de tracas de forro con uniones por espigas y mortajas, donde se aprecia una unión en rayo de pico de flauta (Joncheray 1975: 49).

El ángulo de la salida de las mortajas¹²⁵ respecto a la horizontal en los tramos inconexos distales pasa de los 35° a los 55° con una equidistancia entre ellas de 6,8 a 8 cm. Estos tramos, posiblemente de la roda, no son piezas rectilíneas sino que dibujan longitudinalmente un suave ángulo de 12°. Las secciones dibujadas de la quilla ya en el casco, presentan valores semejantes para la altura y la anchura de 10,5 a 11 cm y el alefriz con encaje ha desaparecido para ser a bisel simple. En la sección nº4 las mortajas tienen un ángulo de salida con la horizontal de 15° estando ahora espaciadas cada 5-6 cm. El valor del ángulo de salida de las mortajas varía a lo largo de la quilla, pasando este valor de 15° a 40° a 52° (con la horizontal) en dirección a la zona sur de yacimiento, lo que pone en evidencia que el final del recorrido del barco está próximo (Fig. 125).

¹²⁵ Entendemos que los datos de ángulos reflejados en Joncheray 1975: 41 están realizados con la vertical a juzgar por la figura 14 y la forma arquetípica de estas piezas. Sin embargo, el resto de valores están expresados con respecto a la horizontal, algo que lleva a la confusión al leer el texto.

Las tracas de forro tienen un espesor entre los 2,9 y 3,6 cm con una anchura constante y ciertamente reducida, entre los 9 y 12 cm. Las tracas de aparadura no parecen presentar una forma particular, únicamente que son unos milímetros más gruesas. Las 9 uniones documentadas entre tracas son en pico de flauta (Fig. 90-P4) y se sitúan de manera rítmica y planificada en el casco, encontrándose algunos clavos de hierro para ayudar en la unión (Fig. 126). Las mortajas tienen forma troncocónica, más anchas en su inicio en la cara lateral de la traca (de 3 a 5,5 cm) que en su parte interna (2,2 a 4 cm) con una profundidad que va de los 4 a los 8 cm y con espesores entre los 0,6-0,7 cm (Fig. 129). Las espigas tienen por ello forma de dos trapecios unidos por su base más ancha, con una longitud que va desde los 8 a los 14 cm, una anchura máxima de 3-5 cm y mínima de 2-4 cm. Su espesor es 0,6-0,7 cm, presentando ligeramente biselados los extremos. Las clavijas de fijación tienen de 0,7 a 0,9 cm de diámetro y de 2,5 a 6 cm de longitud (Fig. 126), llegando pues a sobrepasar el casco. Éste presenta únicamente como protección post-construcción una mezcla basada en la resina de pino, sin presentar evidencia alguna de forro de plomo, a pesar de encontrarse algunas láminas quizás destinadas a reparaciones.

En el *Chrétienne C* son pocos los elementos conservados de la carpintería longitudinal interna del casco. Presenta una sobrequilla conservada a la altura de la cuaderna nº 13 y 14 y también en la nº16, con 4,8 cm de espesor y 13 de anchura. Se observó también a la altura de la cuaderna nº8 y quizás pueda estar en relación con un encaje que presenta la cuaderna nº2 y que describimos más tarde (Fig. 127). Hay evidencia de restos de clavos metálicos en la cara superior de las varengas, así como algunos fragmentos conservados de una sobrequilla lateral o palmejar (6 cm de espesor y 12 cm de anchura). Ésta presenta un encaje en la cara lateral que mira a la quilla destinado a la colocación de un piso de vagras perpendiculares a la quilla (Fig. 130) y que conformarían un piso de bodega plano en la zona central, ya observado en el pecio de *Kyrenia* (Fig. 100), sin ningún sistema de unión entre las tablas que lo forman o el casco, por lo que sería de fácil desmonte. Hay también presencia de palmejares paralelos a la quilla fijados por clavos de hierro¹²⁶, si bien no hay evidencias de clavos en las caras superiores de las cuadernas entre estas piezas (etiqueta *vaigraje lateral* en Fig. 127) y los palmejares adyacentes a la quilla. Hay dos mejor conservadas de 15 cm de anchura media entre las cuadernas nº 4 y 8. Quizás se tratase de un piso de bodega liviano y de fácil desmonte.

¹²⁶ No hay evidencia alguna de cobre o bronce en el *Chrétienne C*.

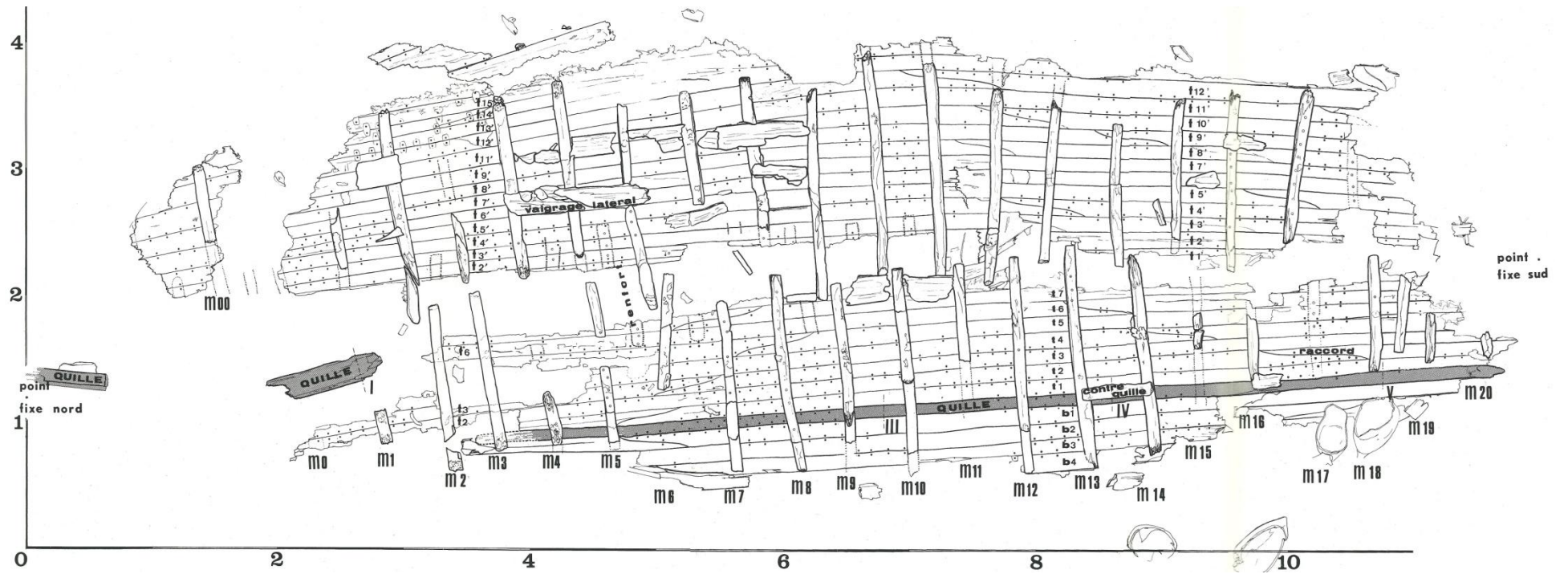


Fig. 127.- Planimetría del *Chrétienne C* (a partir de Joncheray 1975).

Por lo que hace referencia a la carpintería transversal se conservan 20 cuadernas (23 con improntas). Las piezas que las componen, a causa de la fractura longitudinal central del casco y la separación en dos partes del costado de estribor hace parecer visualmente, como se observa en la nº 9, que algunas presenten superposición lateral entre varengas y genoles; sin embargo se trata de una colocación donde los genoles se sitúan centrados en el espacio entre cuadernas de las varengas, iniciando su recorrido antes de finalizar las varengas, por lo que hay una superposición o solape claro de entre 50-60 cm, para reforzar este tramo de unión entre las piezas de la carpintería transversal (Fig. 127). Nuestra observación es que estos genoles de refuerzo transversal hacen el papel de semicudernas, pero colocadas entre las varengas a una excesiva distancia de la quilla, de ahí que las hayamos denominado genoles. La *malla* se observa amplia, de 40-46 cm aproximadamente de media.

Las varengas tienen una longitud estimada partiendo de la planimetría y dando por supuesto su simetría aproximada en los dos costados del casco de 100-120 cm. La altura ronda los 15 cm en la zona coincidente con la quilla y en torno a los 8 cm en el resto con 8 cm de anchura, dando por ello un aspecto rectangular (Fig. 128). Presentan un imbornal central de forma triangular, cuya base tiene la anchura de la quilla, por lo que los vértices inferiores son casi coincidentes con las tracas de aparadura. El único imbornal no central documentado en las secciones, se sitúa a la altura de la cuarta-quinta traca (a 52 cm de la quilla) en la cuaderna nº 13 y es de forma rectangular con 4,5 cm de anchura y 2,3 cm de altura. Su unión con el casco es mediante cabillas de madera de sección cilíndrica, dispuestas de manera perpendicular a las cuadernas cada 10-12 cm aproximadamente. Las cabillas de fijación tienen de 1,4 a 1,6 cm de diámetro y hasta 18 cm de longitud.

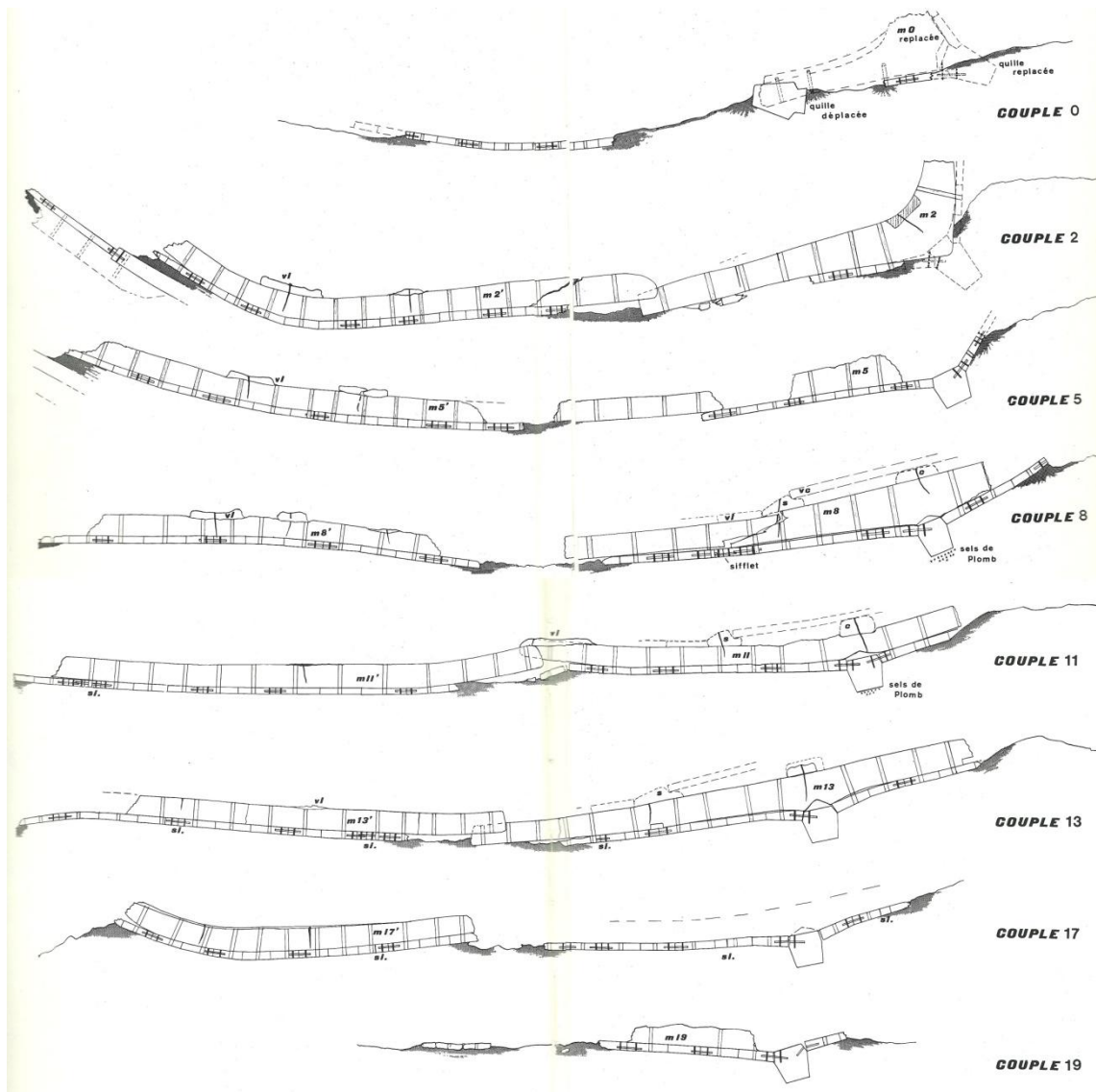


Fig. 128.- Secciones transversales del *Chrétienne C*. (A partir de Joncheray 1975).

Destaca un encaje en la cara superior sur de la varenga nº2, de 14 cm de anchura por 3 cm de altura y 2 cm de espesor, destinado al sustento de una carlinga no documentada que lleva a argumentar que el mástil de esta nave estaría muy avanzado en la proa, como a unos 4 m de extremo distal de la nave, lo que a su vez podría llevar asociado un velamen característico de vela tarquina (Fig. 277).

Nos llama la atención que no haya una disposición alternante de semicuernas y varengas sino que al parecer a la altura de la quilla son todas varengas centradas lo que da un aspecto de poca robustez a esta carpintería. Otra observación que hacemos es que la anchura de las tracas de forro es reducida y la disposición de las mortajas no siempre respeta una colocación a tresbolillo. Por último, este pecio es de los pocos ejemplos en los que encontramos que para la unión de dos tramos de una misma traca de casco se utilizan únicamente rayos en *pico de flauta*. El pecio *Chrétienne C* es la primera evidencia de un barco que dibuja una sección de fondo plano y no pinzada. Quizás pertenece una *firma arquitectural* concreta de la que por el momento no tenemos paralelo.

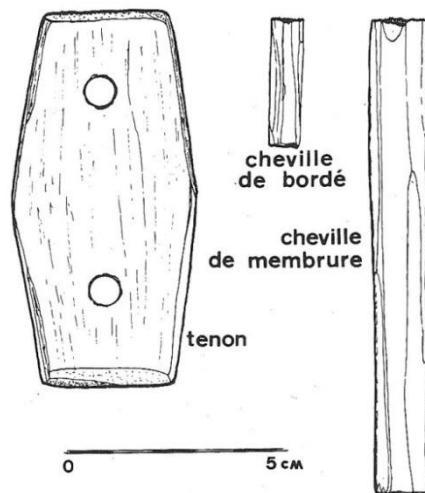


Fig. 129.- Dibujo de una espiga troncocónica con los extremos biselados (¿lijados/limados?), una clavija y una cabilla (Joncheray 1975: 66).

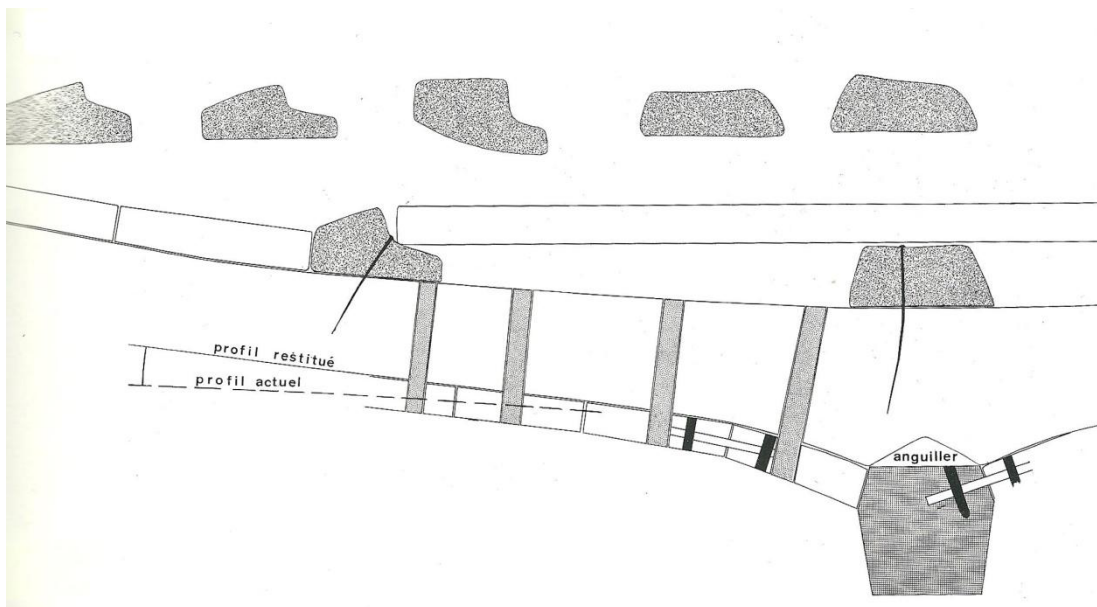


Fig. 130.- Sección idealizada con la presencia de la sobrequilla central y el palmejar para dar sustento a un payol de tablas transversales para crear un piso de estiba para el cargamento (Joncheray 1975: 66).

Por lo que hace referencia a las anclas se documentaron en la zona interpretada como proa tres cepos de plomo, área en la que también se aparecieron *tegulae* fragmentadas.

El análisis realizado dentro del programa de *Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée* dirigido por Pomey y Guibaldio como resultado la utilización de carpe (*Carpinus*) para la construcción de la quilla, especie inédita en la construcción naval antigua. (Pomey 1997: 103).

10.4. BAIE DE BRIANDE

El pecio de la *Baie de Briande* fue descubierto en 1967 en la bahía que le da nombre, entre los cabos de Taillat y Lardier (Var, Francia) a 37 m de profundidad. En el momento de su descubrimiento conformaba un importante túmulo de ánforas grecoitalicas datadas *ca.* 150 a C. (Tchernia 1969: 473) que abarcaban un área de 13 x 7 m. Se intentó proteger mediante la colocación de anillas de alambre de espino entrelazadas, para evitar el expolio. Ésta protección fue retirada por los furtivos desapareciendo completamente toda la carga de ánforas. La acción de los clandestinos fue sistemática, hasta el punto de no quedar ningún elemento significativo en 1995 cuando Pomey, dentro del programa de investigación *Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée* hizo una intervención en el casco de la nave (Pomey 2002b: 15). Éste se conservaba en un estado aceptable si bien se observó que la acción de los clandestinos le había provocado daños, como fueron alteraciones en la carlinga del mástil y el piso de la bodega (Fig. 131).

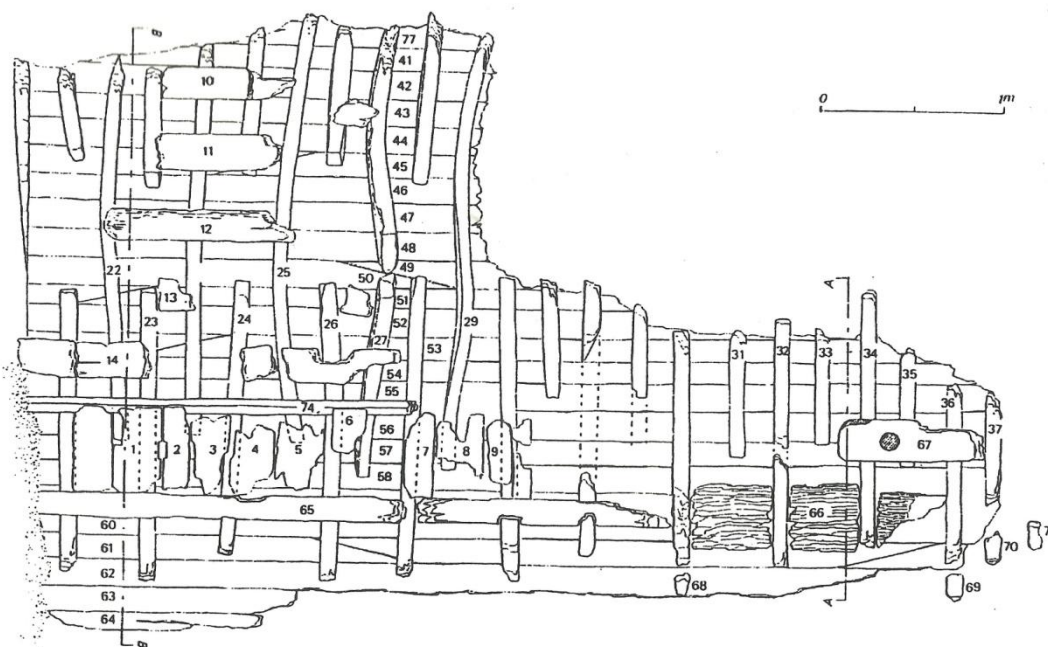


Fig. 131.- Plano del pecio de *Baie de Briande*. (Dibujo de planta de Michel Rival, CCJ-CNRS en Pomey 2002b: 15).

Se excavó por Pomey un área de 5,50 x 3,50 m situada en la zona central del yacimiento constatándose que la quilla y gran parte de las tracas de aparadura habían desaparecido por un fuerte impacto, a la altura del alefriz. Se puso a la luz el tramo final (muy erosionado) de la carlinga (*Quercus*) que tenía 34 cm de anchura 8 de altura. Estaba fijada sobre las varengas mediante encajes transversales al eje axial. Las varengas presentaban a su vez rebajes colocados vis a vis en las caras laterales para mejorar el sustento. Adyacente a la carlinga, se conservaba una sobrequilla (*Quercus*) de 13 cm de anchura y 8 de altura. Por lo que hace referencia al piso de la bodega, se conservaban palmejares con espesores de 2,4 a 2,9 cm (*Quercus ilex*) clavados sobre las cuadernas, así como vagras móviles en parte desaparecidas. En la zona de prolongación de la sobrequilla, hay tablas transversales (*Quercus*) de payol a ambos lados de ésta, con espesores de 3,5 a 3,9 cm que permitían el acceso a la sentina.

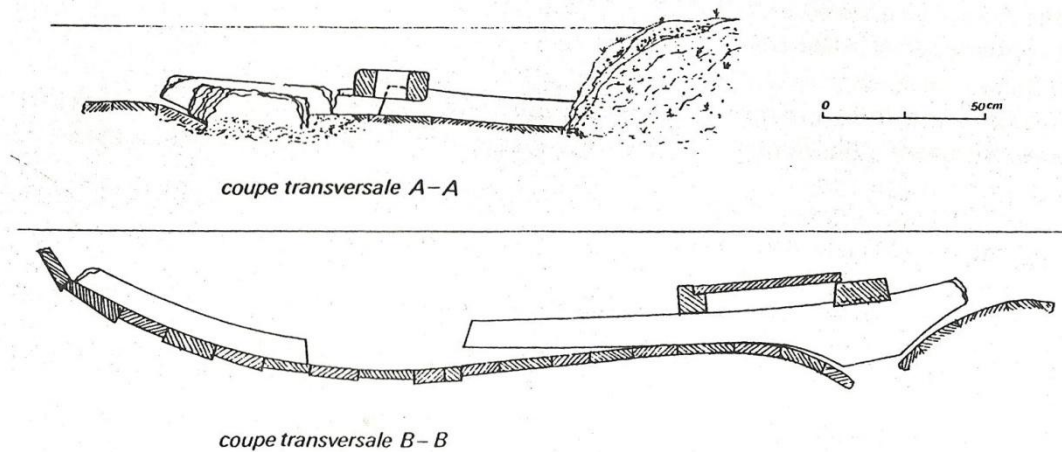


Fig. 132.- Secciones del pecio de la *Baie de Briande* donde se observa la pérdida de la quilla, las tracas de forro de diversa anchura en la zona del pantoque, el espacio de separación entre la varenga y su genol, así como el sistema de payol transversal para dar acceso a la sentina. (Dibujo de secciones de Michel Rival, CCJ-CNRS en Pomey 2002b: 16).

La carpintería transversal (*Quercus* sp.) se compone de manera alternante y regular de varengas y semicuernas. Las varengas tienen una anchura de 8 a 10 cm y una altura en su sección central de 23 a 27 cm, quedando una separación de 8-9 cm entre el tacón inferior de la varenga y la quilla. La altura es semejante a las de las semicuernas, que presentan las mismas anchuras que las varengas. Las formas triangulares de las varengas indican que la sección del casco era fuertemente pinzada, con la quilla situada de manera prominente (Fig. 132). Las varengas continúan su recorrido transversal por genoles, pero de una manera poco habitual, ya que hay una separación entre estas dos piezas de la carpintería transversal de 45 a 70 cm. Todas las piezas de esta carpintería están fijadas al casco mediante cabillas de madera que han hecho de guía o tacos a clavos cuyas cabezas se han retorcido para mejor sustento.

El casco de la nave presenta tracas (*Abies alba* Mill) con espesores importantes, de 4 a 5,5 cm, valores superiores a lo común en el pecio, cuya media está en los 3 cm. Estas tracas de mayor grosor reforzarían el casco en las zonas de la sentina y los genoles.

10.5. JARRE 4

El pecio de *Jarre 4* se encuentra a 23 m de profundidad al sur de la isla de Jarre al sudeste de Marsella; fue comunicado su descubrimiento a la administración competente en 2001 y su expolio desde hace más de veinte años ha sido completo (Long 2002: 59-60). El DRASSM, bajo la dirección de Long intervino en el yacimiento el mismo año de su declaración localizando fragmentos de ánforas Dr. 1 A, datadas en segunda mitad o último ¼ del s. II a.C., concreciones de clavos y tan solo 1 m² del casco de la nave, metalizado por los óxidos de hierro de tres lingotes de hierro colocados en las claras de las cuadernas. La porción del casco comprende la quilla, tres tracas de forro y las improntas de unas cuadernas completamente comidas por *Teredo navalis*. A juicio de Long debe tratarse de una embarcación menor de 8-10 m de eslora. Tiene interés para nuestro estudio puesto que a pesar de ser una nave con cargamento itálico la sección de su quilla según la Fig. 133 no presenta las características propias de la *familia arquitectural republicana*, lo que podría estar en relación con su menor eslora y espacio de navegación costero o de cabotaje.

La quilla es de sección cuadrada, levemente más ancha que alta, con 11,5 cm de anchura y 9-10 cm de altura y presenta un alefriz en bisel (Fig. 133). Las tracas son de una especie resinosa y tienen 17 cm de anchura y de 2,2 a 2,5 cm de grosor. Las clavijas tienen 1,1 cm de diámetro y las mortajas tienen una anchura de 7 cm y solo 4 cm de profundidad. Las cuadernas, de 9 cm de anchura, estaban fijadas por el exterior por clavos de cobre y hierro (de secciones cuadradas).

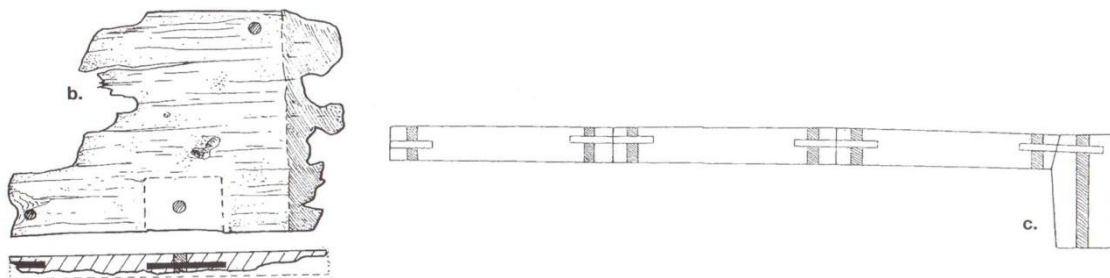


Fig. 133.- Dibujo de planta de una porción del casco del *Jarre 4* y sección idealizada del casco. (Según Long en Long 2002: 60).

10.6. CAVALIÈRE

El pecio de *Cavalière* se encuentra al este de Lavandou, en la bahía de Cavalière, a 43 m de profundidad y a 500 m de la costa rocosa. Fue descubierto por Charlin en 1972 y excavado de manera programada durante cuatro campañas entre 1974 y 1977 por Lequément y Charlin con el apoyo logístico y financiero del DRASM (Charlin, Gassend, Lequément 1978). El cargamento particular de esta nave era carne de cerdo doméstico, salada o ahumada, de la que se han conservado numerosos huesos. También una treintena de ánforas: siete Dr. 1 A, ocho Dr. 1 C, diez Lamb. 2, junto con cuatro ánforas púnicas y dos de Cos. Apareció, como parte de la cerámica de a bordo, campaniense A (formas Lamb. 27, 36 y 5), campaniense B (forma Lamb. 2, 4 y 5), una probable imitación de campaniense tipo C (formas Lamb. 4, 7), un pequeño olpe cercano a la forma 44b, un vaso bitroncocónico de cerámica gris de producción ampuritana y cinco *kalathos* ibéricos. También había cerámica común, recipientes, platos, marmitas, lucernas, plomos de pesca y sondas. La presencia de algunas láminas de plomo está relacionada con pequeñas reparaciones en el casco y no con una protección completa de éste. Se conserva también un cepo de ancla en plomo. El pecio presentaba una importante capa de piedras de basalto y calcáreas en la zona de la popa con funciones de lastre, con un origen doble: para los basaltos *subalcalin* la zona volcánica de la Liguria así como la Costa Azul (Cap d'Ail) y la costa sarda. Para las calcáreas el origen es semejante, la Costa Azul y Cerdeña.

El pecio de *Cavalière* es un pequeño barco de navegación costera de 13 m de eslora, 3 de manga y con un tonelaje de porte de 23 t. (Roman 1997: 97) pero como atestigua su cargamento, o bien frecuentaba puertos principales donde proveerse de mercancías de variados orígenes o bien realizaba travesías por todo el Mediterráneo Occidental.

En la base del mástil aparecieron tres monedas votivas que desgraciadamente estaban muy erosionadas y se perdieron. Por otra parte en la excavación se encontraron un conjunto de monedas con origen geográfico muy variado: Numidia, Marsella y Carteia, que ayudaron a la datar el naufragio en torno al 100 a.C.

El estado de conservación del casco de la nave era muy bueno, de roda a codaste y hasta el pantoque, con unas dimensiones de 13 m de largo y 3 m de ancho estando uno de los costados mejor preservados (Fig. 134). Se conservaba la quilla, el durmiente del codaste o alerón de deriva, la carlinga, veinte tracas de forro, cuarenta y cinco cuadernas y cuatro vagras del piso de la bodega.

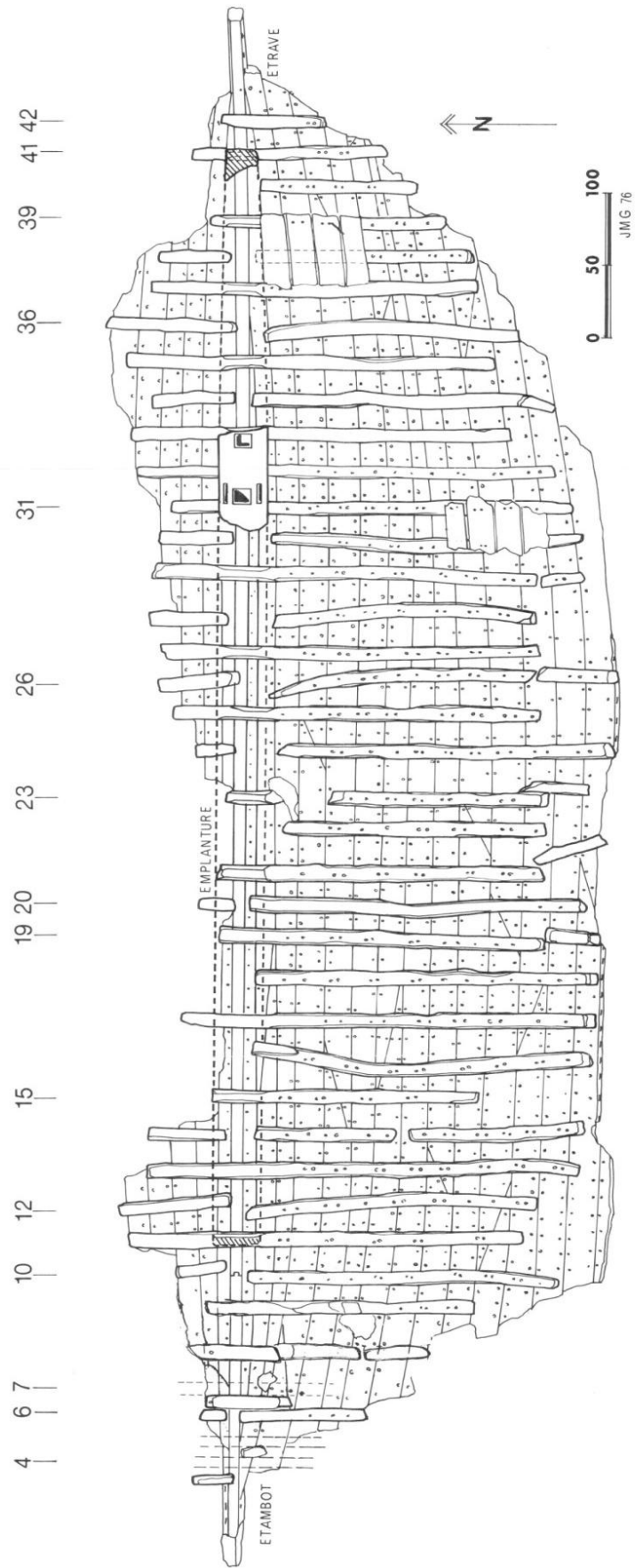


Fig. 134.- Planimetría del pecio de *Cavalière* (Charlin, Gassend, Lequément 1978: 61).

La quilla tiene una longitud de 9,50 m con sección rectangular, midiendo en su tramo central 11 cm de anchura y 16 m de altura. Para la unión con la traca de aparadura hay un alefriz en bisel practicado en las caras laterales de la quilla, de 7 cm de anchura. Los trabajos relacionados con el programa de *Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée* (Pomey, Guibal 1995) permitió detectar trazas de tejido para mejorar la estanqueidad en el alefriz así como unas puntas que sirvieron para su colocación. La fijación de la quilla con las tracas de aparadura se mejora añadiéndose de manera oblicua, clavos de cobre desde el exterior. La unión con el codaste de 1,50 m de largo, 10 cm de ancho y 15 cm de alto, es mediante rayo de Júpiter con la clavija de fijación introducida en sentido horizontal (Fig. 135). A esta altura la quilla mide 7 cm de ancho y 13 cm de alto. El codaste amplía la anchura en un corto tramo de 10 cm hasta los 11 cm. Esta anchura se mantiene constante hasta el final. Las caras laterales del codaste presentan un alefriz con encaje muy suave que se acentúa en toda la pieza conservada (Charlin *et al.* 1978: 62).

Por otra parte, la roda tiene una inclinación ascendente de 30° respecto al eje de la quilla. La unión de la traca de aparadura con la roda es mediante mortajas y espigas, equidistantes 5 cm, con el refuerzo de clavos cada 30 cm, colocados oblicuamente. A 90 cm del rayo de Júpiter de unión con el codaste, hay un refuerzo (durmiente) de la misma anchura que éste y de 1,30 m de longitud, creando una pieza de 26 cm de altura (el doble que el codaste) (Fig. 135 y Fig. 139) con la cara inferior muy horizontal, como es el caso de los pecios de *Kyrenia*, *Marsala*, *Cap del Vol* o *Palamós*. Codaste y alerón de deriva estaban unidos por al menos tres espigas verticales (7 cm de ancho; 11 cm de altura y grosor de 1 cm) fijadas por clavijas.

Del casco se conservaba 2 m del costado de estribor y entre 80 cm y 1 m del costado de babor. El espesor de las tracas de forro es muy constante, de 3 cm, pero su anchura es variada, entre los 14 y 20 cm. Hay presencia de más de diez rayos en bisel en el costado de estribor para la unión de los tramos de traca de una misma hilada (Fig. 134). Las mortajas tienen una anchura de 6 cm, una profundidad de 12 a 13 cm y un grosor de 0,6 cm. Las clavijas de fijación tienen en la cara interior del casco 0,9 cm de diámetro.

La traca de aparadura es de sección poligonal y esculpida, con las caras internas y externas ligeramente redondeadas con los ángulos necesarios para dulcificar las líneas pinzadas desde la salida del la quilla a la segunda traca de aparadura, si bien en ningún caso podemos hablar de unas líneas del casco excesivamente pinzadas, sino mas bien redondeadas, pero con la quilla algo prominente (Fig. 137 y Fig. 138). La traca de aparadura tiene una anchura de 4 cm en el canto de contacto con la quilla y de 3 cm en el canto de contacto con la segunda traca (Fig. 137). Otra particularidad observada es el refuerzo del eje longitudinal de una tabla adicional colocada por la parte exterior del casco y que une quilla, traca de aparadura y segunda traca, únicamente en la zona del codaste (Fig. 139).

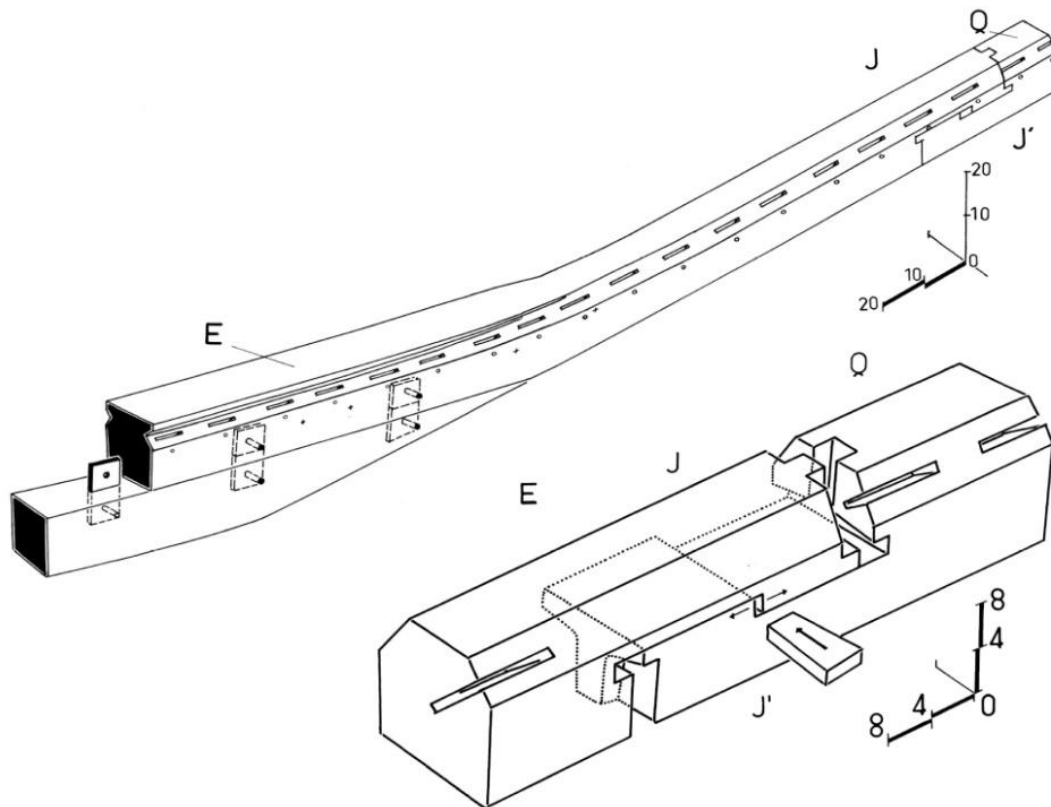


Fig. 135.- Vistas axonómicas del codaste y su durmiente, con el rayo de Júpiter de unión con la quilla. Observese cómo evoluciona el alefroz a lo largo del recorrido. (Charlin, Gassend, Lequément 1978: 63).

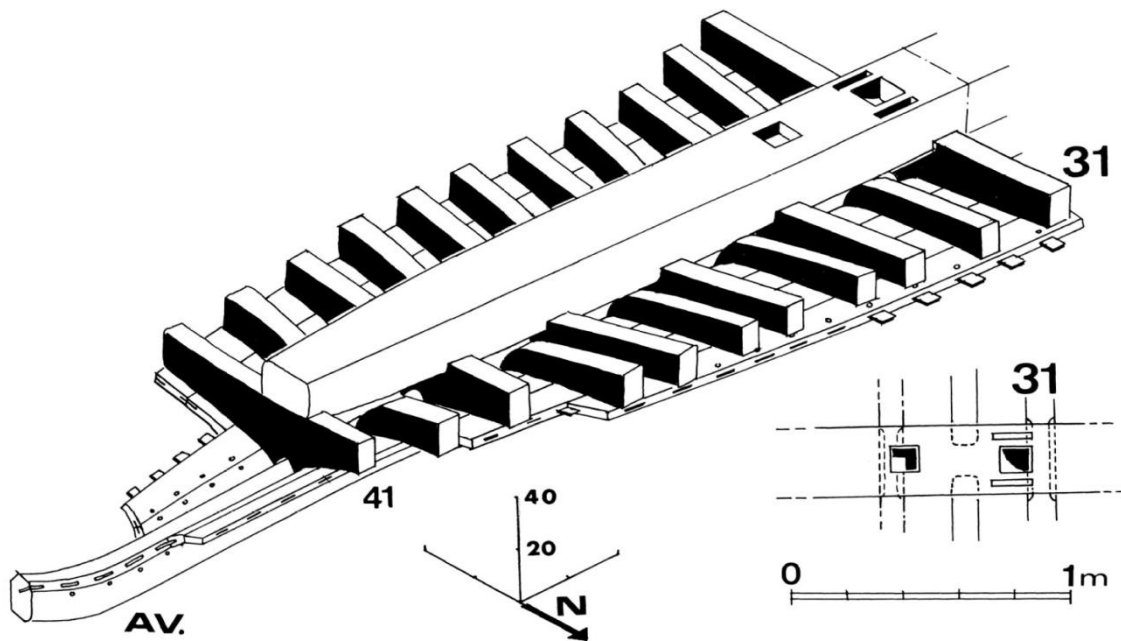


Fig. 136.- Reconstrucción axonómica de la disposición de la carlinga hasta el cajón para la base del mástil del pecio de *Cavalière* (Charlin, Gassend, Lequément 1978: 75).

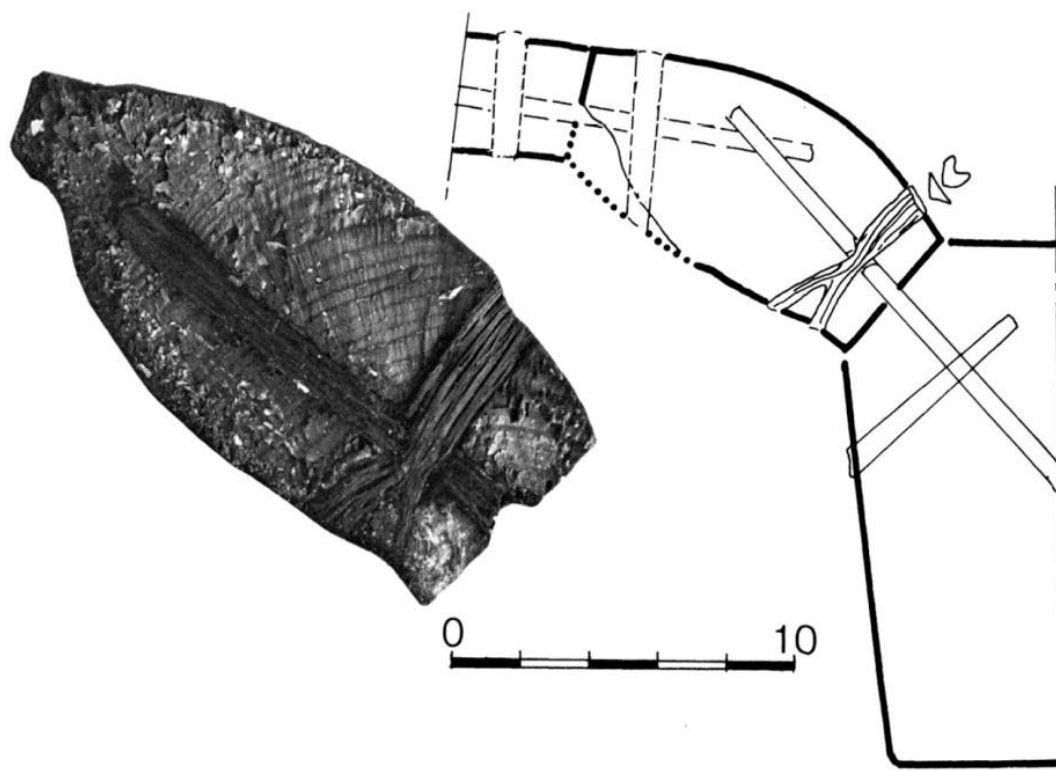


Fig. 137.- Sección de la quilla con la forma de la traca de aparadura, con sus caras superior e inferior levemente redondeadas. (Charlin, Gassend, Lequément 1978: 69).

En referencia a la carpintería transversal, se conservan 15 varengas y 30 semicuernas que se alternan rítmicamente con una *malla* de separación comprendida entre los 15 y los 18 cm. Las varengas tienen un perfil levemente triangular con una altura en el eje axial de nave de 20 cm, que va descendiendo hasta los 10 cm en los extremos, con una anchura de 9 cm. Las varengas se prolongan con genoles que se colocan en algunos casos con las caras laterales en contacto con las varengas y no como una continuación simple de su recorrido. Las varengas en su cara inferior, a la altura de la quilla, presentan imbornales de sección triangular y de 8 cm de altura. Es muy importante señalar que se colocaron grandes clavos de bronce desde el exterior del casco para unir traca de aparadura y varengas. También se unió la segunda traca con las varengas en los extremos del casco.

El método de unión de la carpintería transversal con el casco no fue correctamente identificado en la excavación antigua (Pomey 2002c: 598), en la que se pensaba que cabillas de madera en conjuntos de dos y colocadas desde el exterior unían casco y cuernas. Será en 1995 durante la toma de muestras en el programa de *Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée* (Pomey, Guibal 1996) cuando se identifique el sistema de ensamblaje de la carpintería transversal con el casco mediante ligaduras bloqueadas por cabillas de madera. Los esfuerzos laterales que soportan las uniones del casco con la carpintería transversal se aprecian en la Fig. 140.

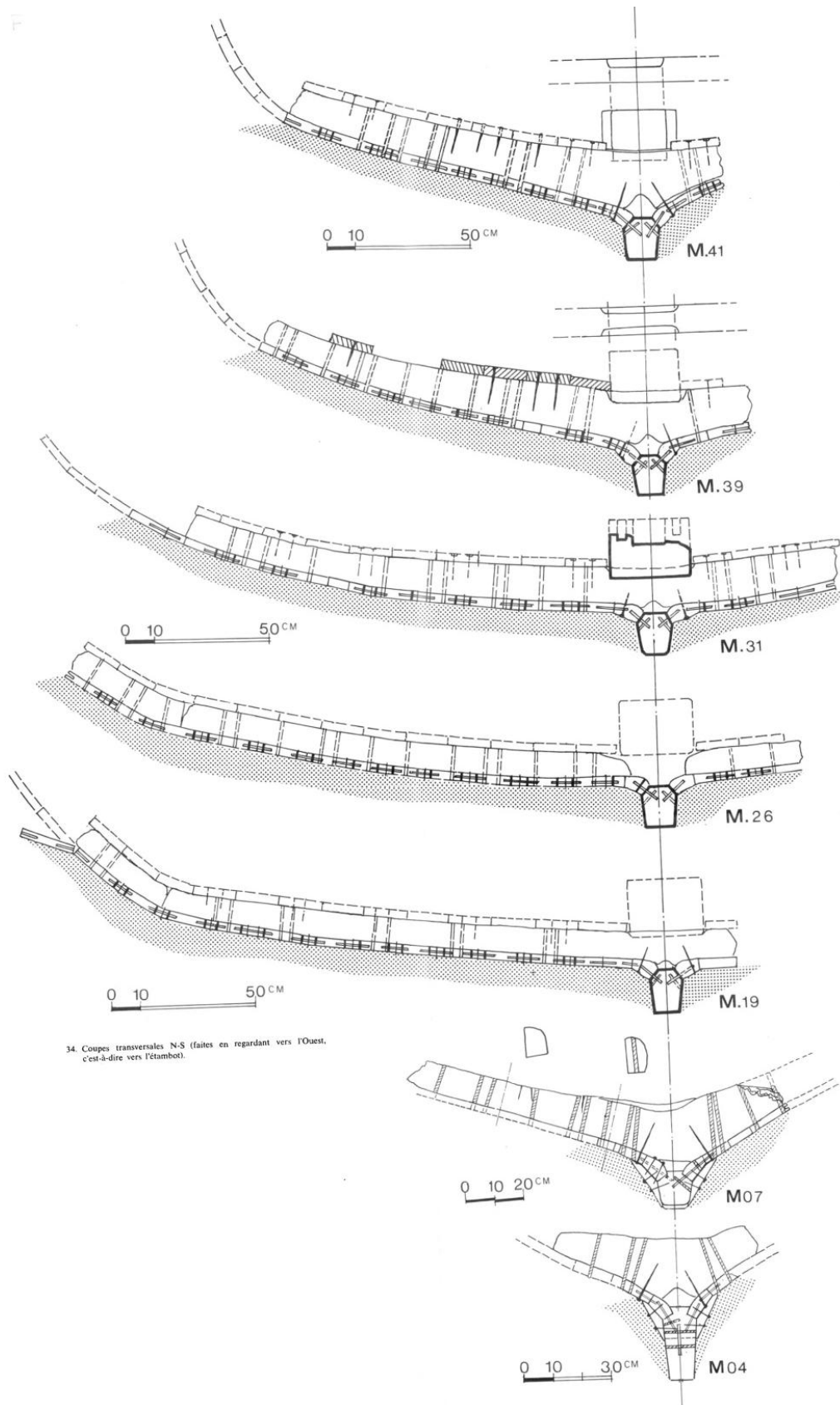


Fig. 138.- Secciones del pecio de *Cavalière*. (Charlin, Gassend, Lequément 1978: 60).

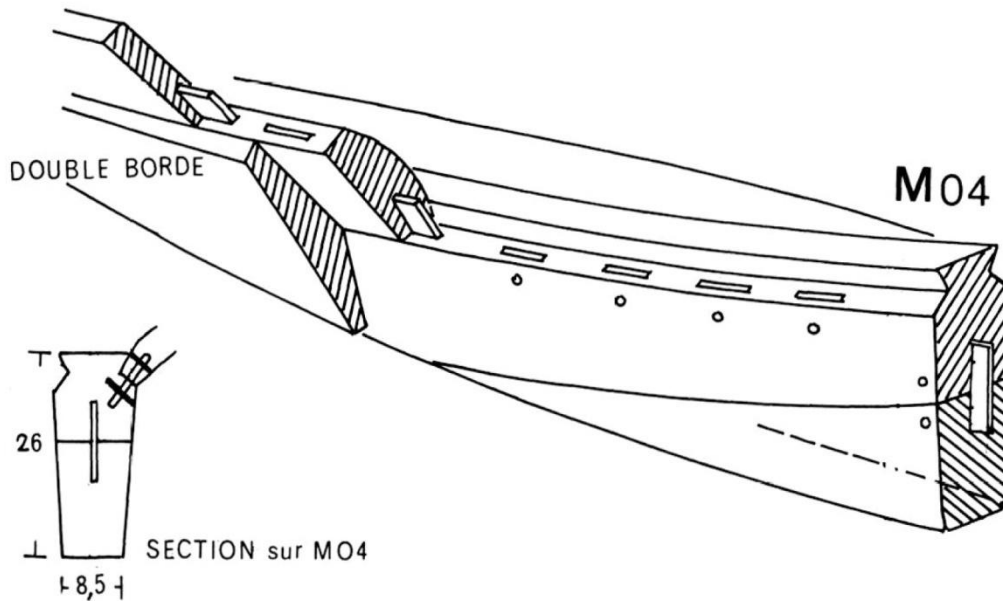


Fig. 139.- Vista axonométrica de la tabla de refuerzo longitudinal externa que une la traca de aparadura con la quilla. (Charlin, Gassend, Lequément 1978: 64).

Las cabillas tienen un diámetro que varía entre 1,5 y 1,9 cm, agrupadas en pares y separadas por 5 cm (la regata de unión tiene 1,55 cm de anchura y 0,7 cm de profundidad) (Wicha 2010: 66), con unos 30 cm de separación entre cada conjunto de dos cabillas. Éstas presentan un corte plano en su cara lateral para dejar espacio a la cuerda de atado. La presencia de breña en el conjunto de cabillas disimula las fibras vegetales. Se alternan pares de cabillas con cabillas aisladas. A partir de la cuaderna M41 en adelante y hacia atrás hasta la M11, las varengas presentan un rebaje de forma semicircular en su cara superior y lateral, para el encaje de la carlinga del mástil, muy alargada, que casi actúa como una sobrequilla para mejorar la resistencia del eje axial (Fig. 136). La carlinga, mal conservada, tiene una sección transversal rectangular algo irregular, con 18 cm de anchura y una altura estimada en 16 cm. Justo a la altura de la M31, donde se sitúa la base del mástil, la carlinga tiene 26 cm de anchura y 21 de altura. El análisis de las caras superiores de las varengas permite señalar que la longitud total de la pieza debería ser de 7,50 m. Presenta dos mortajas para la colocación de cuñas de bloqueo paralelas al cajón principal, separadas por 28 cm. La mortaja para una tabla de bloqueo frontal del mástil no está situada adyacentemente sino en frente, separada algunas decenas de centímetros, cosa poco frecuente. La forma curvada de una de las caras de la cavidad principal permite señalar la posición del mástil y la situación de la

proa y la popa¹²⁷. La disposición de la carlinga permite señalar que el mástil se encontraba en el primer tercio de recorrido del casco.

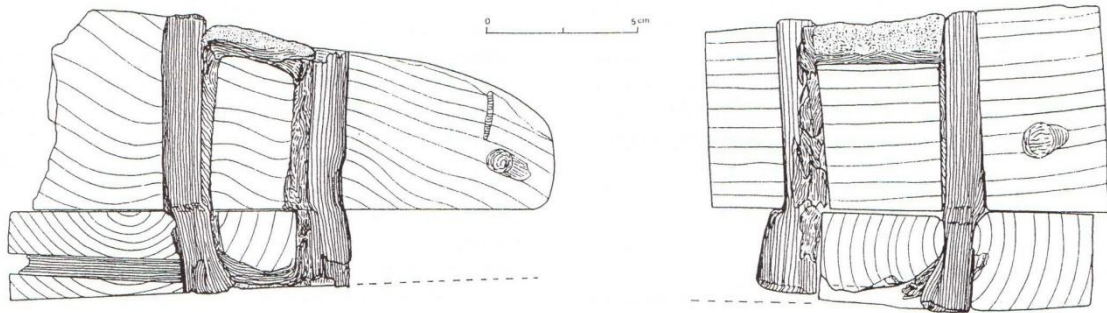


Fig. 140.- Detalle del sistema de unión de las cuadernas con el casco por atados bloqueados por cabillas (Dibujo de Rival CCJ-CNRS en Pomey, Guibal 1996: 57).

Sobre las cuadernas, solo cuatro palmejares del piso de la bodega se conservan. Tienen 15 cm de anchura y un espesor de 3 cm. Están unidos a la carpintería transversal por clavos en conjuntos de dos para la unión con cada una de las cuadernas. Los clavos estaban separados entre ellos 5 cm.

Tiene gran trascendencia la especie de *Pinus leucodermis* utilizado en la construcción de esta nave: quilla, tracas, cuadernas, vagras y carlinga (Rival 1991: 20-30). Esta especie de pino apunta a un origen geográfico restringido a diferencia de lo que suele ser común con otras especies vegetales del entorno mediterráneo. A juicio de Guibal y Pomey el probable astillero que construyó *Cavalière*¹²⁸ está en la costa de Campania, Calabria o Iliria.

¹²⁷ La interpretación es que la cara vertical del cajón principal es la que está orientada hacia la popa y viene justificada por el esfuerzo mecánico que provoca el velamen durante la navegación, con paralelos en casos en los que sí que está bien definida la situación de la proa y la popa (p.e. *Saint Gervais 3*) así como por la facilidad que implica eventuales desmontes del mástil hacia la popa, con ejemplos en la iconografía.

¹²⁸ Pour le navire de Cavalière, dans l'hypothèse d'une construction, soit sur la côte campanienne u calabraise, soit sur la côte illyrique, les formations à pin de Bosnie n'étaient jamais distantes de plus de 50 km du littoral. (Guibal, Pomey 2002: 100, Guibal, Pomey 2003: 38).

10.7. COLONIA SANT JORDI

El pecio de la Colonia Sant Jordi, también llamado *Sant Jordi I*, está situado en la costa sur de la isla de Mallorca a muy poca profundidad (- 4 m) y a 60 m de la orilla, en una bahía abierta por la Punta de Campos y protegida por una serie de islotes entre los que destaca, por su trascendencia arqueológica, Na Guardis. La zona subacuática con varios yacimientos fue descubierta de manera casual por un buceador que puntualmente informaba a Cerda, quien realizó una serie de actuaciones en el enclave (Cerda 1980: 12). Uno de los yacimientos cartografiados fue el denominado *Sant Jordi I* que fue excavado por Colls en el 1977 y 1978 (Colls 1987: 15) y que conserva restos de su arquitectura naval con una serie de particularidades. Fue datado a partir de su cargamento de procedencia itálica, en el que predominan ánforas Dr. 1 A, Dr. 1 C, Lamb. 2 y cerámica campaniense, entre el 100 y el 80 a.C. (Colls 1980: 89) y se interpreta que su destino eran las provincias hispánicas.

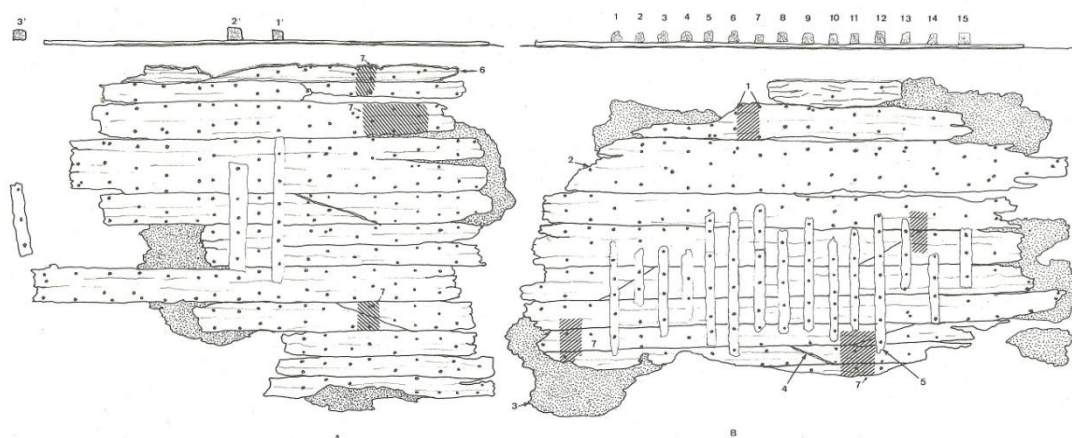


Fig. 141.- Planimetría de los restos conservados del pecio de *Sant Jordi I*. (Colls 1987: 20).

En el momento de la excavación se conservaban 11,30 x 3,60 m del casco (Fig. 141), partido en dos fragmentos separados por 1,10 m pertenecientes a uno de los costados. El fragmento principal presentaba 11 tracas con unas anchuras que variaban entre los 20 y 60 cm y un grosor entre los 7 y 9 cm. El pecio de *Sant Jordi I* presenta mortajas colocadas a tresbolillo en el canto de las tracas, con una profundidad diferente en cada canto de una misma traca. Las mortajas tienen una anchura entre 7,5 cm y 8,6 cm, una profundidad que va de los 6,5 cm a los 8 cm y un grosor de 3,8 cm a 4,2 cm, colocadas con una equidistancia de 5 a 6 cm. Las espigas, de encina (*Quercus ilex*) tienen una longitud de 13-14 cm, con una anchura en su parte central de 7,6 a 8 cm y un espesor de 2,4 a 3 cm con los extremos trabajados (Fig. 142 y Fig. 143). La colocación de las espigas es particular ya que su posición no está centrada y son tres las clavijas troncocónicas de fijación (*Ulmus minor*), dos colocadas desde el interior del casco en el canto de la traca donde la mortaja tiene mayor profundidad y otra colocada desde el exterior del casco hacia el interior. Ello permitió hablar a Colls (1980: 32) de un pre-armado.

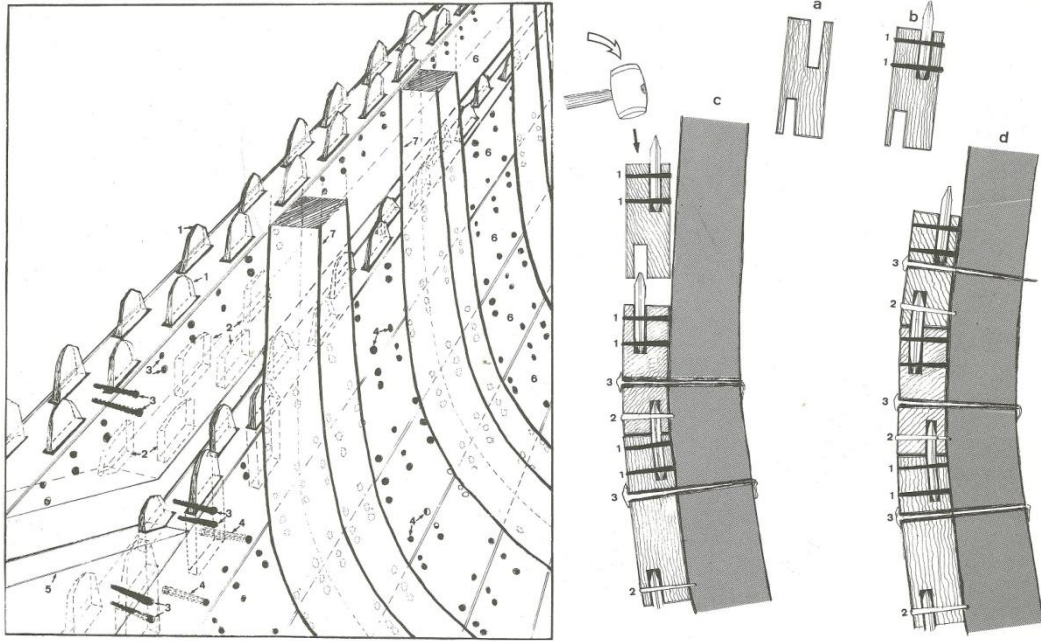


Fig. 142.- Vista axonométrica del proceso de construcción propuesto para el *Sant Jordi I* y sección del casco a la altura de una cuaderna en la que se aprecia como ésta estaba ya colocada antes de que el casco fuera armado. (Colls 1987: 26, 39)

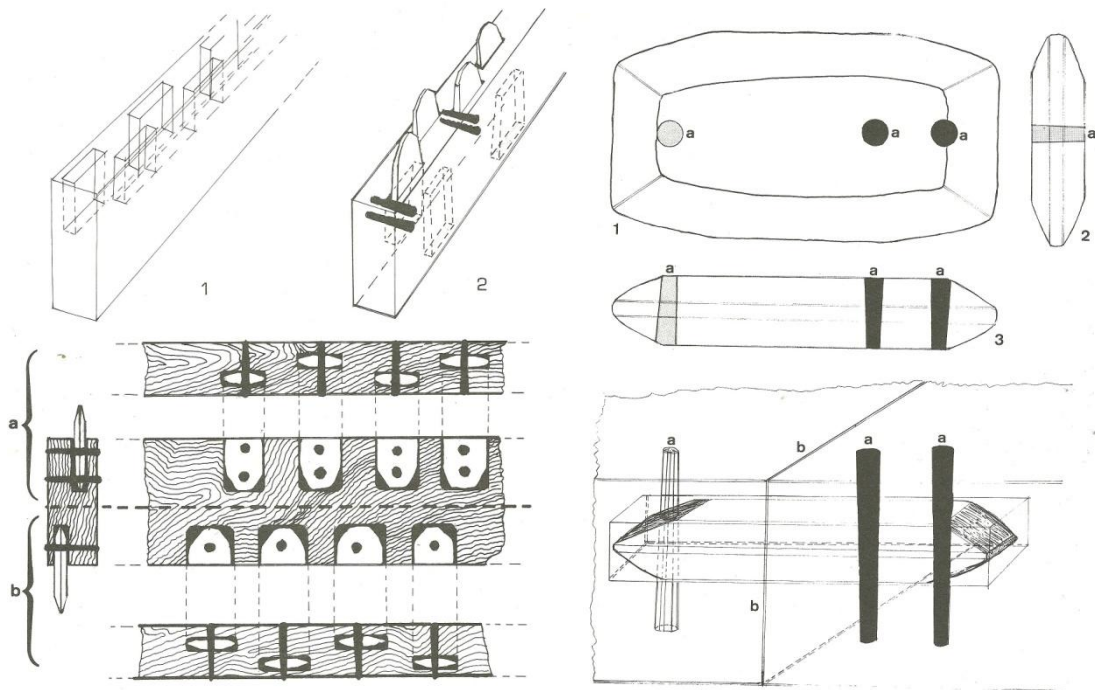


Fig. 143.- Esquema de la disposición de las mortajas en los cantos de las tracas de forro, con diferentes profundidades. Vistas en planta, sección y axonométrica de una espiga con las tres clavijas de fijación (Colls 1987: 27, 34).

Las uniones de dos tramos de traca de casco de una misma hilada se hacen mediante un rayo a bisel simple que se refuerza con la ayuda de clavos de cobre colocados en sentido horizontal con longitudes entre los 14 y 21 cm. En la zona N del yacimiento se conservaba un fragmento de cinta de carena de 3,85 m de longitud, 15,8 cm de anchura y 14 cm es grosor.

Se conservaban 15 cuadernas (*Quercus sessiliflora ex-robur*) unidas al casco por cabillas de madera (*Pinus sylvestris*) troncocónicas de 2,3 cm de diámetro y de 16-18 cm de longitud y fabricadas a torno¹²⁹ que hacían todas de guía para clavos de cobre de sección cuadrada, a los que se les retorció generalmente la punta hacia abajo (Fig. 145) en dirección al eje axial. Estas cuadernas eran muy poco robustas con anchuras que oscilan entre los 8 y los 12 cm y espesores de 9 a 12 cm, lo que les da un aspecto casi rectangular estando la *mallá* de separación entre los 16 y 24 cm. Una de ellas de mayor espesor que la media y fijada al casco por clavos de hierro fue interpretada como una reparación posterior al armado. Es de destacar que las cuadernas 5 y 7 presentan una unión en bisel para alargar su recorrido, sin muchos ejemplos conocidos¹³⁰ (Fig. 144). Al tratarse de una porción del casco próxima al pantoque y sin restos del eje axial del barco no es posible determinar qué tramo de las cuadernas es el conservado.

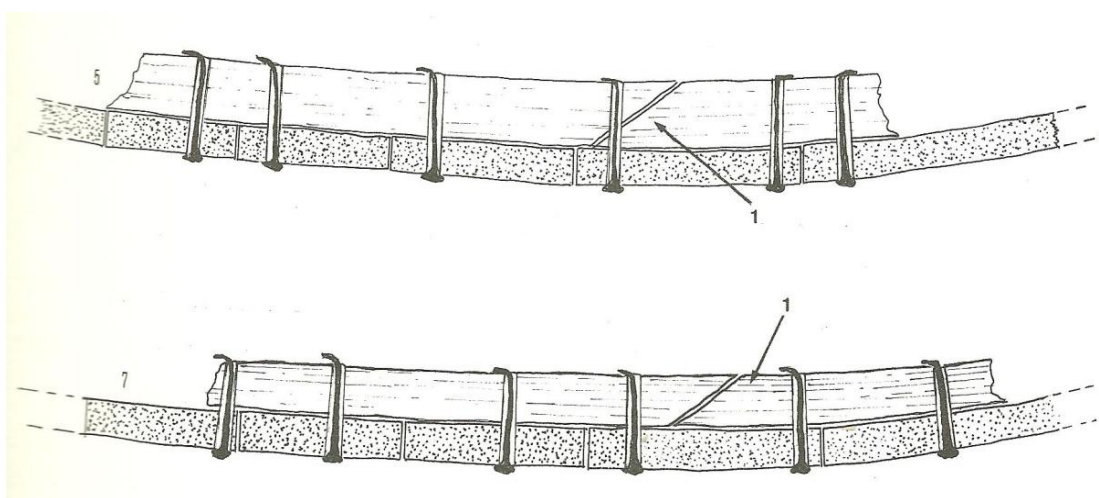


Fig. 144.- Cuadernas 5 y 7 con el corte de unión para su prolongación (Colls 1987: 30).

¹²⁹ En muchas cabillas se podían observar los agujeros del soporte del torno en las caras circulares.

¹³⁰ Según nuestro trabajo, este tipo de conexiones entre dos tramos de una misma cuaderna están documentados en la *Madrague de Giens*, la nave lagunar de *Conque des Salins*, en las particulares naves de *Nemi* y en la *horeia* de *Napoli C* (Boetto 2005: 74).

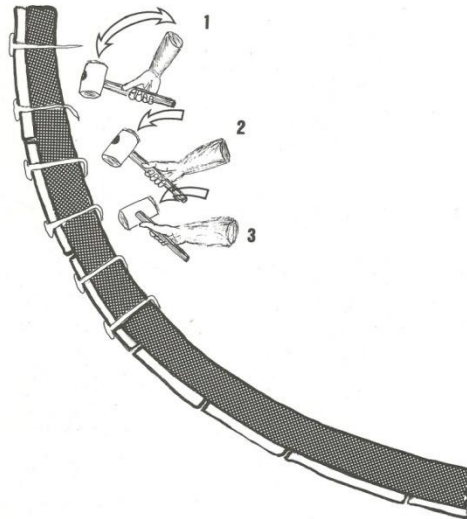


Fig. 145.- Esquema del trabajo de curvado de las puntas salientes de los clavos de fijación de las cuadernas (Colls 1987: 40).

El casco presentaba una protección exterior por brea y láminas de plomo rectangulares de 35 por 50 cm y 2 mm de espesor, con el solape martilleado (Fig. 146). Este forro podía llegar a representar un peso de 1t (Colls 1980: 35) en el *Sant Jordi 1*. Estaba fijado por pequeños clavos de cobre colocados a tresbolillo equidistantes de 9 a 15 cm. Una capa de resina colocada entre el casco y las láminas de plomo, mejoraba la estanqueidad de éste y le protegía de las fricciones con el forro de plomo. El interior del casco está protegido por una capa variable de resina (2 mm) que se acumula sobre todo en los ángulos de contacto entre las cuadernas y el forro. Esta resina se extendió mediante espátulas de 11 a 15 cm de ancho, que presentaban estrías.

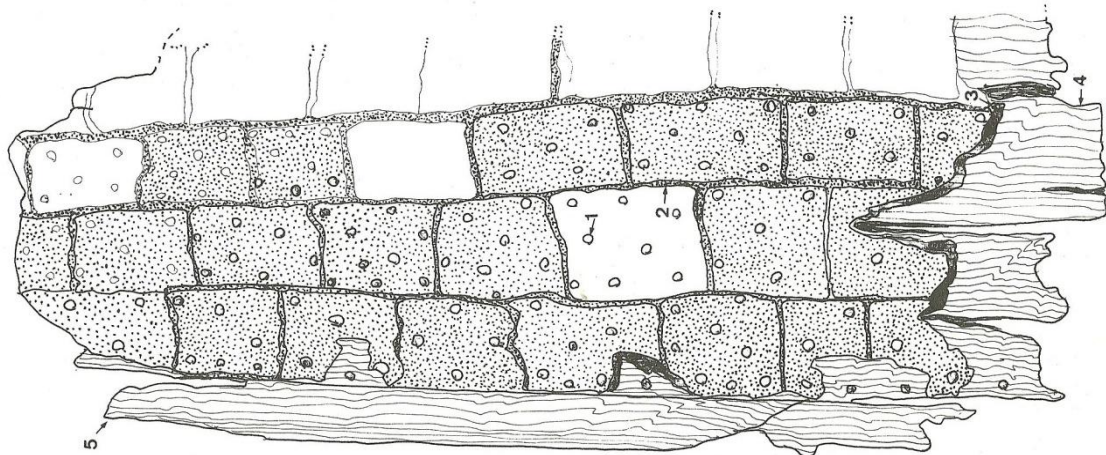


Fig. 146.- Vista de un fragmento del casco por su cara externa en el que se aprecia el forro de plomo de láminas rectangulares con un solape martilleado entre ellas y fijadas al casco *a posteriori* mediante pequeños clavos de cobre colocados de manera rítmica. (Colls 1987: 28).

10.8. CAVEAUX 1

El pecio de *Caveaux I* se localiza frente al cabo de Caveaux, al sudeste de la isla de Pomègues frente a la rada de Marsella a 20 m de profundidad. Fue objeto de actuaciones arqueológicas en la década de los ochenta por la DRASM, localizándose restos de su arquitectura naval que permanecen inéditos. En la campaña realizada por Pomey y Guibal en 1992 dentro del programa de investigación *Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée*, se realizó un estudio de su arquitectura naval. El cargamento de la nave era homogéneo de ánforas Dr. 1A que permitieron la datación del naufragio entre el fin del s. II a.C. y el inicio del s. I a.C.

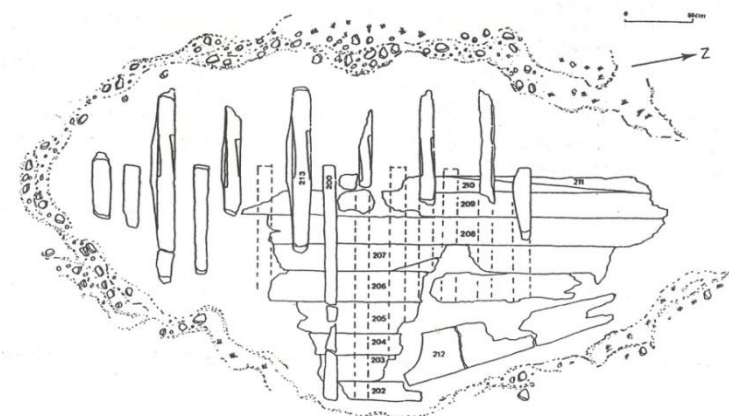


Fig. 147.- Pecio de *Caveaux I*. Planta de los restos excavados. (Dibujo de Michel Rival, CCJ-CNRS en Pomey 2002b: 14).

La arquitectura naval conservada es muy reducida, 4,50 x 2,50 m, con parte de la carpintería transversal y una docena de tracas de forro. Las especies elegidas sin patrón alguno para las cuernas son el *Quercus* y *Ulmus*, donde se alternan varengas y semicuernas de manera regular. Las varengas de forma muy triangular, que indican que la sección del casco era fuertemente pinzada, tienen 11 cm de anchura y una altura máxima de 27 a 30 cm, para estabilizarse en 11 cm en su parte más alejada del eje axial. Cinco de ellas presentan rebajes de forma triangular colocados vis a vis en sus caras laterales, características del sustento de la carlinga del mástil en los barcos de la familia arquitectural helenística-republicana. Las semicuernas tienen una anchura y una altura de 9 cm. La carpintería transversal está unida al casco por cabillas de madera que han hecho de taco a clavos cuyas cabezas se han retorcido para mejor sustento. No presenta ninguna unión entre la quilla y las varengas.

El casco (*Pinus leucodermis*) tiene las tracas con un espesor de 4 a 4,5 cm. No hay evidencia de la quilla, tracas de aparcadura, carlinga o piso de bodega. La forma en la que ha desaparecido el eje axial de la nave, conservándose las varengas y parte del casco, indican a juicio de Pomey (2002: 14) que el naufragio se produjo por un choque violento que arranco de cuajo la quilla.

10.9. JEAUNE-GARDE B O BAHIE DU LANGOUSTIER

El pecio de *Jeune-Garde B* está situado en la entrada de la bahía de Langoustier, próximo a Porquerolles (Francia) a una profundidad de 23 m. La datación de su cargamento se sitúa en los inicios del s. I a.C. Descubierto en la década de los cincuenta del pasado siglo fue objeto de excavación arqueológica entre los años 1976-1977 bajo la dirección de Carrazé, realizándose un estudio de la arquitectura naval del pecio. En el año 1993, dentro del programa de investigación *Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée* de Pomey y Guibal, se realizó una nueva actuación.

Se conservan algo más de 5 m de longitud por 2,50 m de anchura del casco. Dell'Amico (2002: 87) señala que en las espigas del *Jeune-Garde B* se utiliza pez como pegamento y después se fijan con clavijas, pero se trata de una confusión ya que en el proceso de construcción, tras la colocación de la carpintería transversal, se untó todo el interior del casco con resina (brea) como se observó en la campaña de 1993.

En el momento de la primera excavación se constató la presencia de una reparación de dos cuadernas, que no estaban unidas al casco por la técnica de cabillas de madera que hacían de guía a clavos de hierro a punta retorcida hacia la quilla, propia de este pecio (p.e. vista en *Colonia Sant Jordi* o *Baie de Briande*), sino por ligaduras vegetales (p.e. *Cavalière*), si bien la técnica no fue bien interpretada, pensando Carrazé (1977) que una única cuerda continua pasaba alternativamente por las perforaciones de la cuaderna uniendo ésta al casco (Fig. 148).

En la campaña del año 1993 de Pomey y Guibal se constató la existencia de esta técnica a la vez que se interpretó como ligaduras independientes que se bloqueaban mediante cabillas de madera. Por ello en el pecio de *Jeune-Garde B* coexisten dos métodos para la unión de las cuadernas al casco completamente diferentes. ¿Cuál puede ser la explicación? Pensamos que tratándose de una reparación, ésta pudo ser realizada en un astillero de diferente tradición regional respecto al originario donde fue construida la nave.

El grosor de las tracas del casco es variable entre los 2,5 y los 4,4 cm, dato que se puede poner en relación con *Chrétienne A* y *Baie de Briande* estando la anchura de las tracas entre 9,7 y 25,5 cm (*Pinus halepensis*, *Pinus sylvestris*). Las mortajas de unión son anchas, con 5,2 cm de media y están colocadas con una equidistancia de 4,3 cm. La carpintería transversal estaba muy afectada (*Pinus halepensis*, *Ulmus campestris*) y no se pudo determinar su secuencia. Las cabillas de fijación (de 1 cm de diámetro) están separadas 4 cm por una acanaladura de un 1 cm de anchura y 1 cm de profundidad en la cara superior de las cuadernas. Las cabillas aisladas que se sitúan entre los pares de unión tenían 1,2 cm de diámetro. El piso de la bodega estaba compuesto por vagras móviles y palmejares fijados a las cuadernas por clavos.

Las especies de maderas utilizadas (Pomey 1994: 44) muestran una gran homogeneidad en la elección, donde domina el pino (*Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Pinus sylvestris*).

EPAVE "JEAUNE-GARDE B" A PORQUEROLLES
 fouille Polypus 1976
 plan schématique de la partie fouillée

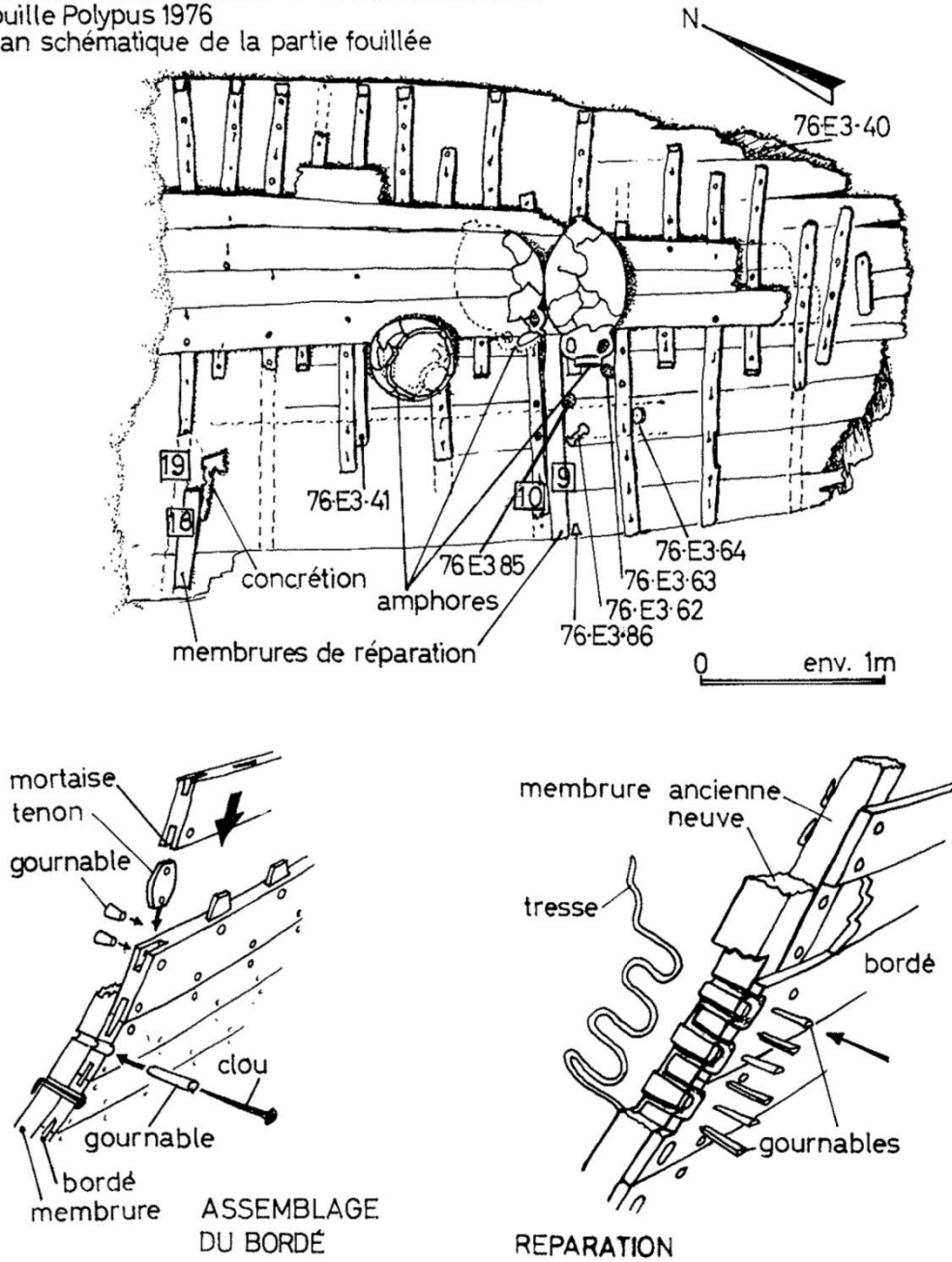


Fig. 148.- Planimetría de los restos del casco de *Jeaune-Garde B*, donde coexisten dos métodos para el sustento de las cuadernas. Uno el común en la arquitectura de la nave, con cabillas que hacen de guías a clavos metálicos cuya punta se retuerce como *Sant Jordi* y una reparación (mal interpretada) con ligaduras fijadas por cabillas (Carrazé 1976: 163).

10.10. ROCHE FOURAS

El pecio de la *Roche Fouras* se encuentra a 17 m de profundidad a unos 150 m al sudoeste del pequeño islote que prolonga el cabo de Camarat, próximo al municipio de Ramatuelle (Francia).

Se realizó una primera actuación en 1973 por parte de Joncheray (Joncheray, Rochier 1976) documentándose los restos del casco que tenían unas dimensiones de 6 m de longitud y 2 de anchura. El cargamento del pecio se compone exclusivamente de ánforas vinarias Dr. 1C de la costa tirrena, probablemente de la Campania. Las Dr. 1C se documentan con profusión en la Galia meridional donde probablemente estaría su puerto destino y la comparación de las estampillas: *ST, A, PA, PAP, ST, SVR, D* (Joncheray, Rochier 1976: 179) con las del pecio de *Grand Ribaud 1* (Carrazé 1975), permitió afinar una datación amplia que va desde la segunda mitad del s. II a.C. hasta el inicio del s. I a.C. (150-100 a.C.)

En el año 1995, dentro del programa de investigación *Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée* de Pomey y Guibal, se constató que los restos habían desaparecido casi por completo, restando tan solo algunos fragmentos del casco que no superaban los 2,5 m de longitud y un metro de anchura (Pomey, Guibal 1996: 56) pero que afortunadamente permitieron documentar el sistema de unión de las cuadernas con el casco mediante ligaduras vegetales.

En la excavación del año 1976 se conservaban la quilla, once tracas de forro y quince piezas de la carpintería transversal que se alternaban en varengas y semicudernas (Fig. 149). Por lo que hace referencia a la quilla las informaciones de la excavación de Joncheray y Rochier son muy limitadas (1976: 171), siendo las descripciones de Pomey sobre los restos parciales las únicas existentes. La sección de la quilla es muy cuadrada con una anchura de 9 cm y 8,50 cm de altura, haciéndose rectangular en dirección a la extremidad del casco, midiendo entonces 12 cm de anchura por 15 cm de altura, lo que indica la proximidad de la proa o la popa de la nave, tal y como se observa en la Fig. 150. La quilla presenta un alefriz con encaje muy pronunciado de entorno a los 3 cm por cara lateral (Fig. 150, Fig. 151) por lo que desde el interior del casco, en comparación con la situación de las tracas de aparcadura de sección poligonal (fondo del casco pinzado), la quilla da la impresión de estar situada en un plano inferior, a 2,5 cm, sin que las varengas lleguen a tener contacto con el eje axial.

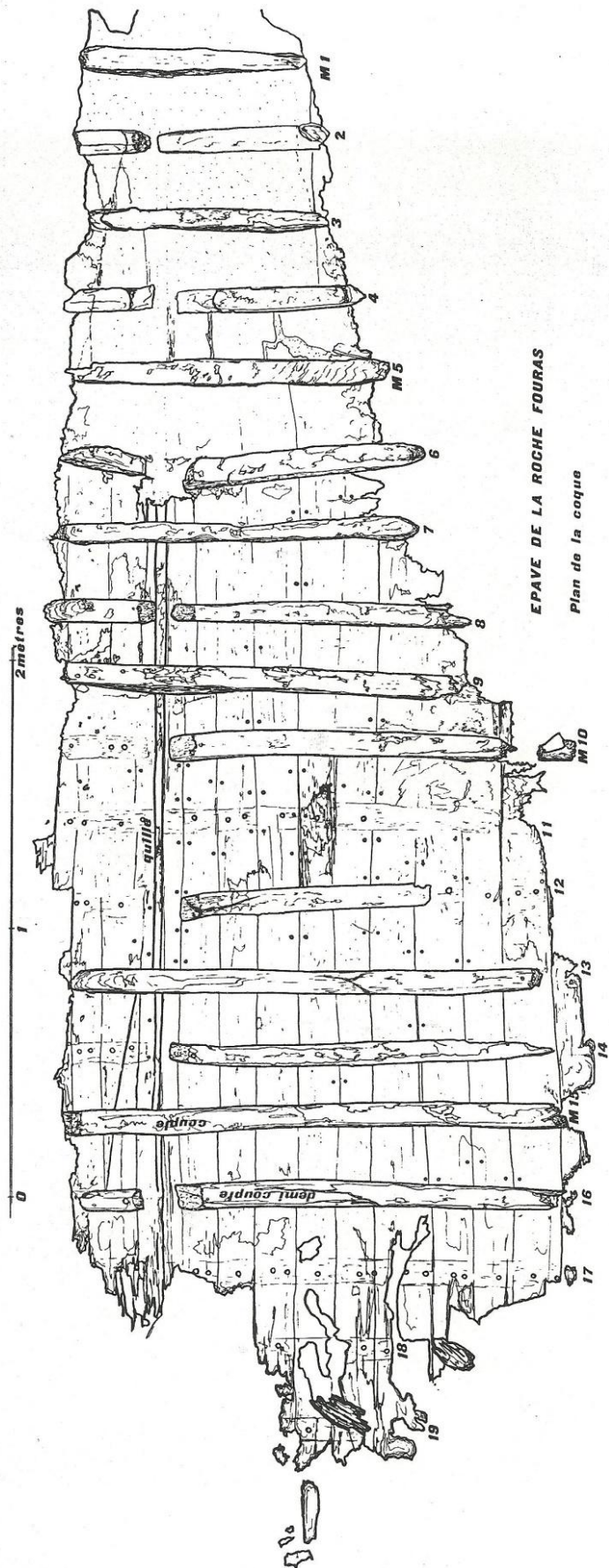


Fig. 149.- Planimetría del casco de la *Roche Fouras*. (Joncheray, Rochier 1976: 176).

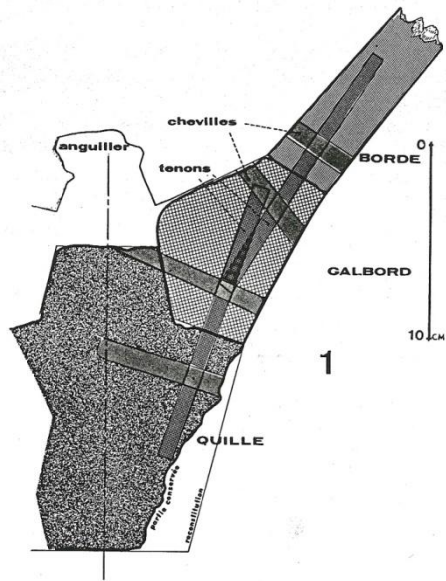


Fig. 150.- Sección de la quilla con la unión de la traca de aparadura de sección poligonal y esculpida. (Joncheray, Rochier 1976: 172).

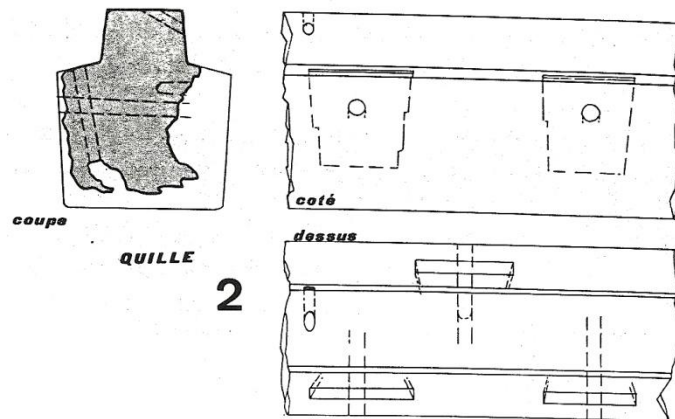


Fig. 151.- Sección de la quilla con vista transversal, lateral y superior (Joncheray, Rochier 1976: 172).

La unión de la quilla con las tracas de aparadura se realiza por medio de espigas y mortajas, teniendo estas últimas una anchura de 5,5 a 6,5 cm, un grosor de 1 cm y una profundidad de 4 cm. La equidistancia entre las mortajas es de 8 cm de media. No hay evidencia de las clavijas que fijaban las espigas ya que se han perdido.

El casco presenta once tracas: tienen una anchura media de 12 cm y un espesor que varía entre los 2,8 y los 3,9 cm. Sólo en un caso se documenta la unión por rayo en bisel de dos tramos de traca de forro. La traca de aparadura es de tipo poligonal y esculpida, ligeramente redondeada en las caras internas y externas (Fig. 150) con unos 10,5 cm de anchura y 5,5 cm de grosor, que junto con la quilla crean un robusto eje axial. La segunda traca de aparadura de 4,2 cm de grosor en contacto con la primera,

pasa a 3,7 cm de grosor en el canto de contacto con la tercera traca, lo que vendrá a nivelar el fuerte ángulo creado por el alefriz y las tracas de aparadura de sección poligonal. La segunda traca de aparadura presenta mortajas de 6 cm de anchura, 0,7 cm de grosor y 7 cm de profundidad. Las clavijas de fijación están colocadas desde el interior, con diámetros que varían entre 1 y 1,2 cm, en dirección hacia el exterior del casco, donde tienen un diámetro de 0,9 cm.

De la carpintería transversal se conservan 15 cuadernas, con una *malla* media de separación entre ellas bastante amplia, de 18,4 cm, donde se alternan varengas y semicuaternas. Las varengas en su zona central tienen una fuerte altura de 30 cm estabilizándose a 8 cm en las extremidades, con unas formas muy triangulares en la parte central del casco de la nave. Presentan un imbornal de sección cuadrangular, pero muy irregular (Fig. 155) de 5 cm de altura. Las semicuaternas presentan una sección cuadrada de 9 cm de lado o prácticamente cuadrada 8 x 9 cm, lo que dibuja una carpintería transversal donde las varengas triplican la altura de las semicuaternas (Fig. 154). Éstas finalizan su recorrido en la traca de aparadura terminando en bisel. Igualmente presentan imbornales de sección rectangular.

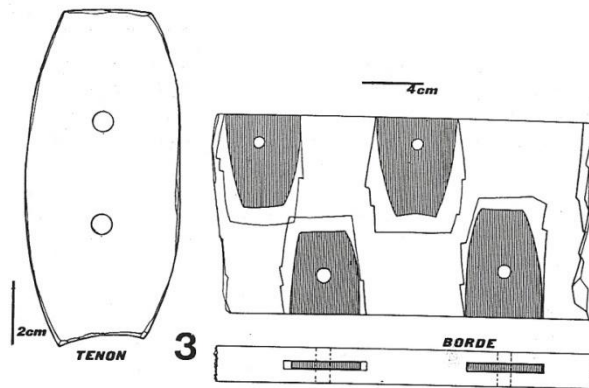


Fig. 152.- Fragmento de una traca de casco donde se observa la gran diferencia de tamaño entre las mortajas y las espigas. (Joncheray, Rochier 1976: 172).

La carpintería transversal se une al casco mediante ligaduras vegetales bloqueadas por cabillas de madera con un diámetro que varía de los 1,7 a los 1,9 cm. Su ritmo de colocación en las semicuaternas es completamente regular, alternándose un par de cabillas (con un canal de unión de 5 cm) con una aislada, con un espacio medio de 10 cm. Una vez practicado el ensamblaje, toda la unión se protegió con pez,

mejorando también la estanquidad. En la cara exterior del casco no existe constancia de canales o regatas para proteger las cuadernas vegetales al igual que en la cara inferior de las cuadernas. Para las varengas, de una importante altura, las perforaciones se realizan oblicuamente en las caras laterales (Fig. 153), método también observado en el pecio de la *Madrague de Giens*¹³¹ (Rival 1991: 231).

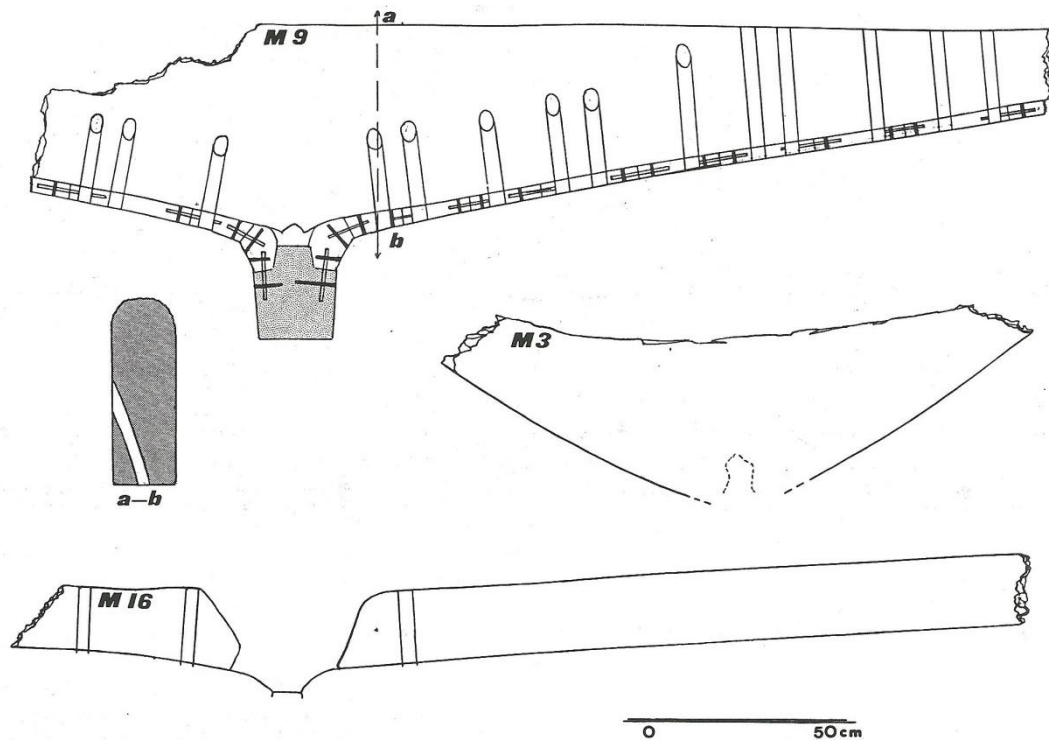


Fig. 153.- Secciones idealizadas de dos varengas y una semicuada de la *Roche Fouras*. (Joncheray, Rochier 1976: 178).

¹³¹ ...la configuration triangulaire des faces de tour des varangues imposait aux charpentiers la nécessité de transpercer chaque fois un peu plus la hauteur des varangues au fur et à mesure qu'ils se rapprochaient du centre de leur bois. Cette difficulté de perçage a été partiellement évitée par l'adoption d'un cloutage qui intéresse les trois premières virures de bordé, précisément là où la hauteur de bois à percer est la plus importante.

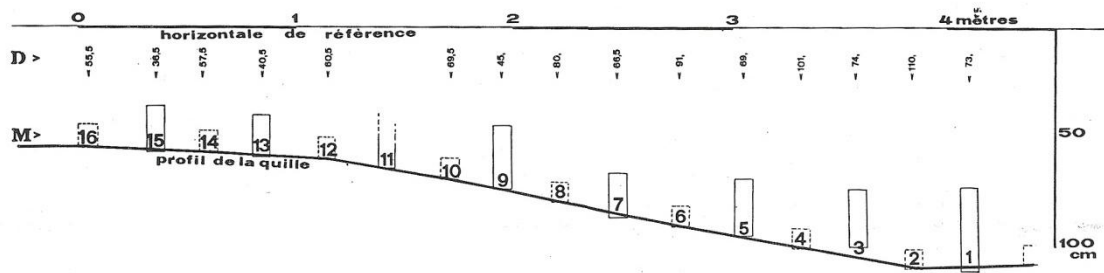


Fig. 154.- Sección longitudinal donde se aprecia la diferencia de altura de las varengas respecto a las semicadernas. (Joncheray, Rochier 1976: 172).

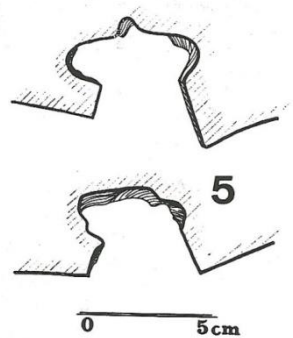


Fig. 155.- Forma de los imbornales de las varengas. (Joncheray, Rochier 1976: 172).

La campaña del año 1995 permitió la recuperación de algunos fragmentos de varengas de 21 cm de anchura y 1,7 cm de espesor sin marcas de fijación, al igual que ya señalaron Joncheray y Rochier al referirse a la cara superior de las varengas (1976: 174). Por lo que hace referencia a las dimensiones de la nave de **Roche Fouras**, son pocos los elementos de los que se disponen para atribuirle una eslora y un tonelaje de porte, aunque en función del tamaño de los restos conservados no podemos más que hablar una pequeña embarcación de navegación costera.

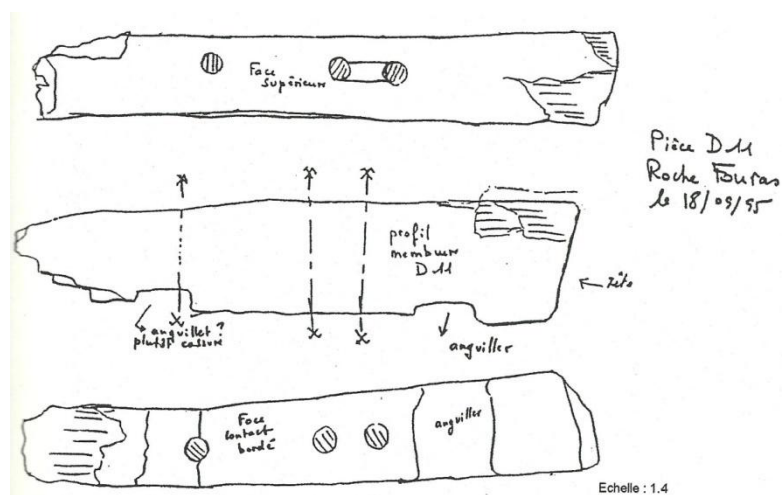


Fig. 156.- Detalle de la cuaderna D11 con las ligaduras internas. (Dibujo de Rival, CCJ-CNRS. No publicado. Extraído de la tesis doctoral de Marlier).

10.11. MADHIA

El pecio de *Madhia* se encuentra en Túnez, a unas 3 millas de la localidad que le da nombre, a una profundidad de 39 m. El yacimiento fue descubierto en 1907, por pescadores de esponja griegos, que iniciaron su saqueo para la venta de las antigüedades. Se inicia su excavación/recuperación de obras de arte inmediatamente, finalizando en 1913. Con actuaciones de A. Merlin (Directeur des Antiquités de Tunisie) y posteriormente por un equipo de la marina francesa (Ph. Tailliez, J. Cousteau, F. Dumas) se recuperaron una gran cantidad de obras de arte. Posteriormente será G. de Frondeville quien continúe con las excavaciones y finalmente la asociación alemana para la arqueología subacuática DEGWA junto con el Institut National du Patrimoine Tunisien. Su datación revistió cierta complejidad ya que se trata de un transporte de obras de arte helenísticas con una horquilla cronológica de más de medio siglo. El estudio de las cerámicas asociadas permitió datar el pecio en el segundo cuarto del s. I a.C. Se trataría de un pecio relacionado con un pillaje u operación comercial que procedería del puerto del Pireo, entre el 80-90 a.C. siendo quizás una operación que se enmarca en la conquista de Atenas por las tropas romanas de Sila, tras derrotar la alianza de las ciudades griegas con el rey del Ponto Euxino.

De la arquitectura naval sabemos realmente poco. Conservaba unos 26 m de quilla construida en olmo, lo que llevo a Dumas a establecer su eslora en los 40,6 m y su manga en los 13,8 m, estimando Merlin (1911: 540) que su tonelaje de porte estaría entre las 300 y 400 t, lo que situaría a esta nave como una de las más grandes conocidas de su cronología junto con la *Madrague de Giens* y *Albenga*. Presentaba una construcción a doble casco y externamente forrado con láminas de plomo. De su carpintería transversal, sabemos que las cuadernas tenían un patrón cuadrangular de sección de 15 cm de lado. Se localizaron elementos de la bomba de achique.

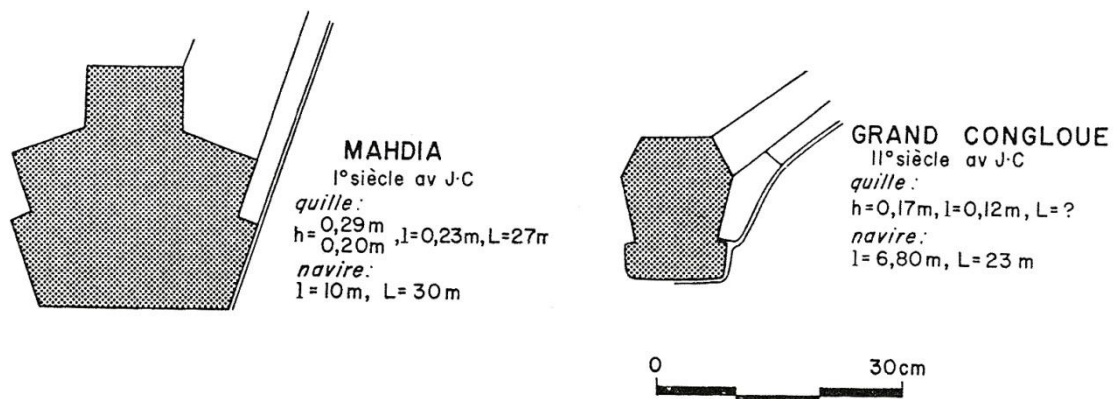


Fig. 157.- Vista de la sección de la quilla del pecio de *Madhia* en la parte inferior izquierda de la figura. (Autor a partir de Dubois 1976: 166).

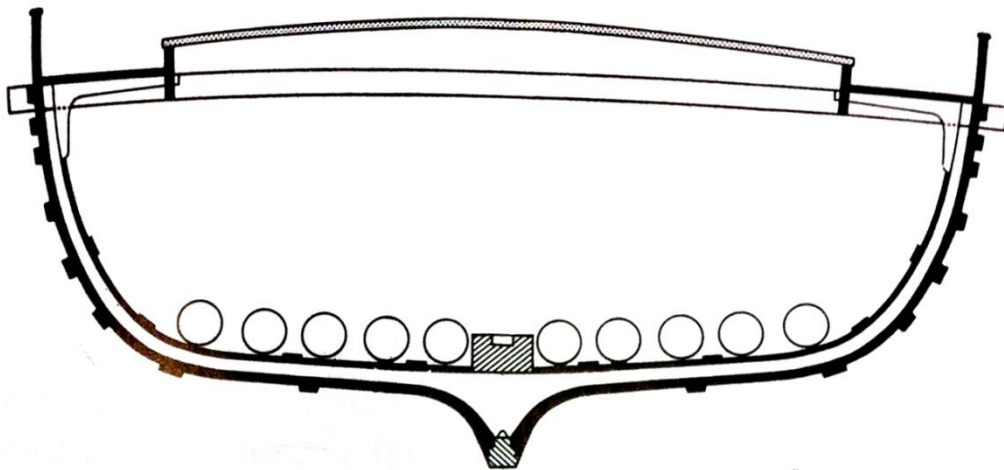


Fig. 158.- Sección idealizada en la zona de manga máxima del barco de *Mahdia* (Hellenkemper *et al.* 1994: 59).

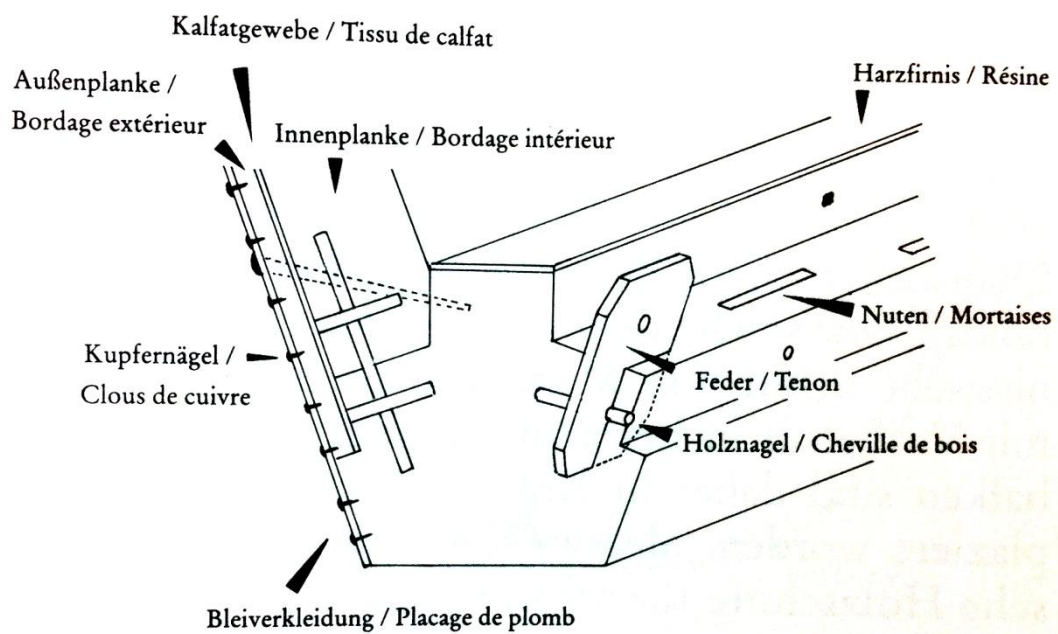


Fig. 159.- Axonometría de la quilla del pecio de *Mahdia*, donde vemos el forro exterior en plomo claveteado por clavos de cobre y las tracas de aparadura del casco interno y externo (Hellenkemper *et al.* 1994: 61).

10.12. CHRÉTIENNE A

El pecio de *Chrétienne A* se descubrió en 1948 y está situado a 21 m de profundidad en el entorno de la baliza de la Chrétienne, situada frente Anthèor, en las proximidades de la ciudad de Saint Raphael. Transportaba un cargamento de unas 2000 ánforas Dr. 1B con una datación *ca.* 75 a.C. establecida gracias a las marcas en lengua osca¹³² en las tapas de puzolana, con los nombres de los *Lassii* pompeyanos (Desbat *et al.* 1987: 162).

El pecio fue objeto en 1961 y 62 de un primer estudio de arquitectura naval llevado a cabo por Dumas. En el referido estudio se localizó un bronce púnico de Pantelleria en la base del mástil¹³³ (Dumas 1964: 121; fig. 52). En 1986 y 87 el DRASM intervino en el pecio por los continuos expolios que se estaban produciendo (Pomey 1988: 42) llegándose a su reestudio y toma de muestras de maderas en 1996 (Wicha *et al.* 1999).

El *Chrétienne A* se encontraba en buen estado de conservación bajo el sedimento constatándose que la carlinga del mástil había desaparecido, así como que el casco había sufrido afecciones por un sustrato de piedras que había colmatado el pecio destruyendo todo el costado de babor, quedando del casco solo 5 m de longitud y 3,5 m de anchura. Del payol de la bodega (*Pinus halepensis*, *Pinus sylvestris* y *Abies alba*) tan solo quedaban algunos fragmentos de palmejar de 4 cm de espesor y de vagras, con 3 cm de espesor.

Por lo que hace referencia a la carlinga del mástil, esta fue descrita por Dumas (1964: 124, fig. 14 y 1972: 158-172). Tenía 4,71 m de longitud de los que 2,40 m son más estrechos (hacen la función de sobrequilla) con 24 cm de anchura y 27 de altura, haciéndose ancha la pieza hasta 48 cm en la zona de la base del mástil que tiene 2,31 m de longitud. Presenta la particularidad de que el cajón principal tiene unidos los cajones laterales y frontal para las tablas de fijación del mástil (Fig. 160). El cajón principal tenía 32 cm de longitud y 21 cm de anchura, con una profundidad máxima de 15,5 cm. Presentaba una moneda votiva de Cossura, de la isla de Pantelleria fechada entre el 217 a.C. y la primera mitad del s. I a.C.

¹³² El osco fue una lengua indoeuropea, perteneciente al grupo de las lenguas itálicas, hablada en el centro-meridional de la península itálica, durante parte de la Antigüedad.

¹³³ Anverso: cabeza de mujer egipcia; reverso: leyenda fenicia en la corona (Carlson 2007:319).

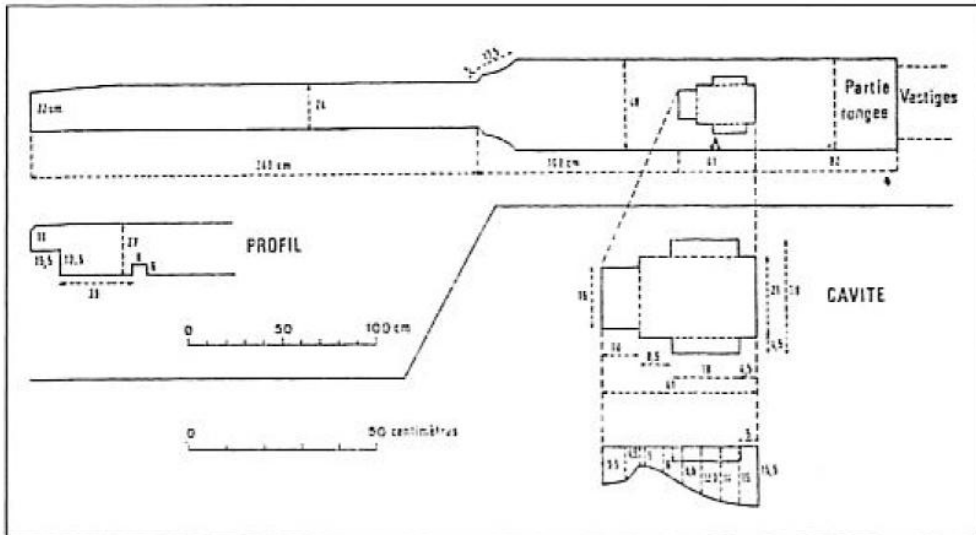


Fig. 160.- Dibujo de la carlinga del mástil del Chrétienne a (Dumas 1964: 124, fig. 14).

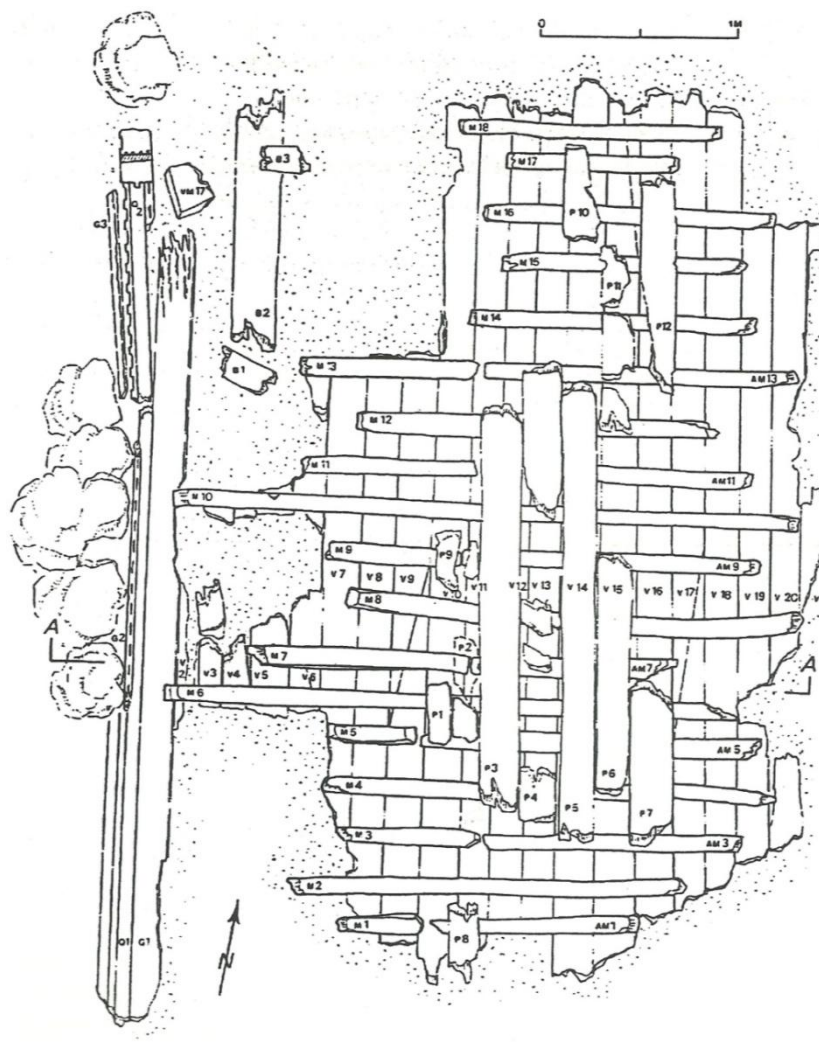


Fig. 161.- Dibujo de planta del Chrétienne A. (Según Michel Rival, CCJ-CNRS en Pomey 2002b: 17).

De la carpintería transversal a la altura del eje axial no queda más que la evidencia de dos semicuernas (*Quercus*) de una anchura de 10 cm y una altura de 9 cm encontrándose dispersas y sin conexión alguna varios fragmentos de varengas (*Quercus*) con una altura máxima de 53 cm, que indican que la sección del casco era fuertemente pinzada. Por el contrario los genoles se encontraban en su lugar. La carpintería transversal está unida al casco por cabillas de madera que han hecho de guía a clavos cuyas cabezas se han retorcido para mejor sustento, sin presentar ninguna unión entre la quilla y las varengas.

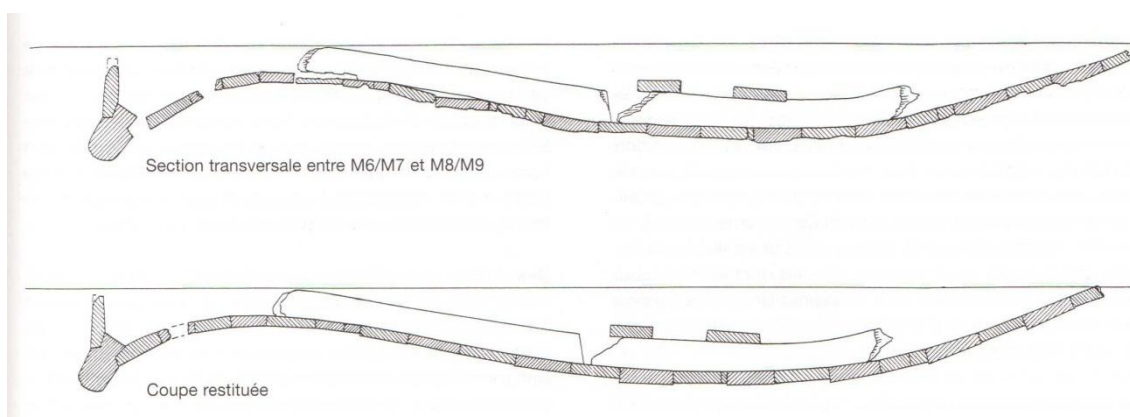


Fig. 162.- Secciones transversales del pecio Chrétienne A entre la cuaderna M6/M7 y la M8/M9 (dibujo de Rival, CCJ-CNRS en Pomey, Guibal 1997: 103).

El casco, en su costado de estribor, está compuesto por una veintena de tracas en *Pinus halepensis* y presenta algunas tracas de un espesor superior con 5,5 cm frente a los 3,5 cm de media (Fig. 162).

La quilla tiene una altura de 20 cm, una anchura máxima de 13 cm y presenta dos alefrices con fuertes encajes para la unión con las tracas de aparadura, de sección poligonal y 6 cm de espesor. La unión entre la quilla y las tracas de aparadura se realiza por una red densa de mortajas equidistantes 4 cm, con espigas de 6,5 cm de anchura, 17 cm de profundidad, 0,9 cm de grosor, fijadas por clavijas de 1,1 cm de diámetro. Cada *ca.* 11,5 cm se colocaba un clavo para mejorar la unión. A diferencia del casco, que es todo en *Pinus halepensis*, la quilla y las tracas de aparadura son de la misma especie, *Pinus sylvestris*.

En la zona norte del yacimiento, coincidente con zona de proa, la quilla presenta parte del rayo de Júpiter para la unión con el codaste (*Fagus sylvatica*) del que se conserva un fragmento. La quilla en esta zona se encuentra fracturada en la cara lateral de babor a la altura de las mortajas de unión, estando la parte de la traca de aparadura de babor “exfoliada” de la misma manera. Ello indica la que prominente quilla recibió un fuerte impacto, creándose una ruptura y por ello una vía de agua, justo por la unión (alefriz con encaje) de las espigas.

10.13. MILADOU

El pecio de *Miladou* se encuentra en la isla de Port-Cros en las proximidades de Hyères (Francia) a 42 m de profundidad. Descubierta en 1983 fue objeto de tres campañas de excavación arqueológica subacuática entre 1987 y 1989 por Joncheray. Se trata de una pequeña embarcación de cabotaje de 15 m de eslora estimada, que transportaba cerca de 250 ánforas estibadas en una sola capa, ocupando una superficie de 35 m². El cargamento se componía de ánforas Dr. 1^a – Dr. 1B que presentaron la particularidad de que no fue posible establecer para los autores una adscripción tipológica clara, dado que presentaban características propias de ambas tipologías (Dumontier, Joncheray 1991: 151). El 5% del cargamento se componía de Dr. 1C y había un ejemplar de ánfora púnica Maña C y otras derivadas algo particulares. El cargamento, a pesar de ser muy homogéneo, forma por sí mismo un conjunto sin paralelos en la bibliografía. Los autores le establecen un origen claro al pecio de *Miladou* en un puerto de la Península Itálica con una datación entre finales del s. II a.C. y la primera mitad del s. I a.C. Bajo el cargamento de ánforas se conservaban restos del casco en muy mal estado de conservación, con unos 10 m de longitud y tan solo 1,50 m de anchura. Cuatro tracas de forro y algunas cuadernas, junto con las tuberías de plomo de desagüe de la bomba de achique, fue lo poco conservado (Fig. 163).

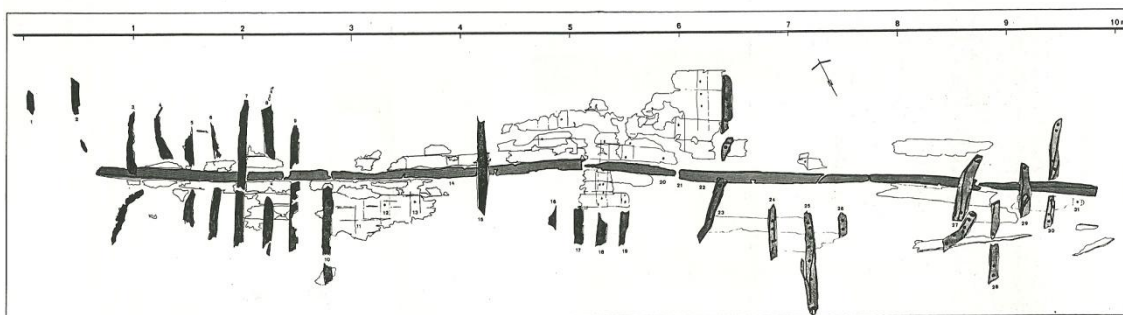


Fig. 163.- Planimetría de los restos del casco del pecio de *Miladou*. (Dumontier, Joncheray 1991: 133).

La quilla presentaba unas dimensiones de 9,18 m y tiene sección rectangular más alta que ancha con 11 cm de altura y 9 cm de anchura, presentando ligeros alefrices en bisel en la parte superior de las caras laterales que crean un ángulo de salida para la traca de apuradura de 15° con la horizontal en la zona más central del casco y de 35° a 1,5 m de los extremos. Las mortajas para la unión de la quilla con las tracas de apuradura tienen unas dimensiones de 4,5 cm a 6,5 cm de anchura, 5 a 6 cm de profundidad y 0,7 cm de grosor, practicadas en la quilla con una equidistancia de 10 a 13,5 cm. Las espigas, que presentan unas dimensiones levemente inferiores, están bloqueadas por clavijas levemente troncocónicas de 0,6 a 0,75 cm de diámetro, colocadas por la cara superior de la quilla a 1-1,2 cm de la arista, con una profundidad de 4 a 5 cm (Fig. 164).

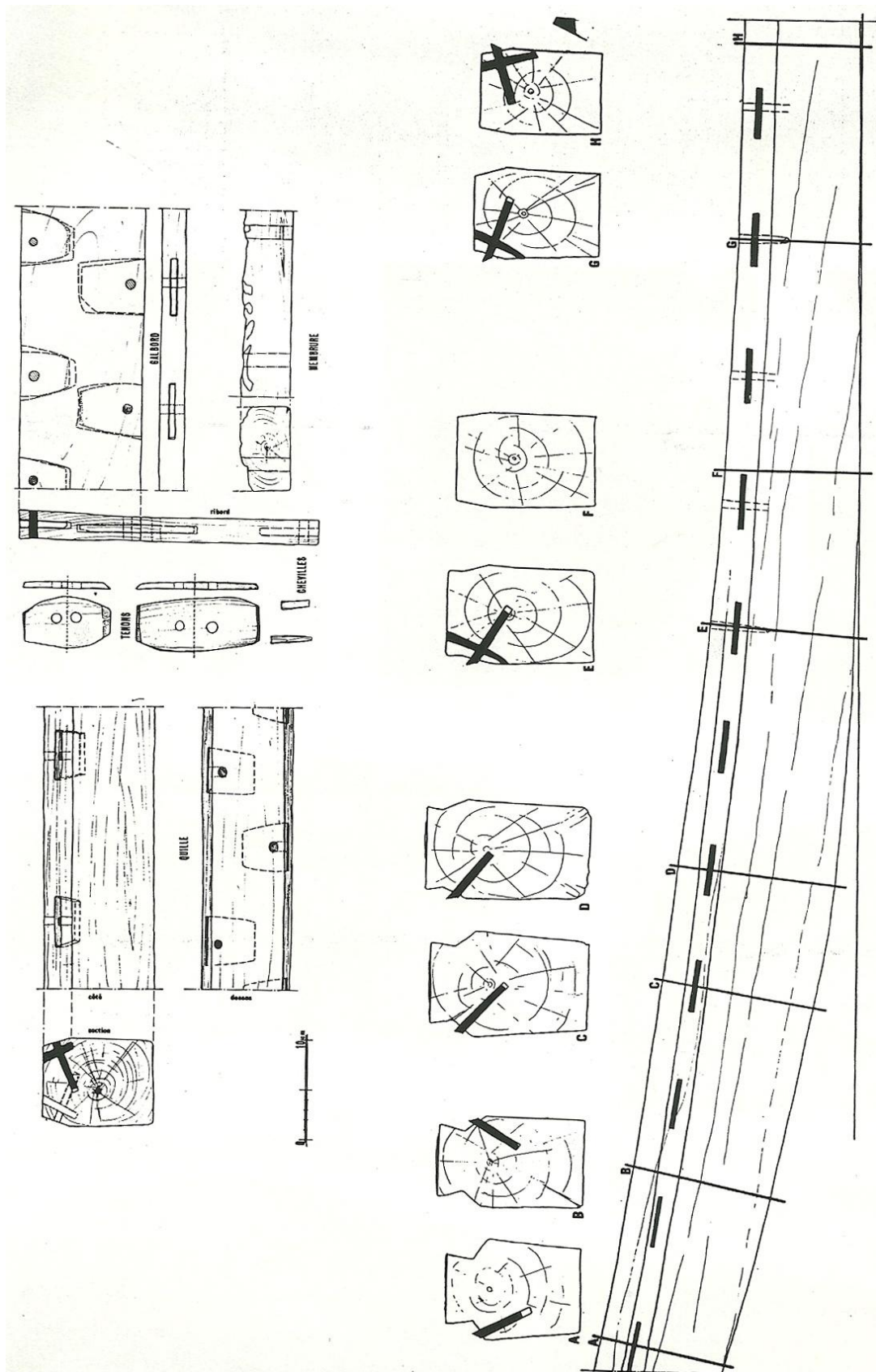


Fig. 164.- Algunos dibujos de la traca de apardura, una cuaderna, una porción de quilla y un tramo del codaste. (Dumontier, Joncheray 1991: 131).

Una porción de la quilla presentaba un estado de conservación que permitía su documentación. Se trata probablemente del codaste del barco y en sus 1,30 m de longitud presentaba algunas particularidades. Presenta una forma curvilínea con una sección que evoluciona a lo largo de su recorrido. Fueron dibujadas 8 secciones transversales, pasando la anchura de 10,2-10,5 cm a 8,3 cm. El alefriz en bisel simple entre las secciones G y H (Fig. 164) se transforma gradualmente en un alefriz con encaje en las secciones A y B, pasando pues la forma del casco de un ángulo cerrado a un ángulo casi obtuso en H que denota un fondo del casco casi plano o redondeado (Fig. 165), ayudando la orientación de las mortajas en la quilla a que la traca de apuradura pueda tener el ángulo de salida necesario.

Por lo que hace referencia a las clavijas de fijación, en la parte del codaste que presenta alefriz con encaje, éstas no fueron colocadas entre las secciones A y D. El acusado ángulo de entrada de la espiga quizás favoreciese que la clavija de fijación entrase por la cara lateral del codaste, tal y como se observa en pecios que presentan alefriz con encaje y líneas del casco pinzadas como es el *Dramont A* (Fig. 193), si bien estas clavijas no fueron observadas en *Miladou*.

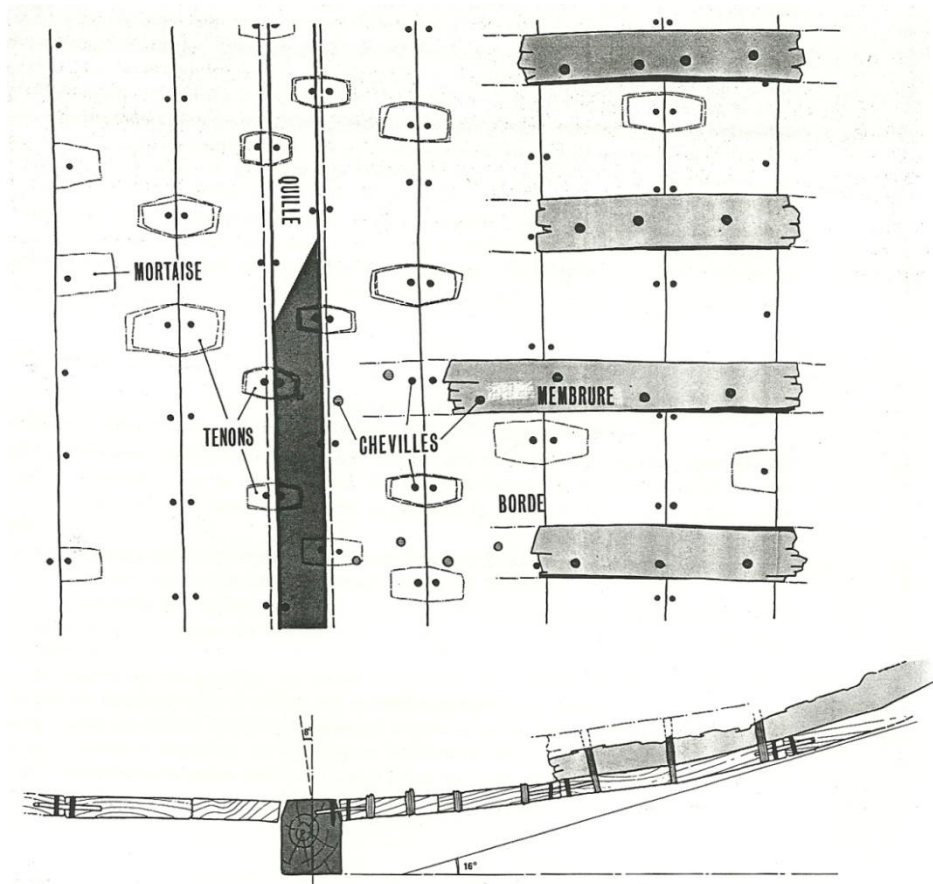


Fig. 165.- Reconstrucción de la sección transversal del casco a partir de los restos documentados en planta. (Dumontier, Joncheray 1991: 134).

La carpintería transversal presenta un estado de conservación muy malo, con 31 cuadernas individualizadas; fue imposible asegurar si presentaba o no una alternancia rítmica entre varengas y semicudernas. El método de fijación de ésta al casco es mediante cabillas de madera colocadas horizontalmente, método que se asemeja

enormemente al *Chrétienne C*. La *malla* de separación es de 25 cm de media. Una de las varengas presenta un imbornal central con forma de triángulo (V invertida según los autores), mientras que otra de las documentadas, alta 11 cm y ancha 7,1 cm, presenta un imbornal central en forma rectangular con la parte superior redondeada (U invertida según los autores) de 5,6 cm de altura. Una de las varengas en buen estado de conservación tiene la particularidad de estar formada por dos piezas que acoplan gracias a un corte en bisel próximo a la quilla, sin elementos de unión entre ellas. En la zona central, con 13 cm de altura y 8,2 cm de anchura, presenta un imbornal triangular de 5 cm de alto. Dos fragmentos conservados que parecen semicuadernas tenían 7,6 cm de alto y 8,5 cm de ancho. La carpintería transversal está fijada al casco por cabillas de madera de 1,2 a 1,4 cm de diámetro.

Por lo que respecta a la traca de aparadura, tiene una anchura de 12,2 cm y un grosor en la cara lateral en contacto con la quilla de 4,3 cm coincidiendo con la cuaderna M6, pasando en el centro del casco a tener 3 cm de grosor. La cara lateral en contacto con la segunda traca tiene un espesor de 2,4 a 2,5 cm, valor que será el constante para todas las tracas del forro documentadas (media 2,5 cm). La segunda traca de aparadura tiene una anchura de 17-18 cm. Las mortajas documentadas en las tracas del casco tienen de 6 a 7 cm de anchura, 6,5 a 8 cm de profundidad y 0,6-0,7 cm de grosor, con un espacio entre mortajas que varía de 8,8 cm a 13 cm. Las clavijas tienen diámetros entre 0,6 y 0,8 cm.

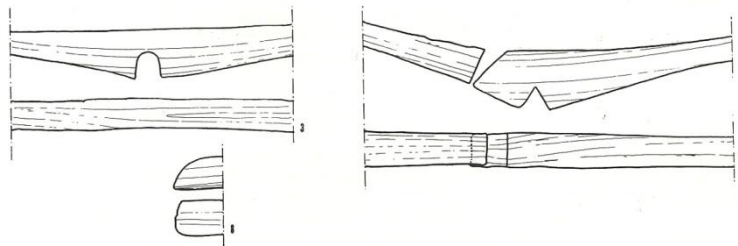


Fig. 166.- Varengas 3 y 5 con las secciones transversales de la semicuadaerna 8. (Dumontier, Joncheray 1991:135).

Las especies vegetales identificadas del pecio para la carpintería transversal demuestran el papel secundario de éstas en el principio y proceso de construcción ya que es muy heterogénea, incluyendo la higuera (*Ficus carica*) madera de tipo débil y

poco frecuente en esta carpintería¹³⁴. También se documentaron aliso (*Alnus sp.*), pino de Alepo (*Pinus halepensis*), álamo (*Populus sp.*) y fresno (*Fraxinus excelsior*).

La quilla y las tracas son en pino de Alepo (*Pinus halepensis*). Las cabillas para el sustento de las cuadernas son abeto común (*Abies pectinata*) o en alcornoque mediterráneo (*Quercus suber*). Las espigas son en encina (*Quercus ilex*) y las clavijas de fijación de éstas son en *Quercus ilex* o *Quercus suber*

Por lo que hace referencia a los restos de la arquitectura naval, estos sin duda son escasos, pero revisten interés puesto que no presentan los rasgos característicos de la *familia arquitectural* republicana como podría ser el caso del ***Chrétienne A, Dramont A, Madrague de Giens, Grand Congloué, Cap Gros*** o ***Caveaux I*** entre otros. Ello puede abrir la puerta a que se trate de una barco que si bien participa de la exportación del vino itálico hacia la Galia, nos dé pie a formular dos hipótesis de trabajo a las que deberemos añadir ***Jarre 4*** y ***Cap Bénat 2***: cuando la eslora del barco es reducida y su espacio náutico de navegación es el marítimo costero (cabotaje), las líneas de agua no necesitan de una quilla prominente para que el barco sea veloz y el plano de deriva óptimo, para la velocidad y gobierno de la nave. La segunda hipótesis es que quizás el astillero de origen del ***Miladou, Jarre 4*** y ***Cap Bénat 2*** se encuentre en otra zona geográfica donde no son consuetudinarias las técnicas constructivas del pecio como el ***Dramont A*** o la ***Madrague de Giens***.

¹³⁴ Solo documentada en los pecios de ***Mazarrón***

10.14. PALAMÓS

El pecio de *Palamós*, con un pequeño cargamento de ánforas ovoides layetanas de las que fueron recuperadas una treintena, está situado al noroeste del faro de las islas Formigues (Girona), a una profundidad comprendida entre los 30 y 40 m. Fue descubierto en 1958 por coralleros y tras unas actuaciones preliminares se inició la excavación en 1981, enfocada al estudio de su arquitectura naval, bajo la sospecha de que las similitudes con el pecio de *Cavalière* pudiesen indicar un mismo astillero de procedencia, a pesar de una diferencia cronológica (Foerster *et al.* 1987: 15). El pecio de *Palamós* se data entre el 100 y el 50 a.C.

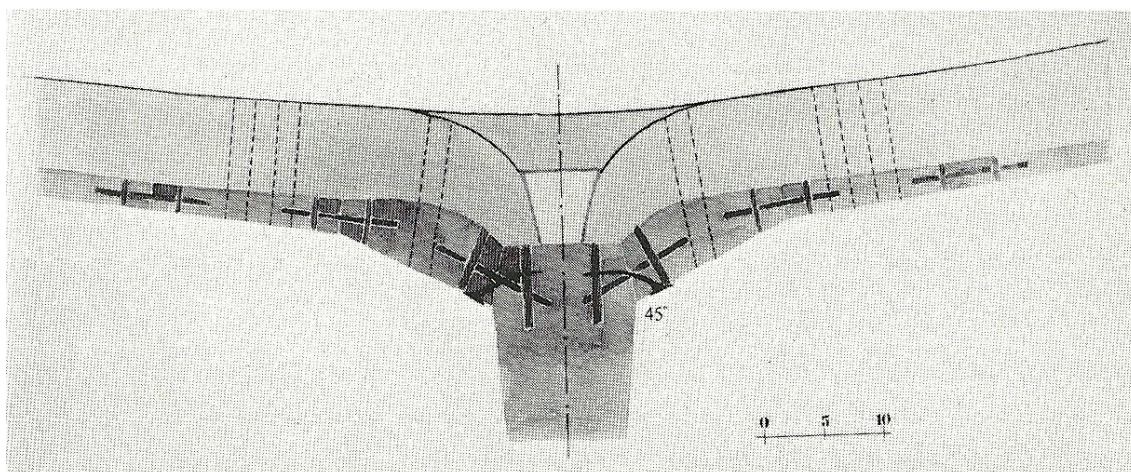


Fig. 167.- Sección completa del pecio donde se observa como las semicuernas llegan a tocar directamente la quilla, con una separación semejante a la anchura del imbornal de la varenga. Las cabillas que fijan las espigas de la traca de aparadura son reforzadas por clavos de bronce (Foerster *et al.* 1987: 15).

La quilla de ambas embarcaciones se caracteriza por presentar un alefriz en bisel simple que permite dibujar un ángulo de 45° (Fig. 167) entre la cara inferior de la traca de aparadura y la cara lateral de la quilla¹³⁵. De ésta se ha conservado un tramo de 10,70 x 0,16 x 0,12 m hasta el nacimiento de lo que debería ser el codaste, insertado por un rayo de Júpiter. De codaste solo se conserva el arranque¹³⁶. A ambos lados de la cara

¹³⁵ Si bien la manera de clasificar las secciones del fondo de los barcos por el ángulo descrito (Foerster *et al.* 1987: 17), se ha visto superada en las últimas décadas por términos más descriptivos y generales como son: fondos redondeados, fondos planos o fondos pinzados, donde la forma en sección de la traca de aparadura reviste gran importancia.

¹³⁶ A juzgar por la Fig. 168. Según su excavador a continuación vendría un refuerzo o durmiente exterior, Fig. 169. (Foerster *et al.* 1987: 30-31)

superior de la quilla se presenta un alefriz con 45° de inclinación, donde están practicadas las mortajas para la unión con la traca de aparadura, con unas dimensiones de 5,2 x 0,6 x 8 cm, separadas, a juzgar por los dibujos publicados, en torno a los 5-7 cm (Foerster *et al.* 1987: 30) y dispuestas a ambos lados de la quilla de manera rítmica y alternante (Fig. 168). La unión con la traca de aparadura se refuerza mediante la colocación equidistante de clavos de cobre cada 40 cm por la parte exterior del casco. Ésta presenta una cara interior-superior muy redondeada, quizás esculpida según nuestra opinión. Su grosor es de 3 cm en el contacto con la segunda tabla para estabilizarse en los 2 cm para el resto de tracas del casco.

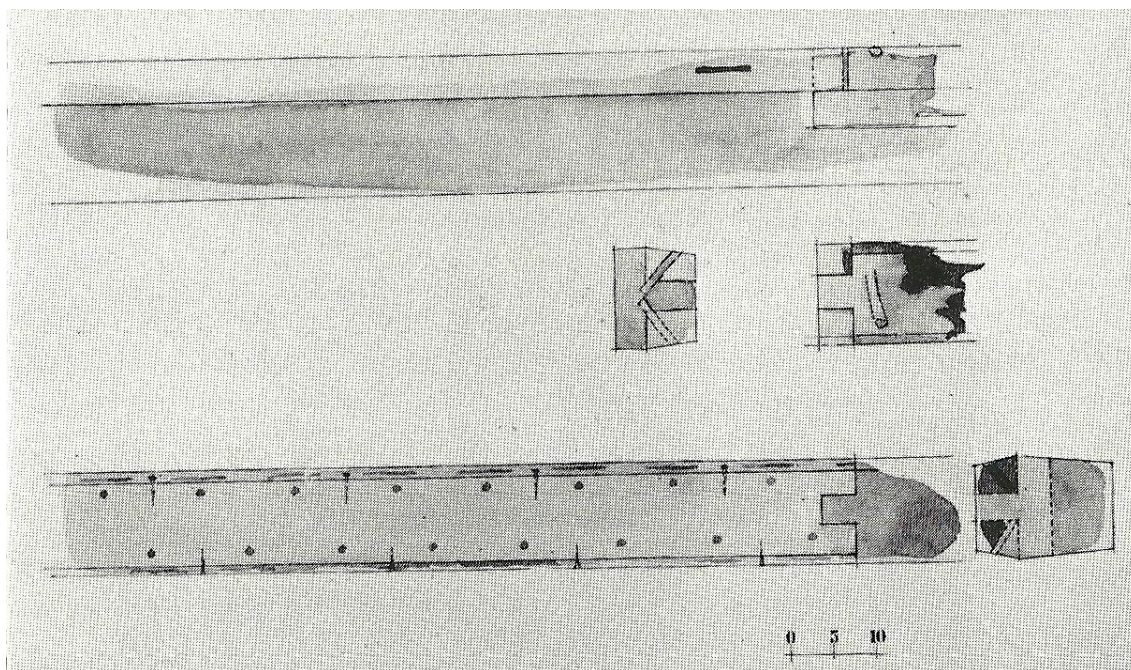


Fig. 168.- Tramo de la quilla con la unión con un tramo al que le sigue el codaste. Obsérvese el ritmo de la situación de las clavijas y los clavos para la unión con las tracas de aparadura. (Foerster *et al.* 1987: 30).

Por lo que hace referencia a las cuadernas: se documentan varengas, semicudernas¹³⁷ y genoles, donde según su excavador se ve que se han trabajado con mucho esmero, ya que no se ve ningún canto con formas redondeadas, estando todas las piezas aserradas con precisión (Foerster *et al.* 1987: 33). Su unión con el casco es mediante cabillas cilíndricas de madera de 24-28 mm salvo en la popa, donde parece que hay refuerzos por clavos de hierro. Las cuadernas, si bien están en contacto directo

¹³⁷ Cuadernas intermedias para Foerster.

con la quilla no están físicamente unidas a ésta. Llama nuestra atención la seriación de las cabillas por conjuntos de pares (Fig. 170) que se observan en los dibujos, que nos hace recordar el método de ligaduras para el sustento de las cuadernas documentado en la *firma arquitectural* de barcos a la que pertenece p.e. la *Roche Fouras* (Vid. *supra* p. 222).

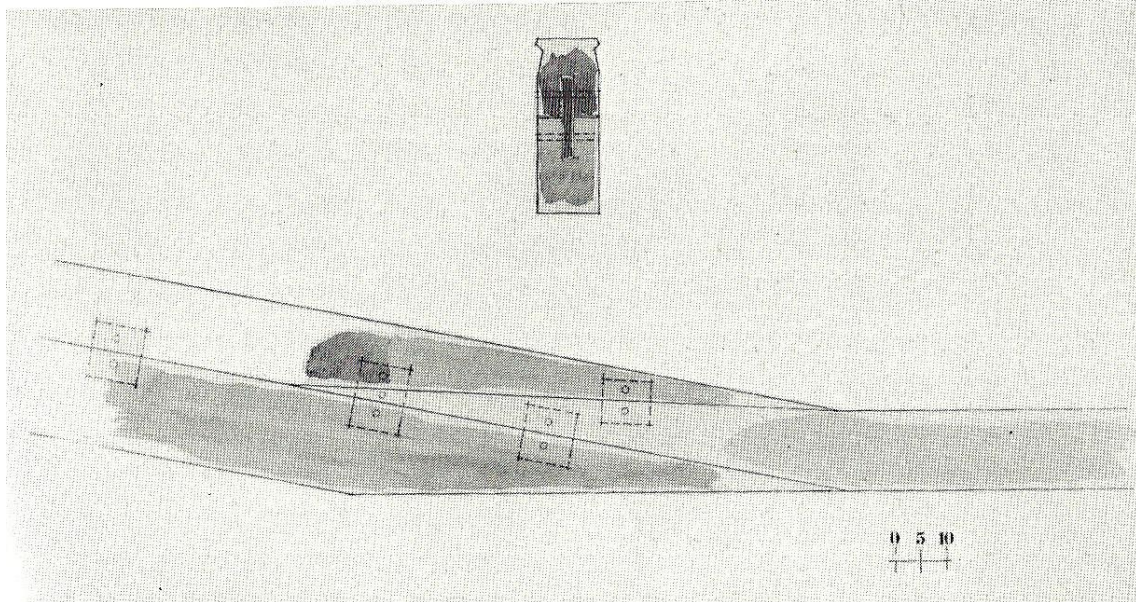


Fig. 169.- Según se desprende del texto, la madera situada a la derecha de la figura sería el tramo unido a la quilla (Fig. 168), mediante un rayo de Júpiter al que después, mediante maderas rectas unidas por espigas, daría inicio la curva del codaste con un refuerzo inferior (¿alerón de deriva?). (Foerster *et al.* 1987: 33).

Una cuaderna que presentaba una separación en un tramo con el forro, recibió un relleno de tejido y brea para que existiese un buen contacto entre las maderas. Las varengas presentan imbornal central de forma cuadrangular para el paso del agua por la sentina y asientan perfectamente sobre la quilla. La alternancia entre varengas y semicudernas discurre con una malla de entre 23-25 cm aproximadamente.

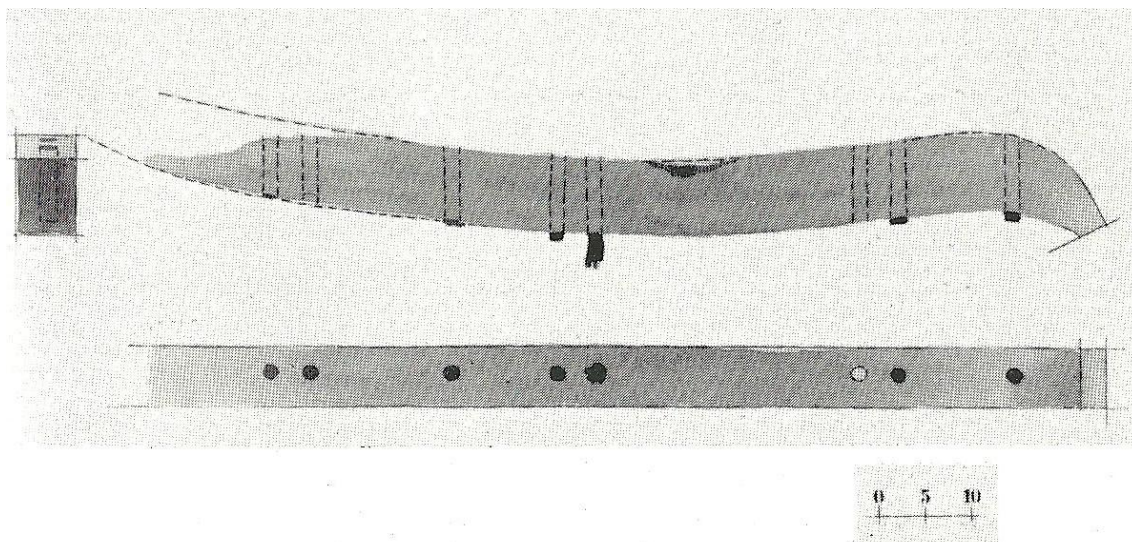


Fig. 170.- Dibujo de una semicuada. En la derecha de la figura se observa la zona de contacto con la quilla. Queremos llamar la atención sobre como las cabillas de fijación parecen presentar un patrón donde en tres ocasiones van por parejas, alternándose con cabillas aisladas, patrón de colocación en clara relación con la técnica de ligaduras internas para la unión de las cuadernas al casco. (Foerster *et al.* 1987: 33).

Las tracas de forro de 2 cm de grosor presentan las mortajas para alojar espigas de 6,5 x 0,6 x 12 cm fijadas por clavijas de 10-12 mm estando colocadas a tresbolillo (Foerster *et al.* 1987: 37), lo que permite que en ocasiones donde la traca es más estrecha que la espiga, ésta atraviese a la siguiente traca que tienen unas anchuras que van de los 10 a 18 cm. Presentaba resina con grasa¹³⁸, fibras vegetales y pelo animal, en su cara interna de varios milímetros que según la analítica no se corresponde con pez¹³⁹. Restos de láminas de plomo fueron interpretados como parte de un depósito situado en la parte central del casco, relacionado con la bomba de sentina de la que se conservan los tubos de desagüe de 2 m de longitud. Las dimensiones de estos tubos llevaron a concluir que la manga de la nave estaría en los 4,40 m.

¹³⁸ El capitán de navío D. Cesáreo Fernandez Duro (Zamora, 25 de febrero de 1830 - *íd.* 5 de junio de 1908), secretario perpetuo de la Real Academia de la Historia dio a conocer el manuscrito de Juan Antonio Rico de 1689 sobre el tratado de la calafatería y carena de las naos y en la forma que se debe hacer respecto al calafateado: “*Las naos se brean para resguardar la estopa o cáñamo, que la humedad no la pudra ni penetre y también guarda que la tabla no se enguacharen ni humedezca, y se aferra en el cáñamo o estopa y no de lugar a abosar para fuera; y el echar grasa, manteca o sebo a la brea es porque la brea es secantenosa y con la grasa se pega a la tabla y a la estopa y no salta y se ablanda...*”.

¹³⁹ Sustancia resinosa, sólida, lustrosa, quebradiza y de color pardo amarillento.

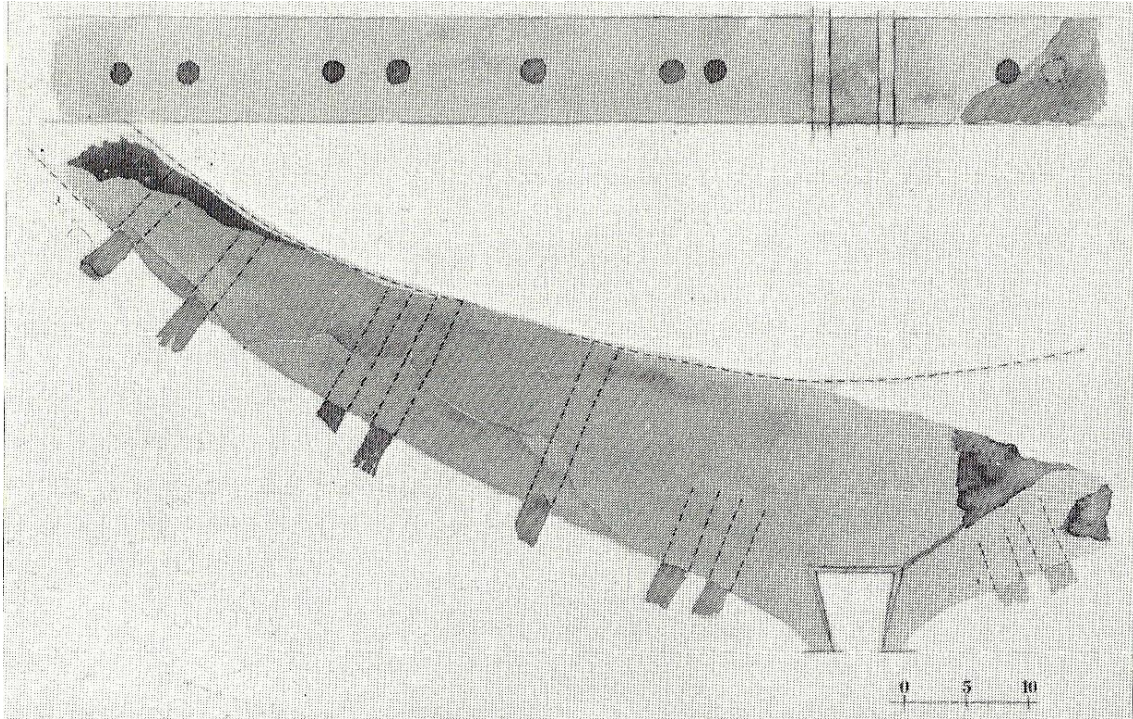


Fig. 171.- Dibujo de una de las varengas más próximas a la proa conservada. Obsérvese que las dos clavijas que la unen con las tracas de apareadura no llegan a atravesarla. A partir de esta documentación nos asalta la duda de si salen por las caras laterales como en *Roche Fouras* o la *Madrague de Giens* o simplemente no. (Foerster *et al.* 1987: 34).

10.15. MADRAGUE DE GIENS

El pecio de la *Madrague de Giens* se descubrió en 1967 a 18-20 m de profundidad y a tan solo 350 m de la punta del Ermitage, en la península de Giens. Su excavación sistemática entre los años 1972 y 1982 realizada por Pomey y Tcherna constituye uno de los hitos de la arqueología subacuática no solo francesa sino internacional, donde se desarrollaron los métodos y técnicas de excavación que continúan usándose en la actualidad. El yacimiento se reabrió en 1993 para tomar una serie de muestras para realizarse un análisis dendrocronológico. Las cuatro primeras campañas, de 1972 a 1975 se realizaron en la parte central del pecio y a partir de 1976 las excavaciones se realizaron tanto en la proa como en la popa, con resultados importantes que justificaron las campañas hasta 1982 (Pomey 1982: 133).

El yacimiento se encontraba intacto en el momento de su descubrimiento con un cargamento comprendido entre las 6000 y las 6500 ánforas vinarias Dr. 1B de cuatro tipos morfológicos diferentes, estibadas a tresbolillo en tres capas superpuestas llevando muchas de ellas estampillas del taller de producción, siendo el más frecuente *Publius Veveius Papius* que permitió localizar la región de origen en Terracina (Hesnard 1977), al sur de Roma. Se presupone que las ánforas transportaban *cecubo*, uno de los mejores vinos itálicos del periodo. Con el cargamento también viajaban cerámicas campanas y comunes, colocadas en cajas bajo las ánforas. En la popa del barco apareció vajilla de a bordo perteneciente a la marinería del barco. Se trataba de piezas de cerámica común y campaniense A¹⁴⁰ con grafitis, algunas lucernas, un *simpulum*, una balanza de bronce, tres lingotes de plomo, trigo y dos cascos. Durante la excavación aparecieron una serie de piedras de origen local asociadas a butrones en el cargamento así como en la zona de la bomba de achique, lo que indicaría que de antiguo, *urinadores*¹⁴¹ recuperaron parte del cargamento y de la dotación del barco. Arena volcánica de Campania ayudaba a la estiba junto con abarrote de ramas. El estudio del cargamento permitió datar el naufragio entre el 75 y el 60 a.C.

Para el estudio de la quilla se extrajo una porción de 1 m de longitud a superficie de una zona central del yacimiento, coincidente con la manga máxima (Fig. 172). A través de su dibujo de sección se puede observar que tenía una altura de 39-40 cm y una

¹⁴⁰ La cerámica campaniense se componía principalmente de formas con la pasta de arcilla clara, Lamboglia 1, 2, 3, 4, 5/7 y 11. En la zona de la bomba de achique se encontró platos grandes de la forma Lamboglia 5/7 de pasta gris, algunos todavía apilados, así como los fragmentos de tablillas que constituían las cajas de embalaje de esta cerámica.

¹⁴¹ La estela del puerto de Ostia dedicada al emperador Antonino Pio del s. II d.C. revela la existencia de una corporación de buceadores especializados dichos *urinadores*.

anchura máxima a la altura del segundo alefriz de 35 cm. El primer alefriz con encaje estaba destinado a recibir el casco interno, está realizado prácticamente a ángulo recto desde la cara superior de la quilla y con una altura de 10 cm y una anchura de 9 cm, el referido alefriz deja la cara superior de la quilla con 16 cm de anchura, justo en la sentina. El segundo alefriz es más alto, con 14 cm pero mucho más estrecho, solo con 4 cm. La traca de aparadura del casco interno tiene una sección pentagonal con 12 cm de espesor. La segunda traca pasa a tener un perfil rectangular algo curvado, con 10 cm de grosor tocando la traca de aparadura, para pasar a 8 cm en su cara de contacto con la tercera traca, llegándose en la cuarta hilada a un grosor constante de 6 cm; el grosor constante del segundo casco es de 4 cm, lo que da un total de 10 cm de espesor. Las tracas interiores tienen unas anchuras que van de 18 a 32,5 cm siendo las más constantes las de 20 a 23 cm. No pudieron tomarse estas medidas en el casco externo de manera sistemática por la presencia del forro de plomo, pero la observación en las zonas en las que fue posible, dieron como resultado valores semejantes a los del forro interno.

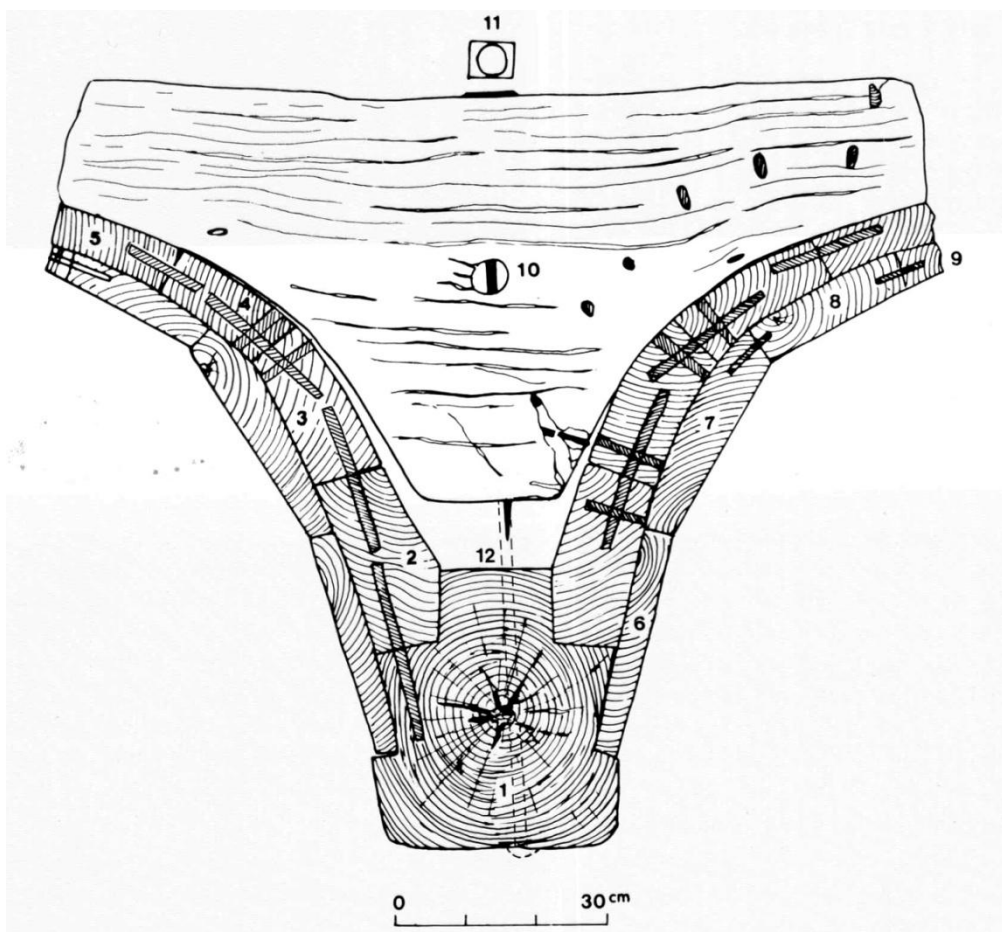


Fig. 172.- Sección transversal de la quilla con las primeras tracas de los dos cascos y la varenga. (Tchernia *et al.* 1978: 77).

En el casco interno (Fig. 173) las mortajas tenían de 8 a 8,5 cm de anchura, de 10 a 12 cm de profundidad y de 1,2 a 1,5 cm de espesor. Están dispuestas regularmente cada 6,5-7,5 cm. Las del casco exterior son de 5,5 a 5,7 cm de ancho, 6 cm de profundidad y de 0,7 a 0,8 cm de grosor, con una equidistancia superior, de 9,5 a 10 cm. Las clavijas de fijación tienen en el casco interior de 1,5 a 1,8 cm de diámetro y de 0,5 a 1 cm en el casco exterior. Las espigas son generalmente algo más pequeñas que las

mortajas en las que se alojan. Para el caso de la quilla las mortajas lógicamente tienen dimensiones muy importantes, con 5,5 a 6,6 cm de anchura, 6 a 7 cm de profundidad y 0,8 cm de espesor para el caso del casco externo y una profundidad de 14 cm y un espesor de 1,6 cm en el caso del casco interno. La disposición a tresbolillo no siempre es respetada. Las uniones de dos tramos de traca de una misma hilada se hacen mediante rayos en bisel donde clavos horizontales mejoran la unión.

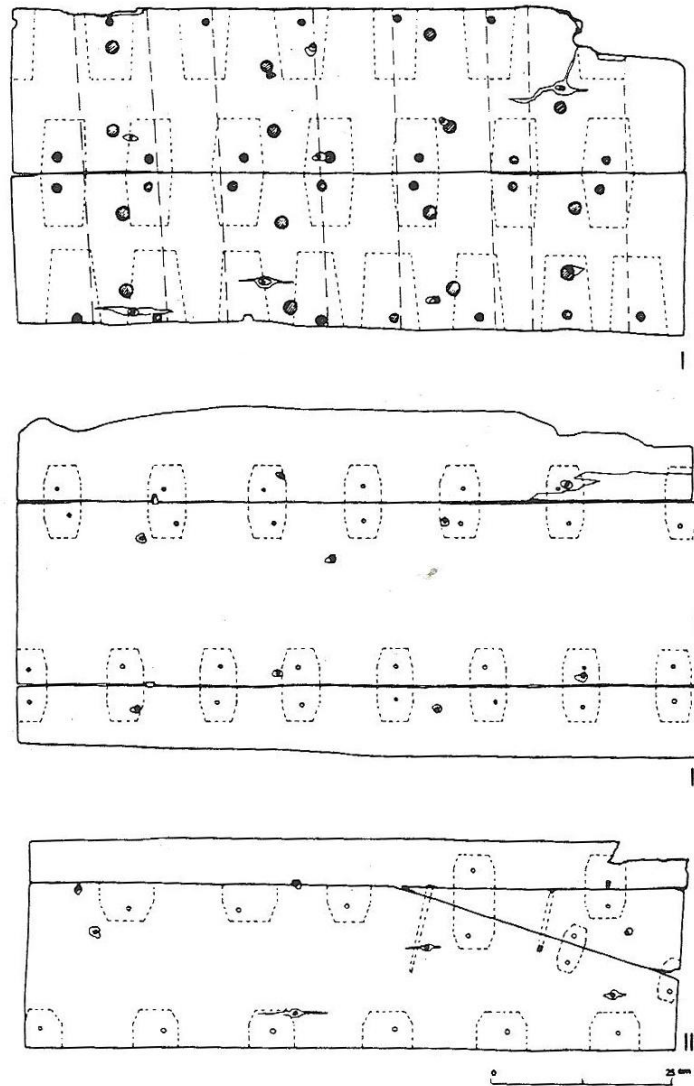


Fig. 173.- Planta de la unión de las tracas de forro en el casco interno (I) y en el externo (II, III) donde se puede observar la cantidad de espigas y su tamaño en función de la parte del casco. En la unión del rayo en bisel se observa la presencia de clavos de refuerzo horizontal. (Tchernia *et al.* 1978: 79).

Las cuadernas tienen una anchura que varía de los 9 a los 18 cm siendo las de 13-14 las más frecuentes. La *malla* es de 10 a 11 cm de media con una alternancia regular de varengas y semic cuadernas. Las varengas, de entre 3 y 4 m de longitud, en su zona central tienen un perfil muy triangular con alturas de 57 a 60 cm para, a un metro del eje axial, tener de 12 a 15 cm (Fig. 174). No son simétricas. Para dejar circular el agua por la sentina el taco no está en contacto directo con la quilla y en algunas se ve un imbornal triangular central. Otras presentan una perforación circular de barrena (5 cm

de diámetro). Con los genoles, las varengas no presentan un contacto directo sino que están separados por 2 cm por un corte horizontal o en bisel.

El sistema de unión de esta carpintería con el casco se realiza por cabillas de madera troncocónicas con diámetros de 2 a 2,5 cm, colocadas desde el exterior del casco, a razón de dos cabillas por traca y cuaderna. Las varengas al nivel de las tres primeras hiladas de tracas no son unidas por cabillas, sino por clavos colocados desde el exterior del primer casco. Un claveteado une posteriormente los dos cascos. Existe un ritmo claro entre la colocación de las cabillas y los clavos a punta perdida para la unión de las cuadernas para que no sean coincidentes y debiliten la pieza.

En varios casos, más de una decena, hay presencia de pernos de bronce de 3 cm de diámetro que unen la zona central de las varengas con la quilla, colocadas desde el exterior y cerradas por un remache cuadrado de 5 a 6 cm de lado. Todas las varengas de la 100 a 116 presentan entalles de 55 a 57 cm de largo, 2 a 3 de ancho y de 5 a 7 de alto. Estos entalles están colocados de una varenga a otra, alternativamente en cada cara, a vis a vis. En ellas se encastra la carlinga del mástil de 55 cm de anchura, 45 cm de altura y cerca de 4 m de largo y que tiene en la cara inferior regatas o acanaladuras perpendiculares, de las mismas anchuras que las varengas, colocadas regularmente para encastrarse sobre ellas. Los ángulos inferiores son biselados en arco de círculo, con el fin de acoplar las piezas con mayor facilidad. Está fijada por su propio peso y los encajes evitan el juego lateral o longitudinal de esta pieza. Tras la carlinga propia para el mástil, continúa una sobrequilla de 19 cm de ancho y 15,5 cm de alto, con encajes para las varengas en su cara inferior. A diferencia de la carlinga propiamente dicha, para alojar a la sobrequilla, las varengas no presentan entalles.

No fue posible encontrar cintas de carena del casco, ya que el casco no se conservaba hasta esa altura. Un túnel practicado de lado a lado del casco confirmó su inexistencia; por ello el piso de la bodega, con un palmejar robusto, es la única carpintería de refuerzo longitudinal que se conservaba en el pecio. Estaban fijadas a las cuadernas por clavos de cobre sin ningún tipo de encajes en su cara inferior. Tienen la sección rectangular o ligeramente trapezoidal con 20 a 30 cm de anchura y de 6 a 10 cm de grosor. Las juntas de unión entre dos tramos de una misma pieza son en bisel y su longitud sobre los 5 cm. Entre los palmejares fijos se alternan hiladas de vagras móviles simplemente colocadas sobre las cuadernas, más estrechas de 15 a 25 cm, menos gruesas, de 2,4 a 4 cm y de 2 a 3 m de longitud.

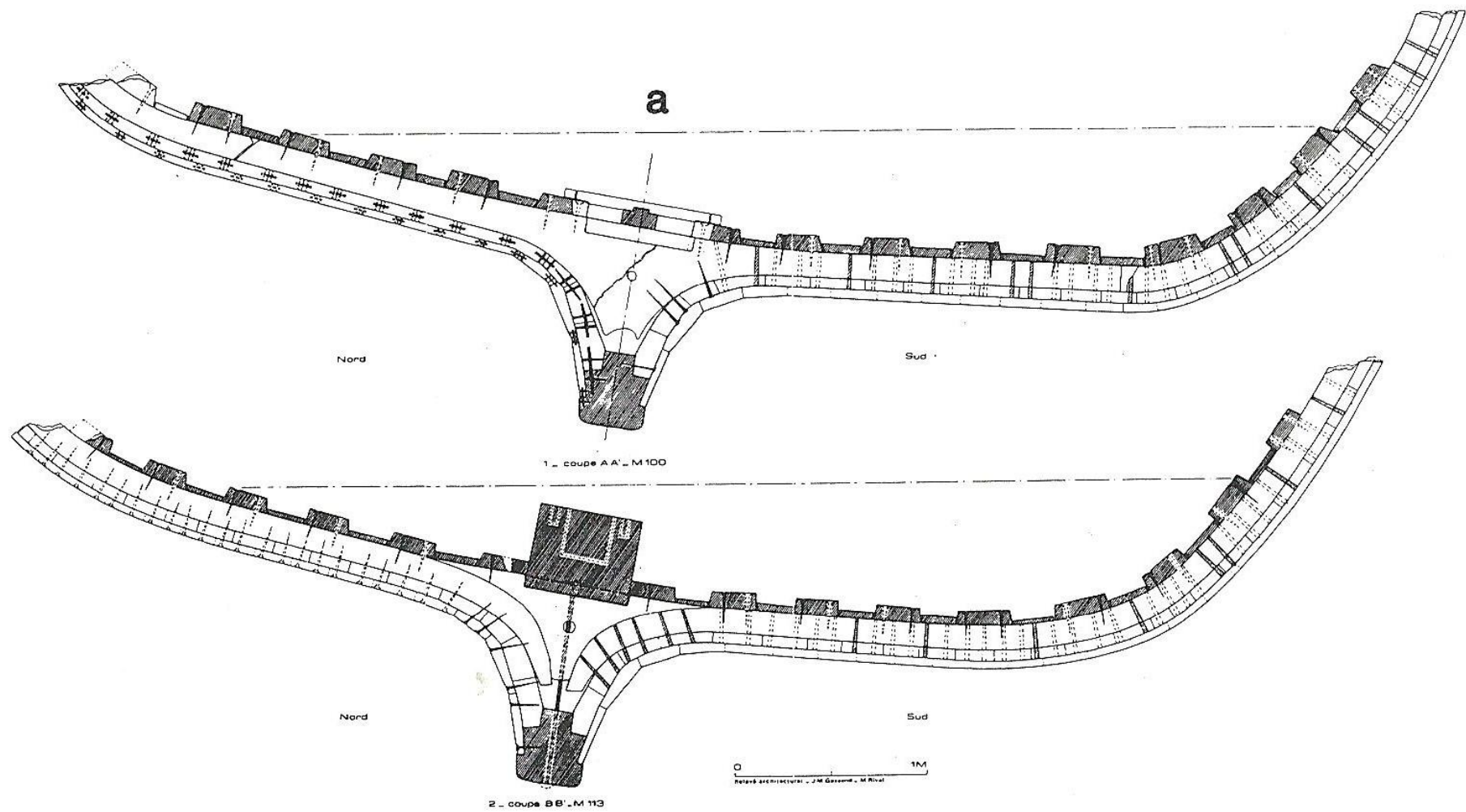


Fig. 174.- Sección transversal de la zona de la carlinga del mástil donde se observa el sistema de unión de las carpinterías (Pomey, Rieth 2005: 128).

El primer palmejar situado a una parte y otra de la carlinga es algo diferente al resto. Tiene una anchura de 15 cm y una vagra móvil del mismo grosor (8cm) con 10 cm de anchura; se intercala entre el palmejar y la carlinga. Esta disposición permitiría acceder al fondo del la sentina a pesar de la carlinga. También hay presencia de un piso de bodega en el eje axial del casco, compuesto por tablas perpendiculares a la quilla, móviles de 70 cm de longitud y 6 cm de grosor, con una anchura algo irregular (de 6 a 29 cm). Se apoyan en los primeros palmejares fijos (Fig. 175).

Se documentaron 5 puntales para soportar la cubierta de 16 a 18,5 cm de diámetro con la base escuadrada groseramente a azuela.

Respecto al forro de plomo que recubre el casco (Fig. 176), como en otros casos documentados (p.e. *Colonia Sant Jordi*) está compuesto de láminas de 2 mm de espesor claveteadas a tresbolillo cada 5,5 cm por pequeños clavos de cabeza plana y grande, sobre una capa de lana tejida embreada (con más casos conocidos como p.e. *Nemi*). La presencia de *Posidonia oceanica* convirtió el plomo prácticamente en un sulfuro. Todo el casco interno y externo se recubrió de resina al calor así como la cara externa en contacto con las láminas de plomo. La resina se acumuló en la sentina llegando incluso a bloquear imbornales

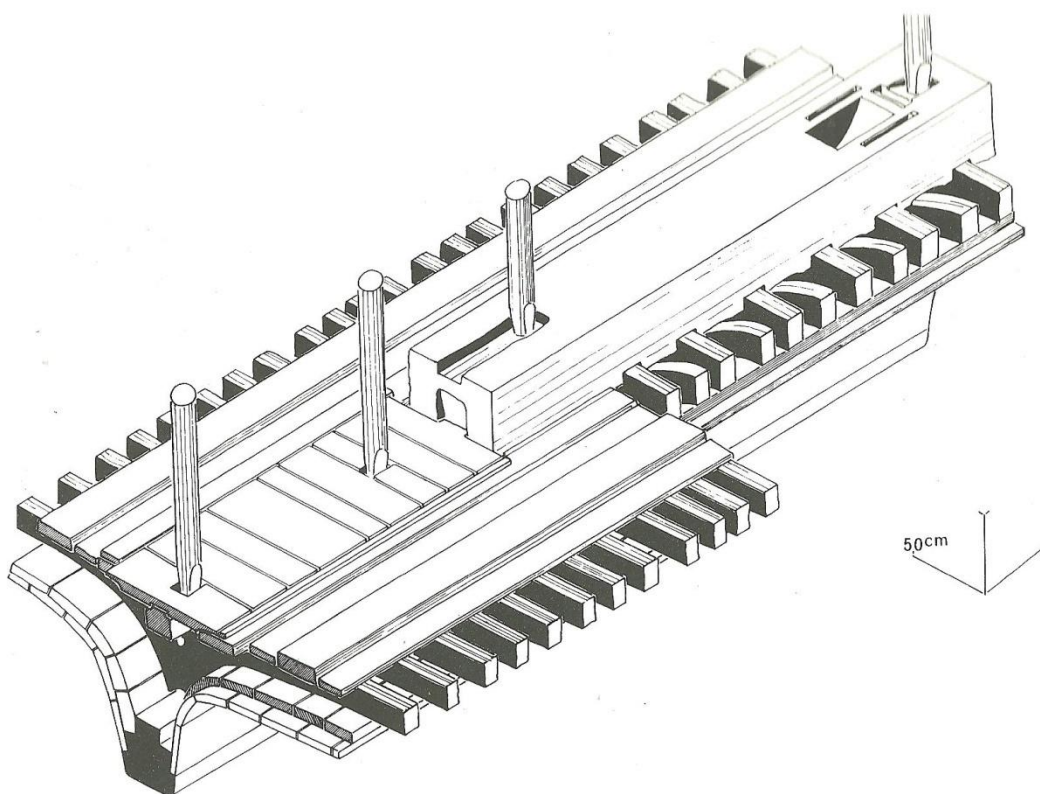


Fig. 175.- Axonometría de la zona central del casco de la *Madrague de Giens* (Pomey, Rieth 2005: 109).

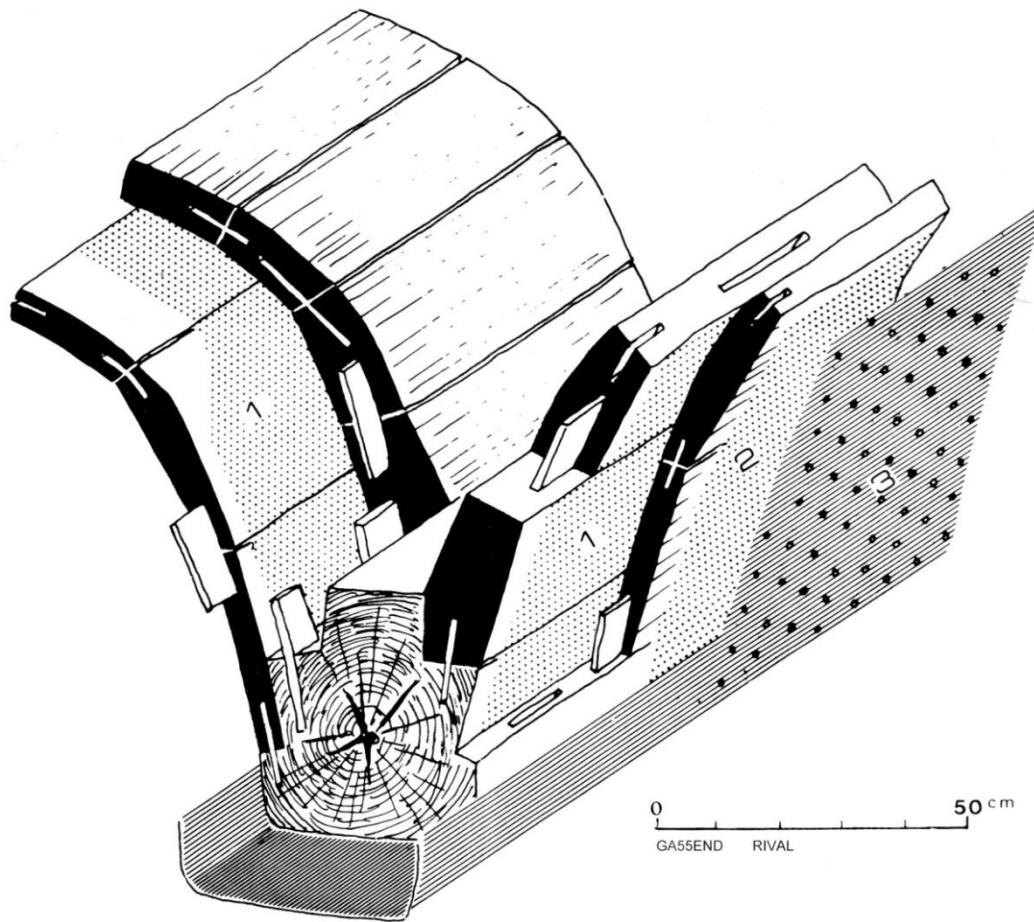


Fig. 176.- Axonometría del fondo del casco, donde se observa la quilla con los dos alefrices para el casco interno y externo, las juntas entre ambos impregnadas en resina y por último una capa de lana con resina en la parte externa del casco que a su vez recibe el forro de láminas de plomo claveteadas (Pomey, Rieth 2005: 121).

La parte de la popa del barco había perdido igualmente las partes altas del casco a pesar del estrato de 2 a 3 m de sedimentos que la cubría. La obra viva tenía una forma de líneas del casco aplanadas en dirección al eje axial y que poco a poco ascendía. A 10,50 m del extremo distal de la quilla conservada, ésta se eleva con $163,5^\circ$ sobre la horizontal de manera constante antes de iniciar una curva mucho más pronunciada a la altura del inicio del codaste, creándose un ángulo importante que indica que las dimensiones del codaste sobrepasarían enormemente los 10,5 m conservados, sin duda del orden de 14 a 15 m, superando las dimensiones de cualquier otro pecio conocido (Fig. 177).

La inclinación de las líneas del casco en la popa tenía como consecuencia que la carpintería axial tuviese que soportar importantísimos esfuerzos mecánicos (Pomey 1982: 136), por lo que debe tener una fortaleza y rigidez acorde, lo que presenta enormes problemas para su construcción. El estudio detallado de la carpintería axial de la popa y gracias sobre todo a las secciones remontadas a superficie ha permitido comprender las ingeniosas ideas de concepción de los constructores. Una de las particularidades de la enorme talla del barco de la *Madrague de Giens* es que los límites naturales, las dimensiones posibles para fabricación de piezas de carpintería, obligó al igual que en periodos de la historia moderna y contemporánea, a la realización de

partes estructurales del barco compuestas por sucesivas piezas, dada la imposibilidad de poder fabricarlas de manera monóxila (Fig. 179).

Cinco piezas crean el codaste. La quilla (Fig. 179-1), que inicia su ascenso uniéndose a un tramo de conexión con el mismo codaste (Fig. 179-3), está reforzada superiormente por un macizo (Fig. 179-2) creándose una “quilla” compuesta de varias piezas de importantes proporciones. El alefriz¹⁴² que presenta esta pieza compuesta por la adición del macizo superior, es en encaje con un ángulo que aplanaba algo la salida de las tracas de aparadura.

Un segundo tramo de conexión de la quilla, rectilíneo, se une por una junta en rayo de Júpiter muy complejo, fijado con una clavija horizontal iniciándose el codaste propiamente dicho, con un contracodaste colocado interiormente justo en el punto donde la inflexión del ángulo para el ascenso de la carpintería es más importante (Fig. 179). De igual manera se colocó un falso codaste al exterior que abarcaba toda la longitud con las uniones de los tramos de quilla y codaste. Esta carpintería no solamente cumplía con los esfuerzos mecánicos que soportaría la parte posterior del casco sino que además confería a la nave importantes ventajas en la navegación al crearse un alerón de deriva de importantes dimensiones. Se localiza en el tramo del codaste que asciende (*quète*) donde las líneas del casco son prácticamente planas a diferencia de las líneas del casco en su zona central donde son fuertemente pinzadas y dejaban a la quilla en una posición muy prominente. La suma de la forma del codaste y de la misma quilla en la zona central del casco confería al barco una gran estabilidad en todas las situaciones gracias al aumento del plano de deriva total. El alerón también fue documentado en pecios como *Marsala* o *Dramont A*.

También en la zona de popa del barco, sin cargamento de ánforas y donde se suponía que podrían estar los restos de habitación del barco, se localizaron restos de maderos y tablas con forma de cofre relacionados con la bomba de achique que estaba situada justo antes del inicio de la ascensión del eje axial hacia la popa. La bomba fue recuperada de antiguo.

¹⁴² Son en bisel simple en la quilla propiamente dicha, pero en realidad podríamos considerarlos que la quilla presenta alefrices con encaje si le sumamos el macizo superior interno.

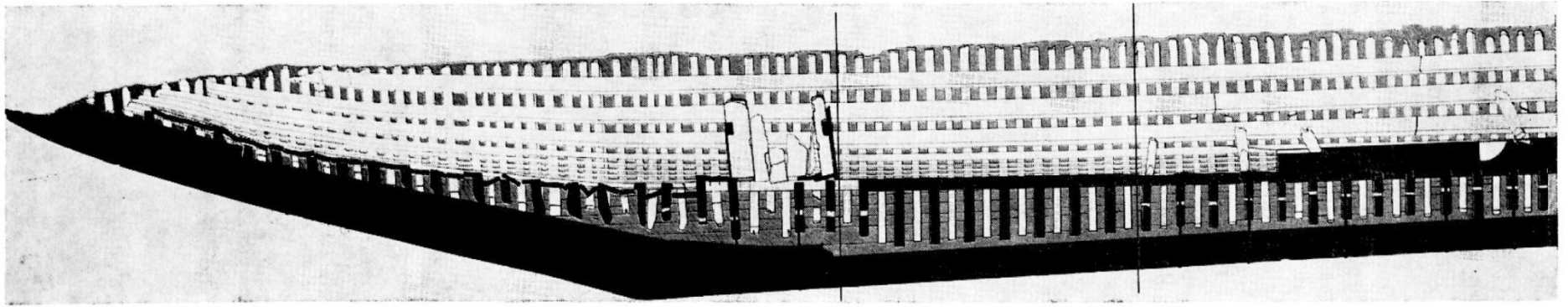


Fig. 177.- Sección longitudinal de la popa de la *Madrague de Giens*. A la derecha se puede ver la carlinga del mástil, en el centro el cofre de la bomba de achique y a la izquierda el ángulo de salida del codaste (Pomey 1982:135).

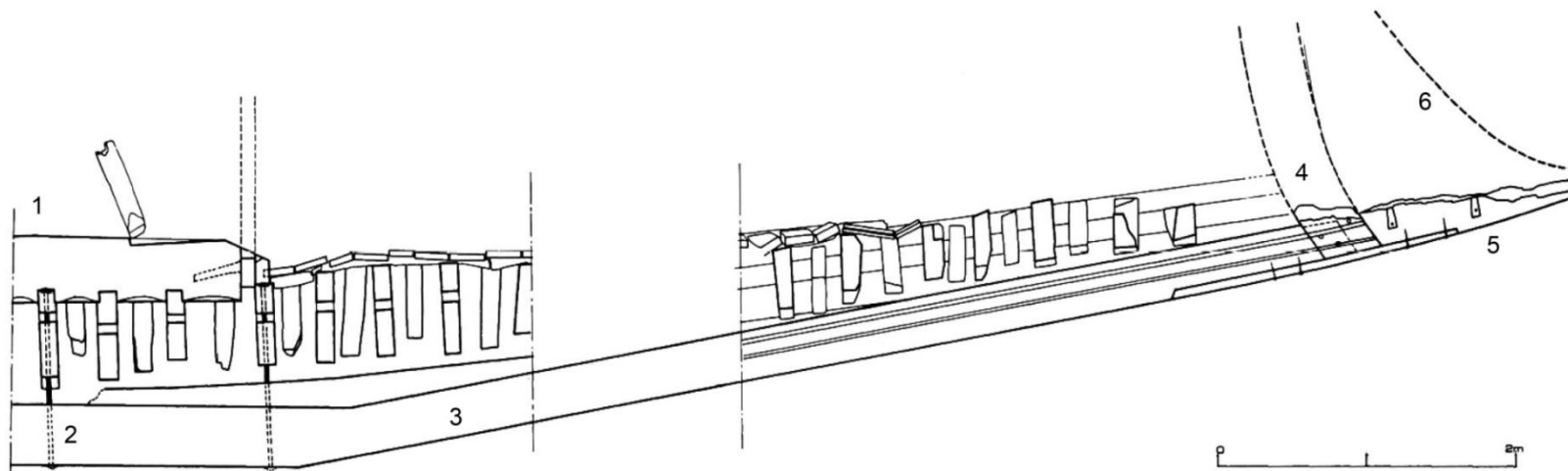


Fig. 178.- Sección longitudinal de la proa. 1.- Carlinga del mástil. 2.- Perno de unión de la carpintería transversal a la quilla. 3.- Quilla. 4.- Roda cóncava. 5.- Tajamar. 6.- Perfil de la proa restituído (Autor a partir de Pomey 1982: 143).

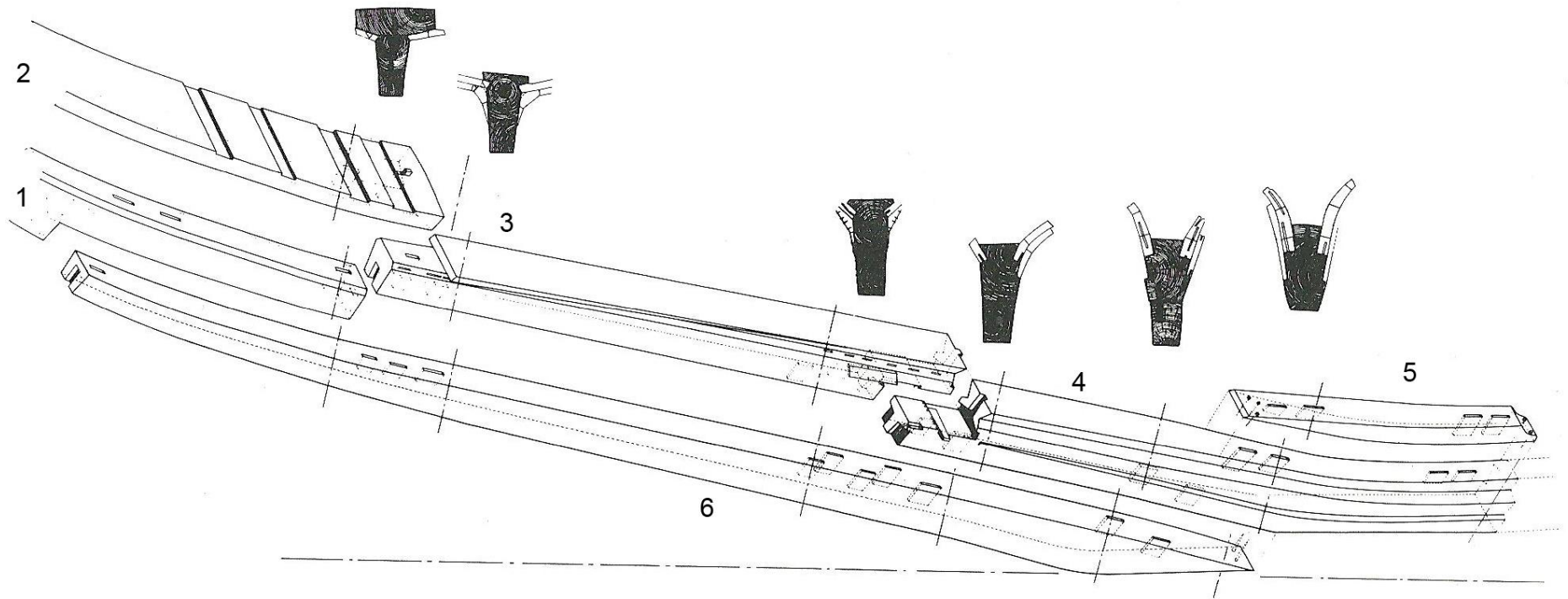


Fig. 179.- Despiece del codaste de la *Madrague de Giens*. 1.- Quilla con alefriz en bisel simple, 2.- Macizo sobrequilla con la cara inferior poligonal para al unirse a la quilla por medio de espigas crear una especie de alefriz con encaje para dar la salida a las tracas de aparadura de una popa plana y muy lanzada. 3.- Tramo de empalme de la quilla con el codaste cuyo alefriz sirve de transición entre el creado por la quilla y el macizo y el del codaste con encaje triangular. 4.- Codaste unido al tramo de empalme mediante un rayo de Júpiter. 5.- Contra codaste para reforzar la curva de esta pieza. 6.- Falso codaste que conforma el alerón de deriva del barco. (Autor a partir de Pomey 1982: 137).

El estudio en la popa permitió comprender algunas cuestiones de la construcción relacionadas con la parte central del casco. Al menos dos tracas del casco principal (la cuarta y la quinta) fueron colocadas durante el proceso de construcción, con anterioridad al segundo casco o forro, para después ser reemplazadas completamente (toda su longitud) y de manera sistemática a cada costado de la quilla. La modificación se tradujo en particular en la inversión del sentido de colocación de las clavijas de fijación de las espigas que fueron colocadas desde el exterior del casco. Esta inversión solo afecta a las referidas tracas sustituidas y a las adyacentes y ello es independiente del proceso general de construcción del casco, ya que el sentido de colocación de las clavijas en el casco es desde el interior. Por ello esto no tiene relación alguna con la presencia de cuadernas activas en el proceso de construcción de la *Madrague de Giens*.

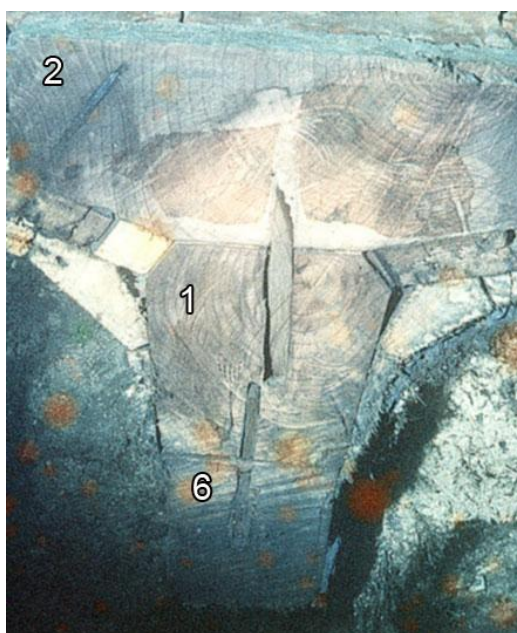


Fig. 180.- Fotografía del corte transversal coincidente con la zona proximal de la carpintería del codaste. 1.- Quilla con alefriz en bisel simple, 2.- Macizo sobrequilla-. 6.- Falso codaste que conforma el alerón de deriva del barco. (Autor a partir de foto en www.ccj.univ-provence.fr).

Las excavaciones en la **proa** del barco iniciadas en 1980 dejaron con toda intención un tramo de 4 m de longitud como testigo de que se trataba de una zona del casco ya bien conocida a diferencia de la proa que presentaba un gran interés. Se partió de la hipótesis de trabajo que la *Madrague de Giens* podría ser uno de esos barcos que presentan la proa cóncava conocidos por la iconografía como el mosaico de los *Syllectains* de la Plaza de las corporaciones de Ostia donde se observa un codaste que crea un plano inclinado característico y una proa particular.

Se excavó un área con una longitud de 8,80 m donde la carpintería conservada presentaba como las líneas del casco se cerraban de manera abrupta, creándose casi una proa “en punta”. La excavación permitió documentar el tramo de la proa de la carlinga, ya documentado en la popa y en la parte central del casco (Fig. 178). Con una longitud total de 8,10 m la carlinga se encastra sobre las varengas y, mediante cajones practicados para tal efecto, sustenta los pies de los mástiles a la vez que reparte los esfuerzos mecánicos que provocan éstos por todo el casco. Aparte de la cavidad central, presentaba en la proa otra para la colocación de un segundo mástil. Sin embargo, la

disposición de las cavidades o mortajas y las características propias del cargamento impedían totalmente la colocación de un mástil, inclinado como se aprecia en la iconografía, por lo que parece más probable que en esta mortaja se colocase un puntal vertical sobre el que se apoyaría a nivel del puente de cubierta el mástil de proa con la inclinación necesaria (Fig. 182).

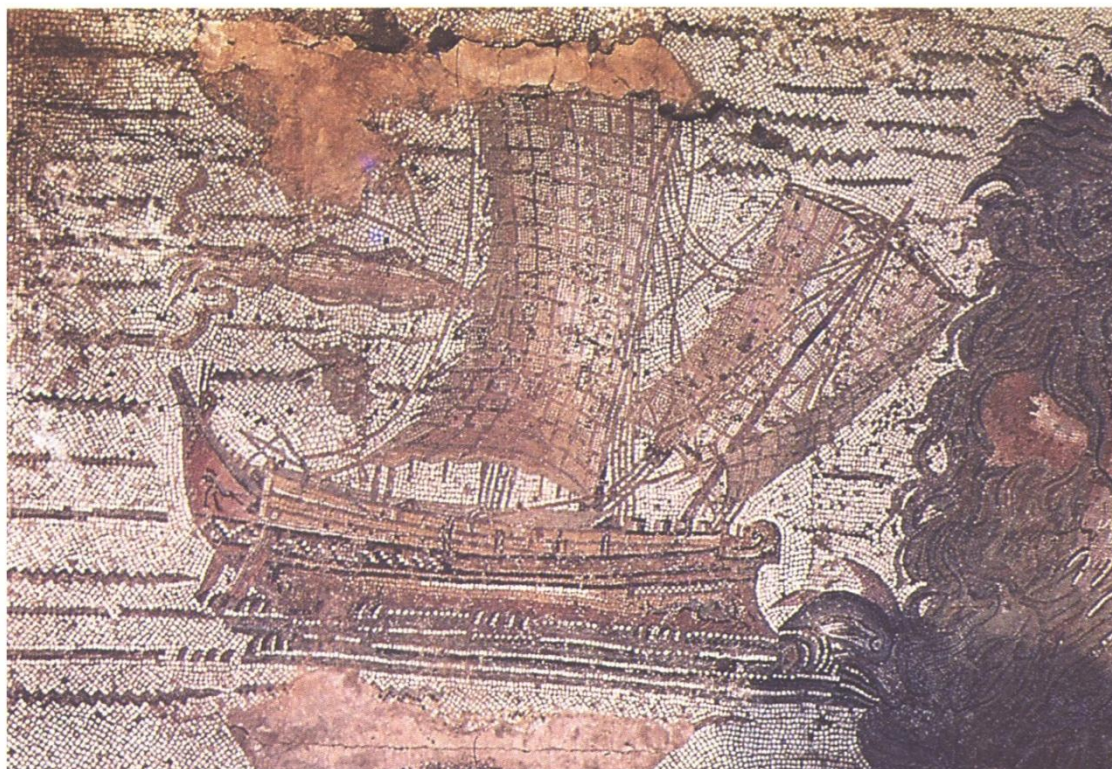


Fig. 181.- Ejemplo de nave de gran porte donde la *ratio* entre la eslora y manga da como resultado una nave de comercio alargada. Mosaico de Thémétra, Túnez (Pomey *et al.* 1997: 89).

Al igual que en la popa, se documentó como la proa asciende progresivamente desde un punto situado a 7 m del arranque de la roda, justo delante del inicio de la carlinga y, a pesar del lanzamiento del ángulo de la roda, las dos extremidades del casco no son simétricas. La roda propiamente dicha solo conserva 40 cm de altura (por la característica de ser cóncava), puesto que se une directamente a un tramo de empalme (brión) con la quilla. Presenta un ángulo de lanzamiento de 62° con el plano horizontal mirando a la popa. Para proteger y consolidar náuticamente esta pieza, un tajamar la refuerza por la proa. Solo se conserva su parte inferior con una longitud de 1,45 m, pero se puede restituir en función de las formas de la roda, creándose una línea cóncava pronunciada (Fig. 178). La posición “inversa” de la roda con el tajamar no sobrepasaría los 9,50 m de longitud total para esta carpintería. El ángulo de ascenso de la quilla en la proa es más suave (10°) que no en la popa ($16,5^\circ$). El pecio de la *Madrague de Giens* es uno de los pocos ejemplos arqueológicos de barcos con la proa cóncava, atestiguada en la iconografía menos profusamente que las proas convexas o “cascos simétricos”.

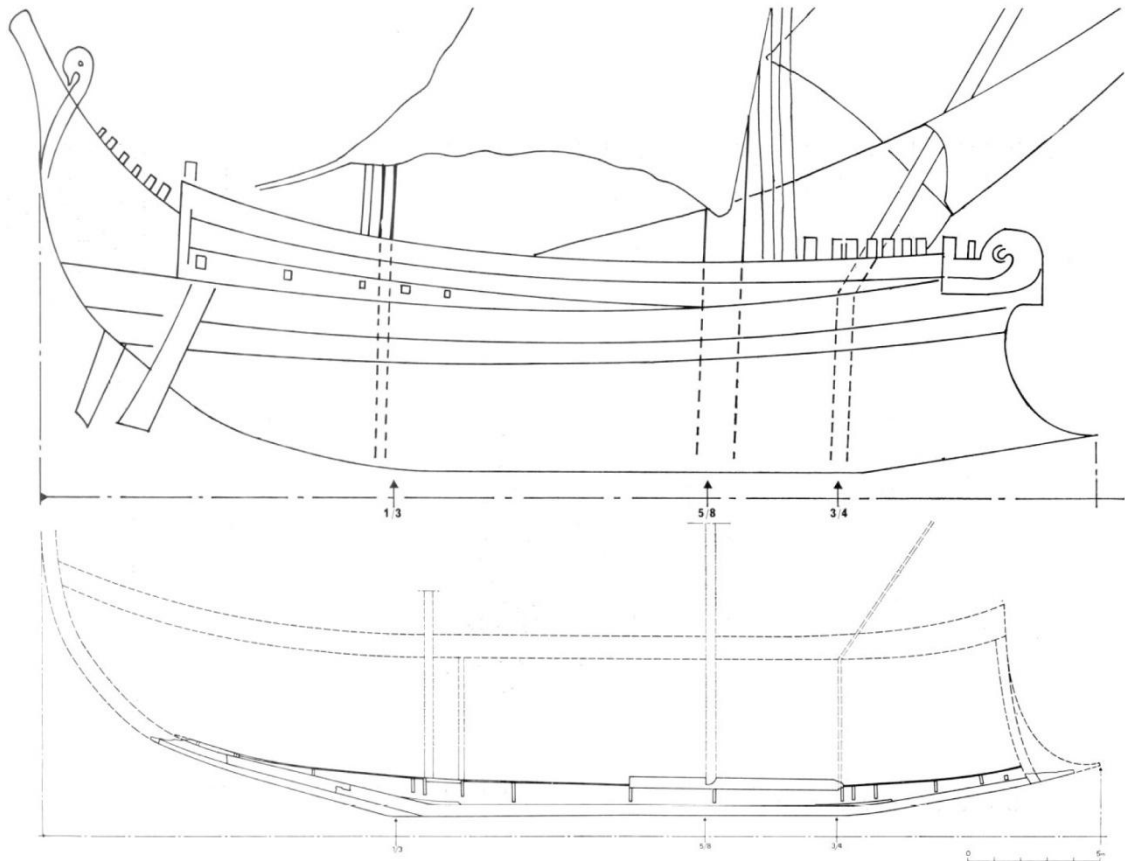


Fig. 182.- Comparación de las proporciones entre el barco del mosaico de Thémétra y el pecio de la *Madrague de Giens*. La situación de mástil principal junto con los ángulos de la proa y la popa son reveladores para identificar como el modelo de navío coincide con las proporciones del pecio (Pomey 1982: 147).

La forma de su tajamar puede parecer sorprendente en un navío de comercio ya que su función militar está completamente descartada tanto por las características y función del propio barco (velero de gran tonelaje) como por la misma solidez de esta carpintería de la proa, en ningún caso destinada a recibir fuertes impactos, por la presencia de una espiga simple con clavija en la roda y mortajas practicadas en el tajamar.

Su explicación, como en el casco de la popa, está relacionada con las mejores funciones náuticas y la fortaleza de la carpintería axial, también por el aprovechamiento del espacio de carga (hay cargamento hasta en la misma proa) porque se puede retrasar al máximo el cierre de las líneas del agua hacia la proa. También el cierre afilado de la proa y el aumento “artificial” de la eslora que ello provoca, se traduce en un aumento del plano de deriva. También se comporta como un elemento que modifica como se forma la ola en la roda, disminuyendo el freno al avance del barco, mejorando por ello la velocidad.

Tras las excavaciones realizadas en la *Madrague de Giens* se han podido restituir las proporciones del navío. Con 35,10 m conservados la eslora total es de 40 m y la manga máxima es de 9 m y el puntal en el orden de 4,50 m, lo que comporta un tonelaje de porte de 375 t. (Pomey 1982: 146). La *ratio* entre la eslora y la manga es

superior a 4 (eslora/manga=4,4) lo que sobrepasa el valor de otros barcos, bien que de dimensiones más modestas, que presentan coeficientes más próximos a 3. A más elevado sea el coeficiente, la velocidad del velero podría ser superior. La forma muy lanzada de la popa junto con la proa poco elevada mejorarían el comportamiento del barco a la vez que la situación del centro de movimiento con la colocación del mástil principal a $\frac{5}{8}$ de la eslora y el mástil de proa de $\frac{1}{4}$ implicaban una posición muy avanzada del centro del velamen, acorde con el centro de movimiento del casco (Pomey 1982: 148). Esta disposición del velamen junto con las formas del casco, debió de conferir al barco mayor estabilidad y velocidad. La hipótesis de un tercer mástil en la popa por la analogía con la iconografía es más que viable, también por lo que hace referencia al equilibrado y balance del casco. Este tipo de velas cuadradas y el fuerte plano de deriva, sin duda permitieron a la *Madrague de Giens* navegar remontando el viento como los veleros con velas cuadradas del s. XIX (Pomey 1982: 152).

La semejanza de la arquitectura de la *Madrague de Giens* con el barco del mosaico de Thémétra del mediados del s. III d.C. en Túnez (Fig. 181) es asombrosa, coincidiendo incluso las propias proporciones del casco. Ello ejemplifica que las representaciones de la iconografía en ocasiones son muy verídicas y fieles, por lo que la comparación entre la *Madrague de Giens* y la referida iconografía puede llevarse más allá, puesto que no se trata de una representación fantasiosa. El velamen, sobre todo por lo que hace referencia al mástil de proa, difiere enormemente de los representados en otras iconografías, sobre todo por sus dimensiones, lo que le permitiría una propulsión de primer orden aparte de su papel de equilibrado del navío. Las representaciones de Ostia y Thémétra son respectivamente del s. II y II d.C. por lo que este tipo de grandes veleros como la *Madrague de Giens* quizás no debemos hacerlos exclusivos del periodo helenístico, si bien por el momento no tenemos evidencia arqueológica de barcos de características asimétricas y gran porte en el periodo imperial (ya que *Saint Gervais 3* no puede ser comparado por su reducida eslora y tonelaje). Igualmente en el s. I a.C. se trataba de un tipo de nave muy evolucionada a partir de modelos que se podrían remontar décadas en el tiempo.

El pecio de la *Madrague de Giens* ejemplifica como los barcos de mediano y gran porte se construían con un comportamiento completamente eficiente en el medio marino y con una arquitectura capaz de soportar los esfuerzos propios de la navegación, algo que puede parecer un apriorismo, pero que la *Madrague de Giens* corrobora, gracias al saber consuetudinario de los maestros navales. En las grandes obras, nada se dejaba a la improvisación.

10.16. POINTE DE POMÉGUES

El pecio de *Pointe de Pomègues*, del que solo se conserva el costado de estribor, está situado en la rada de Marsella a 21 m de profundidad. Fue objeto de actuaciones arqueológicas de salvamento por la DRASM en 1977 y 1978 que no han sido publicadas hasta la fecha (Pomey 2002b: 11)¹⁴³. Transportaba un cargamento homogéneo de ánforas Dr. 1 B estibadas al menos en dos capas, lo que fija la fecha de su hundimiento en la primera mitad del s. I a.C. Durante el naufragio la quilla fue arrancada del casco y desapareció completamente. Sus dimensiones son superiores a los 20 m de eslora y su manga se comprende entre los 6 y 7 m, por lo que puede ser considerada como una gran nave.

El casco presenta doble casco. Se conserva la primera y segunda traca de aparadura de 5 cm y 4,5 cm de espesor respectivamente. El forro principal tiene un espesor de 3,5 a 3 cm, es de *Pinus sylvestris* y el de revestimiento con 2,5 cm de espesor es de *Abies*. De la carpintería longitudinal se conserva una tabla del palmejar muy robusta (*Quercus*) con 12,8 cm de espesor y 24,5 cm de anchura, con encajes en su cara inferior para asentarse sobre las cuadernas y una vagra o payol de 3,5 cm de espesor.

En la carpintería transversal se alternan varengas y semicudernas (todas en *Quercus*). Están unidas al casco por cabillas de madera sin presencia de clavos metálicos, pero nunca a quilla. Las primeras tienen una anchura media de 9-10 cm y una altura en su parte central de 35 cm, que desciende hasta los 10-11 cm según se alejan del eje axial. La fuerte altura de éstas indica que la sección del casco sería muy pinzada con la traca de aparadura poligonal à *retour de galbord*. Las semicudernas tienen 9 cm de anchura y 10 cm de altura (Fig. 183).

En la campaña realizada por Pomey y Guibal en 1991 dentro del programa de investigación *Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée* se localizó una zona ya excavada en 1978 donde se encontraron partes del codaste (*Ulmus*) con una altura de 26,5 cm y una anchura de 15 cm y su durmiente o alerón de deriva (*Alnus glutinosa*) de 19 cm de altura y una zapata de protección de 3,5 cm de espesor. Todas estas piezas de la popa estaban unidas a una porción de la quilla (*Quercus*) de 16 cm de altura y 15 de anchura por el rayo de Júpiter. La separación del codaste del fragmento del casco conservado, con la pérdida de la quilla, indica un fuerte golpe, que desarmó otras partes del barco con un hundimiento casi instantáneo.

¹⁴³ Por lo que en la bibliografía solo disponemos de las informaciones recogidas por Pomey en su artículo del 2002: *Remarque sur la faiblesse des quilles des navires antiques à retour de galbord*.

La presencia de un codaste complejo, junto con el doble casco, confirma a juicio de Pomey (2002b: 12) la importancia de esta nave, siendo muchas las analogías observadas con el pecio de la *Madrague de Giens*.

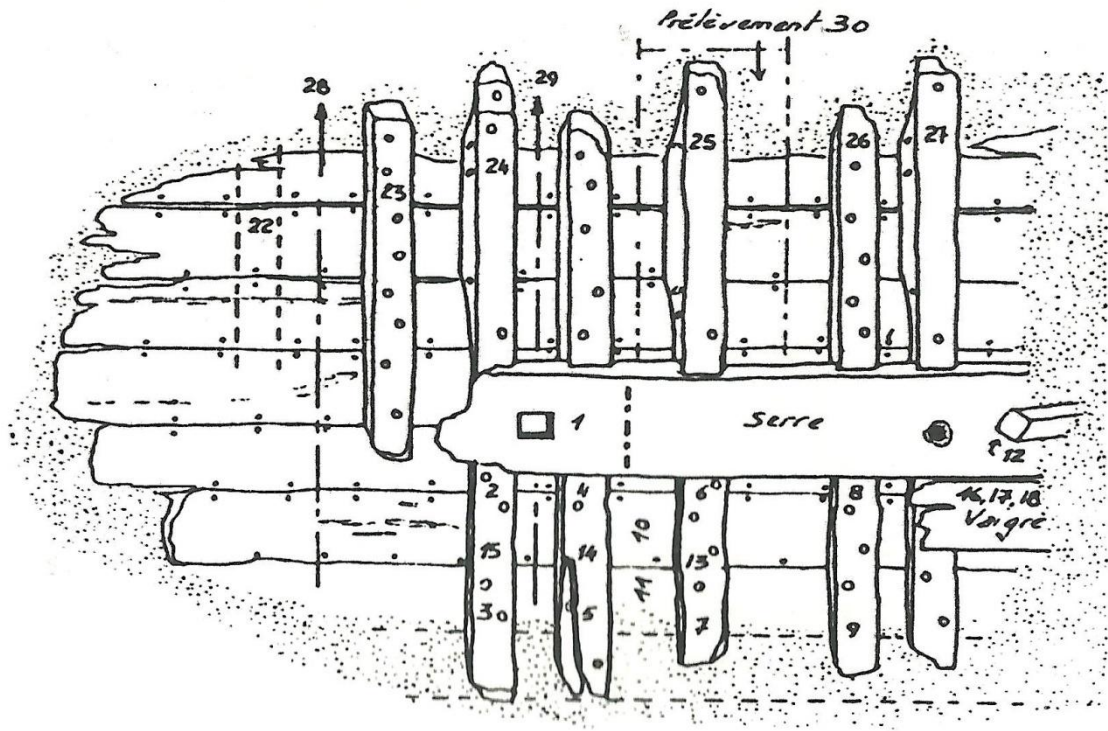


Fig. 183.- Plano de síntesis del pecio de Pointe de Pomègues. (Dibujo de planta de Michel Rival, CCJ-CNRS en Pomey 2002b: 12).

10.17. CAP DE L'ESTÉREL

El pecio de *Cap de l'Estérel*, se encuentra próximo a la península de Giens (Francia) a una milla náutica al SE del cabo a 23 m de profundidad. Descubierta en 1968, se trata de un pecio del s. I a.C. con ánforas Dr. 1A que ocupa una zona de 12x5 m, con su cargamento afectado por la pesca de arrastre (Tchernia 1969: 475-476). En 1971 Carrazé realizó una actuación motivada en parte por el expolio. Si bien existen algunos breves trabajos sobre las estampillas observadas en el cargamento, las informaciones que poseemos de su arquitectura naval son muy limitadas, a pesar de que presenta unos restos bien conservados de su casco. Será gracias al análisis realizado en este pecio dentro del programa de *Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée* dirigido por Pomey y Guibal, como podemos conocer unos mínimos datos (Pomey 1994: 44). Se trata de un barco construido con un casco simple sin forro externo de láminas de plomo, que conserva la carlinga del mástil encastrada sobre las varengas (Fig. 184). Es de destacar la observación de Pomey, que nos ha llevado a incluir a este pecio en el *corpus*, de que se trata de una arquitectura naval cuya carpintería transversal está compuesta a la altura del eje axial únicamente por una sucesión de varengas (no sólo en el tramo de la carlinga), sin presencia alguna de semicuernas. Las identificaciones xilológicas han dado como resultado la presencia de *Quercus*, *Pinus sylvestris* y *Abies alba* para la construcción del casco y *Quercus ilex* para los elementos de ensamblaje.



Fig. 184.- Vista cenital del pecio de *Cap de l'Estérel* donde se observa la carlinga con los cajones para el sustento del mástil (Foto: Chéné, CNRS-CCJ en Pomey 1994: 43).

10.18. CAP GROS

El pecio de *Cap Gros* está situado a 54 m de profundidad y a unos 800 m al sudeste de la punta del cabo Gros, península del cabo de Antibes (Francia). El yacimiento está muy expuesto a los vientos y a una fuerte corriente NE/SW que dificulta enormemente las inmersiones haciéndolas peligrosas. A pesar de ello diez años después de su descubrimiento en 1977 ya se había vaciado su cargamento de ánforas Dr. 1B y 1C por los clandestinos, 500 unidades aproximadamente (Joncheray 1989: 63).

Se realizó un sondeo en 1987 y una excavación programada en 1989 con una trinchera de más de 9 m de longitud descubriéndose parte del casco con la presencia de un importante lastre (800 kg por m²) y la bomba de achique todavía *in situ*. El material arqueológico (Lamb. 27c, *ollae* y vaso troncocónico ampuritano) ha permitido la datación del naufragio entre el final del s. II a.C. y la mitad del s. I a.C.

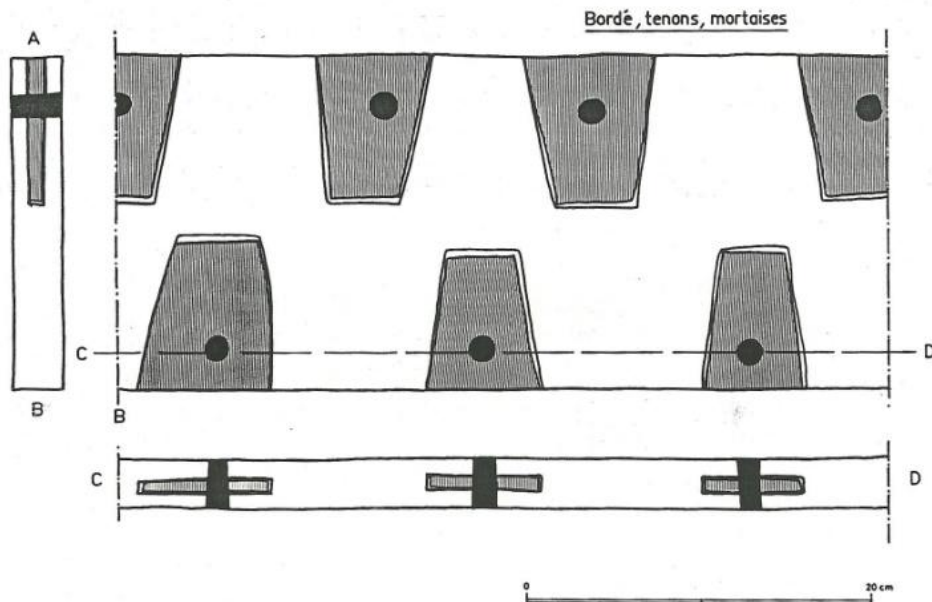


Fig. 185.- Vistas de un fragmento de traca de casco del pecio de *Cap Gros* (Joncheray 1989: 65).

La quilla fue excavada, pero las fuertes líneas pinzadas del casco no permitieron su observación y estudio, ya que la cara superior se encontraba un metro por debajo del nivel superficial del fondo marino (Fig. 188). La anchura en su cara superior es de 9,2 cm y el ángulo que forman las tracas de aparadura es de 38° en la zona de la bomba de sentina. No se pudo determinar la sección de la traca de aparadura, ni de la segunda traca. La tercera traca tiene una anchura de 19,3 cm y 3,6 cm de grosor y presenta trazas de brea en su cara interna.

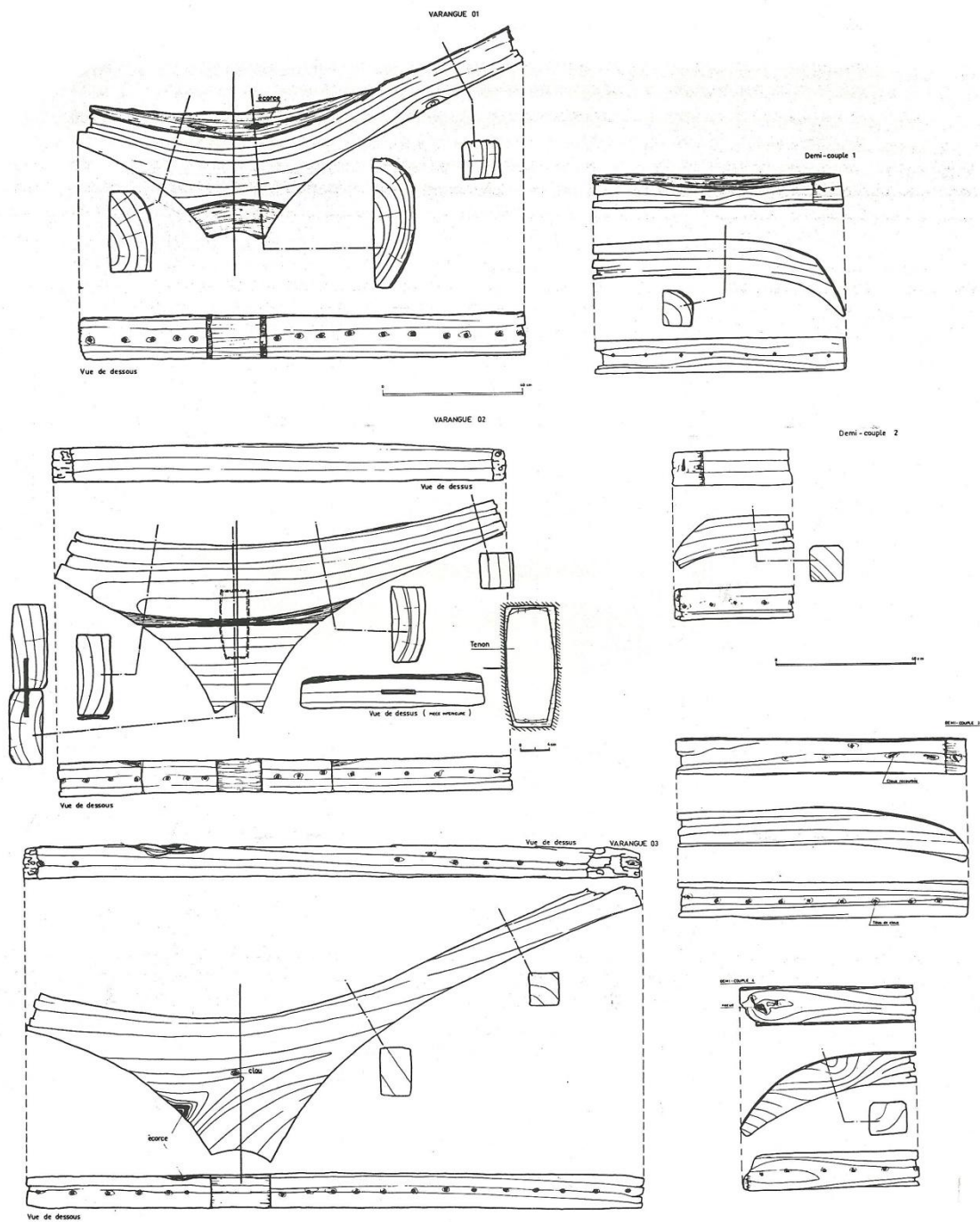


Fig. 186.- Vistas laterales, caras superiores e inferiores y secciones de las piezas de la carpintería transversal de la porción excavada del *Cap Gros*. Respecto al sistema de unión, se observa como se trata de cabillas de madera que han hecho de guía a clavos metálicos de sección cuadrada (Joncheray 1989: 67).

Las tracas de forro (*Pinus sylvestris*) se conservan en muy buen estado, a pesar de que la nave se encuentra de costado, lateralizada. Se observó en la zona excavada la unión de dos tramos de traca de casco mediante un rayo en bisel. Las espigas son en *Olea europaea* con 5,5 a 6,5 de anchura, de 8 a 8,5 cm de profundidad y un grosor de 0,6 cm (Fig. 185). Las clavijas de fijación tienen diámetros que van de los 1,6 a los 2

cm. Las mortajas tienen prácticamente las dimensiones justas para alojar a la espiga y la equidistancia entre ellas es de 6 cm.

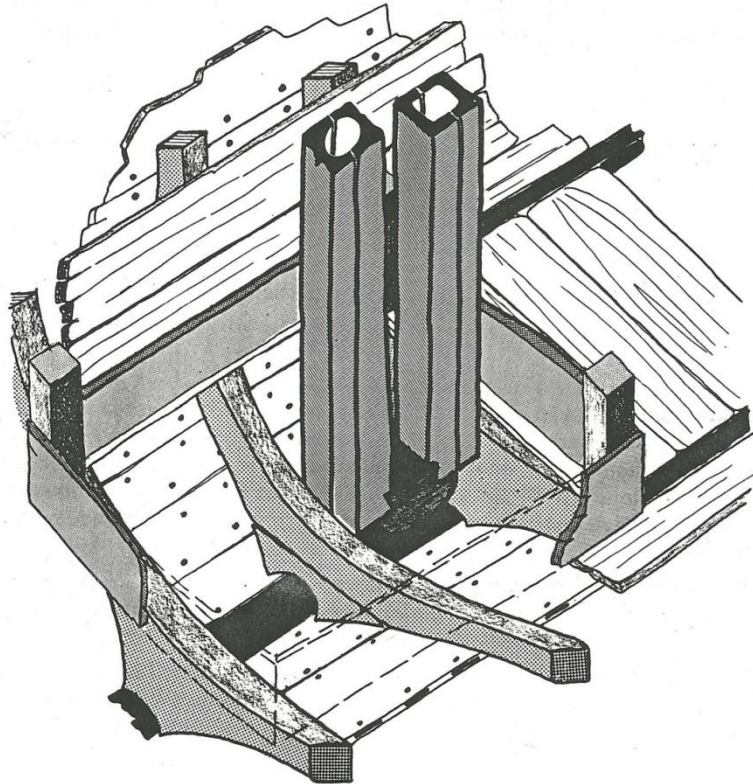


Fig. 187.- Reconstrucción axonométrica de la zona excavada con la presencia de la bomba de achique (Joncheray 1989: 77).

La carpintería transversal se compone en la zona excavada de tres varengas y de dos pares de semicuernas (*Pinus halepensis*) fijadas al casco por cabillas de olivo (*Olea europaea*) que han servido de taco guía a clavos metálicos de sección cuadrada tal y como se observa e indica por los autores en la Fig. 186. Presentan una *malla* de separación de 11,4 cm. La varenga 01 conserva en su centro una altura de 36 cm con 12 cm de anchura. Presenta un imbornal de perfil triangular muy separado (en torno a los 10 cm) de la cara superior de la quilla. Hay clavos de fijación con el casco pero en ningún caso con la quilla. No se observan clavos de fijación para las vagras en la cara superior de la varenga. La número 02 está construida en dos piezas, donde el tacón de la varenga se une mediante una espiga a la pieza principal. Las semicuernas siguientes se sitúan a los flancos de los tubos de la bomba de achique. Con 9,5 cm de altura y 9-9,5 cm de anchura tienen una sección muy cuadrada y presentan un acabado en bisel en la cara que mira hacia el eje axial de la nave. Presentan al menos la punta perdida de tres clavos de sección cuadrada colocados desde el exterior del casco, algo que contradice el método observado en la Fig. 186.

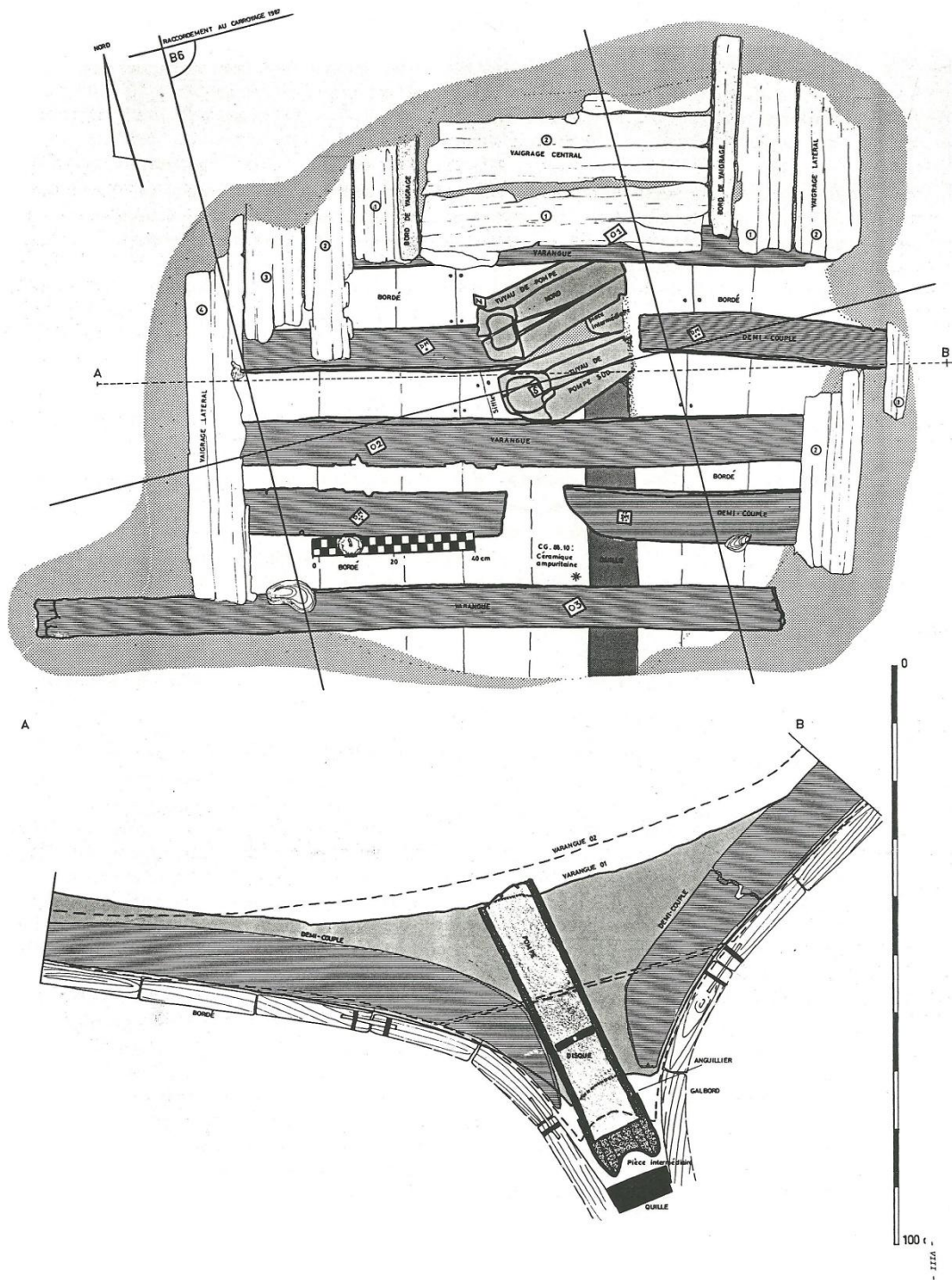


Fig. 188.- Planta de la excavación del casco del Cap Gros con una sección transversal en el centro de la cata. (Joncheray 1989: 72).

En la zona excavada se constata la presencia de vagras longitudinales y transversales. Éstas últimas tienen entre 60 y 70 cm de longitud y entre 4,8 y 5,2 cm de grosor (*Pinus halepensis*) (Fig. 188).

10.19. DRAMONT A

Descubierto en 1956 por C. Santamaria, el pecio de *Dramont A* se encuentra al sudoeste de la isla d'Or, próxima a Saint Raphaël, entre 35 y 39 m de profundidad. Fue objeto de varias actuaciones arqueológicas desde su hallazgo, iniciándose su excavación arqueológica subacuática en 1971, tras un expolio sistemático de su cargamento de ánforas, estudiándose el casco de la nave entre 1975 y 1979 (Liou, Pomey 1985: 569-572). Fue objeto de un estudio en 1998 dentro de las campañas del programa “*Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée*” (Pomey, Guibal 1998), donde se rehizo la planimetría básica del yacimiento, para comparar como se habían preservado los restos desde las campañas de la década de los setenta. La excavación de la zona delantera del pecio mostró que el cargamento anfórico ocupaba una gran parte del espacio. Se recuperaron en torno del centenar de ánforas Dr. 1B, gran parte de ellas con la estampilla MOC en el labio, y fue descubierta una sola moneda, un denario de plata de *Lucius Marcius Censorinus* fechado en 82 a.C. La presencia de dos ánforas Dr. 2-4 (¿Cos? ¿Campania?), y una Pascual 1 (Liou, Pomey 1985: 569), junto con vajilla común, una copa campana de pasta gris y un molino parecen indicar que una pequeña cabina o pañol estaría dispuesta en esta parte del navío. Los autores fechan el naufragio en la primera mitad del s. I a.C.

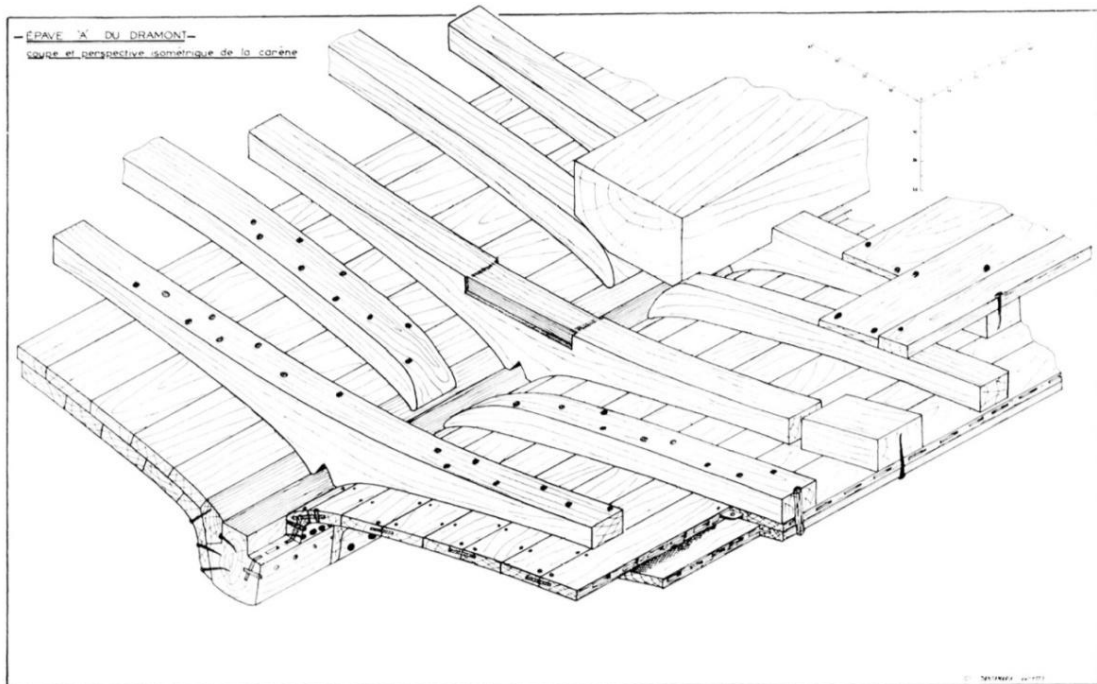


Fig. 189.- Axonometría de la zona central del casco del *Dramont A*. Se puede observar la presencia de un doble casco, pero con únicamente una traca de aparadura interna que se aloja en una quilla con alefriz con encaje de grandes dimensiones. El casco externo, claveteado al interno, está revestido exteriormente con láminas de plomo. La disposición de las espigas es a tresbolillo respecto de las caras laterales de las tracas de forro. Se observa la alternancia de varengas y semicuernas unidas al casco por cabillas de madera dispuestas a tresbolillo, así como por clavos a punta perdida. Las varengas presentan un imbornal central con perfil triangular. En las varengas más centrales se observa el encaje para la carlinga del mástil. Por último se observan dos vagras anchas y un palmejar, todos unidos a la carpintería transversal por clavos. (Santamaria 1975: 193).

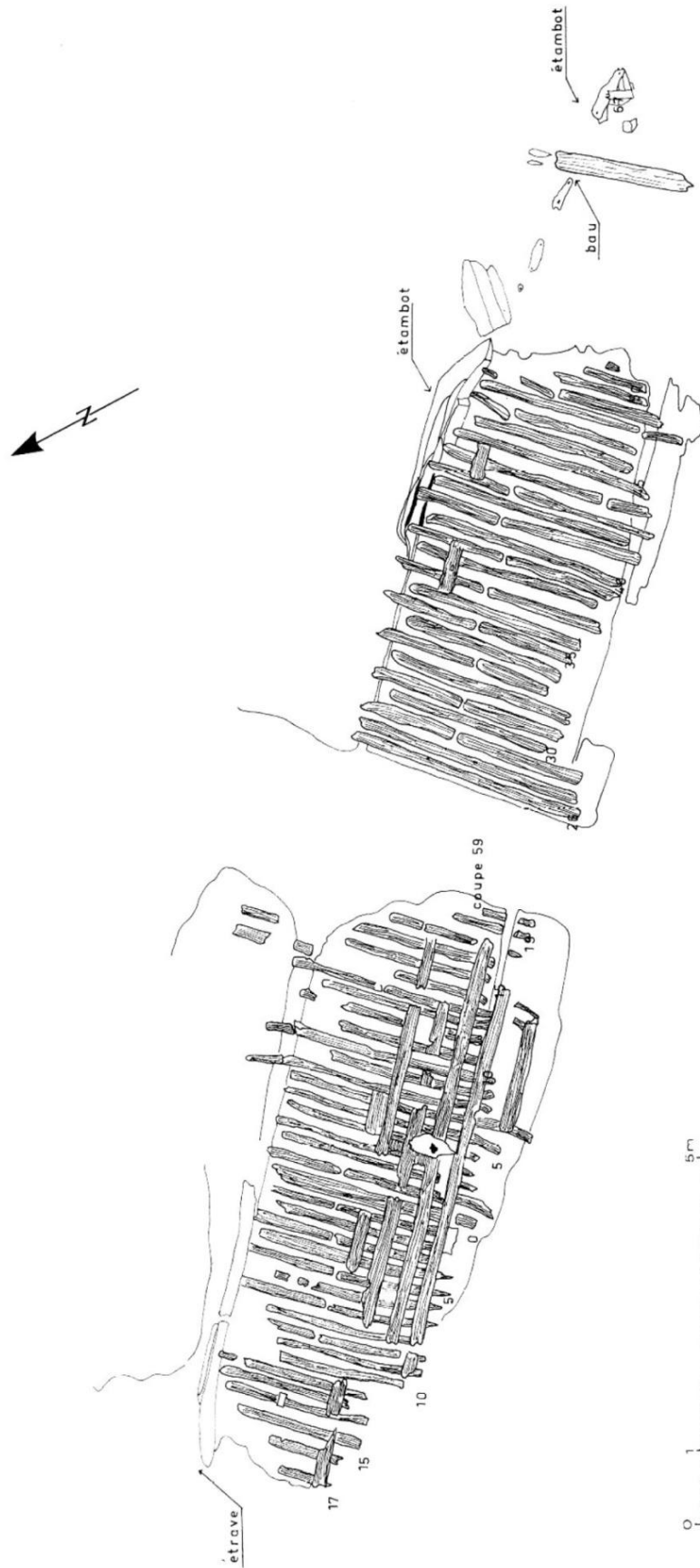


Fig. 190.- Planimetría del *Dramont A* (Liou, Pomey 1985: 568).

El estudio del casco se realizó en una zona de 9 x 5 m en la mitad delantera del pecio y en 10,5 x 4,5 m en la parte posterior. Conservaba sobre 17 m de longitud y de 4 a 8 m de anchura, coincidente con el costado de babor, lo que llevo a restituir la nave como de 25 m de eslora por 7 m de manga máxima. Se trata de una nave de doble casco (protegido por laminas de plomo externas) y entre los dos cascos se colocó un tejido empapado de un producto resinoso. La quilla, de la que no existen publicadas medidas, presenta un alefriz con encaje para la unión con las tracas de aparadura de sección poligonal, que esculpidas evolucionan a lo largo del recorrido desde la proa a la popa, creando unas líneas del casco angulosas y pinzadas como encontramos en otros pecios del periodo como es la *Madrague de Giens*. La traca de aparadura del segundo casco no se aloja en un alefriz de la quilla, sino que está directamente claveteada, sistema que recuerda en parte al pecio de *Fos I*.

La carpintería transversal se compone de una alternancia entre varengas (de 8 a 13,4 cm de anchura) y semicuadernas (de 10 a 18 cm de anchura) (Liou 1973: 594), salvo en la zona más central de casco, donde se localizan un grupo de al menos 8 varengas seguidas. En la zona noroeste se localizaron cuatro varengas seguidas que en sus caras superiores tenían encajes y marcas de uso. Las dimensiones de éstas eran coincidentes con las de la carlinga del mástil, de 4 m de longitud, que iba directamente encastrada sobre las varengas. Las cuadernas fueron objeto de un estudio detallado, comprobándose que se unen sistemáticamente al casco por clavos de hierro a la altura de las dos primeras tablas (traca de aparadura y siguiente), siendo después mediante cabillas y algún clavo esporádico. Se consideró una particularidad de este pecio la presencia de clavos para la unión de las primeras tablas con la quilla, confirmando así la utilización del claveteado en hierro desde la primera mitad del s. I a.C. (Liou, Pomey 1985: 572). El *proceso de construcción* a casco primero cuando se trata de un doble forro, requiere de varias fases para la unión de la carpintería transversal a la estructura (Fig. 195).

La extracción de una porción de la quilla y el codaste permitió observar la estructura del rayo de Júpiter fijado por clavija o llave de bloqueo, semejante a la del pecio de la *Madrague de Giens*. Exteriormente, esta unión está reforzada por un alerón de deriva (falsa roda) que se une en bisel con la quilla, quedando unida a esta por la cara inferior de la quilla mediante clavos de hierro. La unión con el codaste es mediante pernos de hierro. Un pequeño tacón de madera de forma trapezoidal e irregular recubre interiormente la junta de unión de la quilla y el codaste, pero la ausencia de elementos de fijación vertical, indican que su papel principal no era reforzar este rayo, sino que estaría en relación con la unión de los extremos de las tracas, como sugiere la presencia abundante de clavos en esta pieza (Fig. 191).

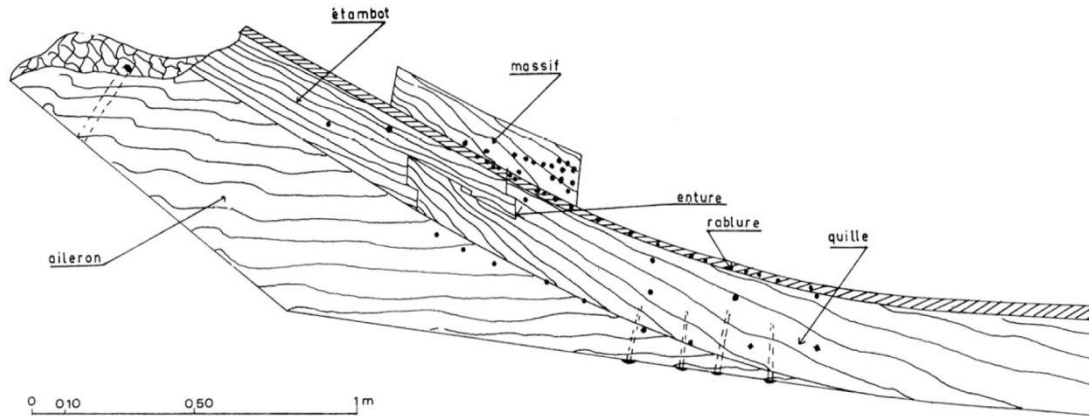


Fig. 191.- Vista lateral del arranque del codaste y la unión con rayo de Júpiter con la quilla. Unidos a éstos, está el alerón de deriva. (Liou, Pomey 1985: 569).

La excavación en esta área descubrió un fragmento de un posible bao (de sección 20 x 15 cm) con marcas de clavos y otra pieza en madera con acanaladuras y mortajas que Santamaria relacionó con la pala de un timón lateral.

Respecto a las especies vegetales documentadas en la construcción, son olmo para las cuadernas, pino silvestre para las tracas, encina para las clavijas y pino para las espigas (Santamaria 1975: 194). Es el único caso que presenta espigas de madera resinosa.

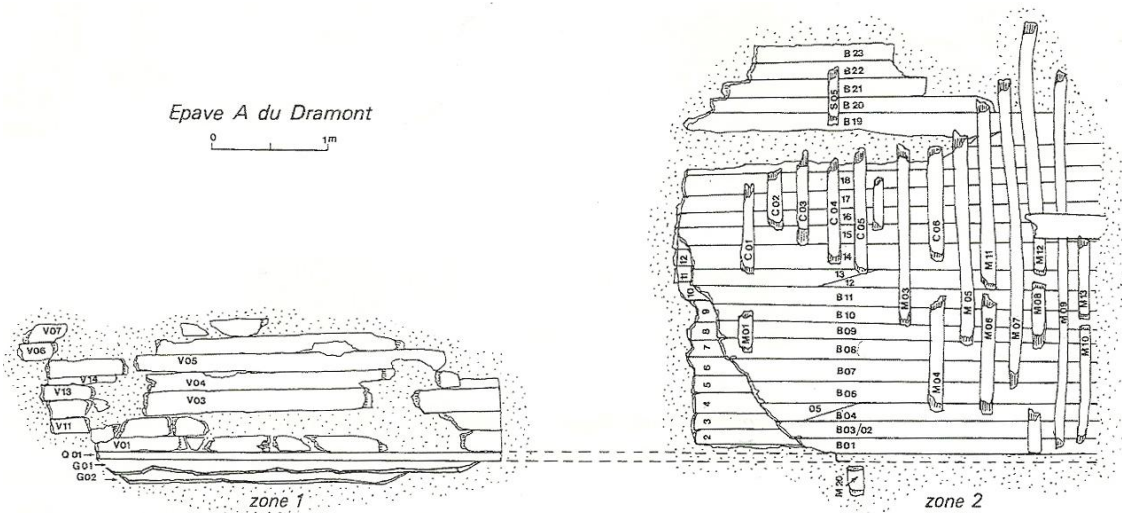


Fig. 192.- Plano del pecio de *Dramont A* en el momento de realizarse las muestras de madera en 1998 (Pomey, Guibal 2003: 52, dibujo de M. Rival, CCJ-CNRS).

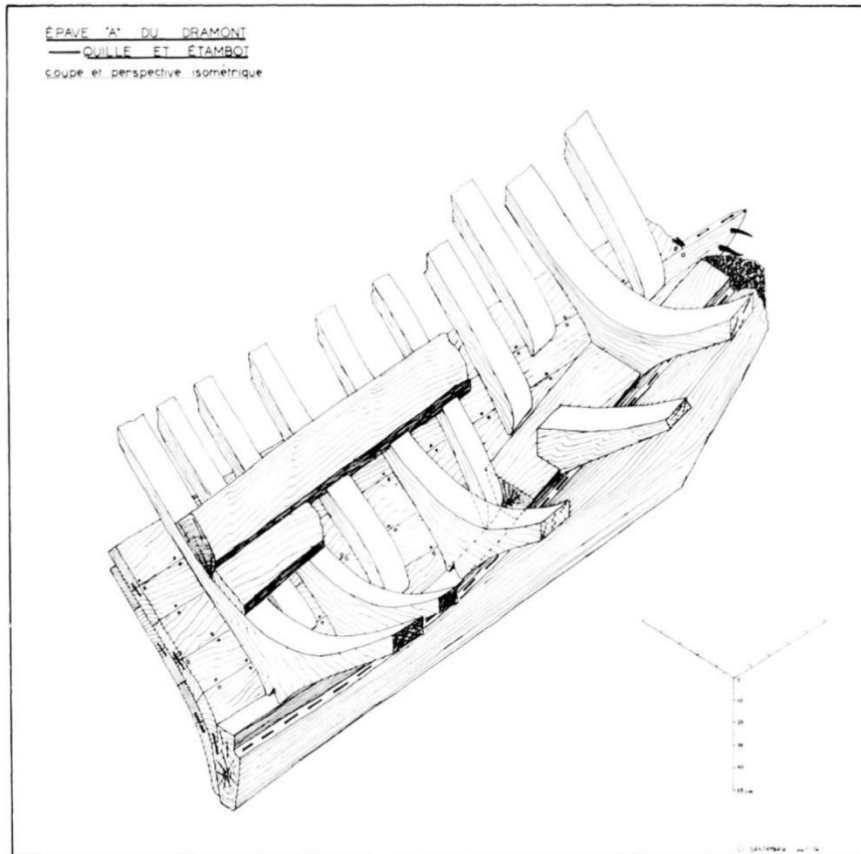


Fig. 193.- Axonometría de la zona de popa del *Dramont A*, donde se ve la sección de la quilla con alefrices con encaje, doble casco y la alternancia de varengas y semicuernas. (Santamaria 1975: 195).

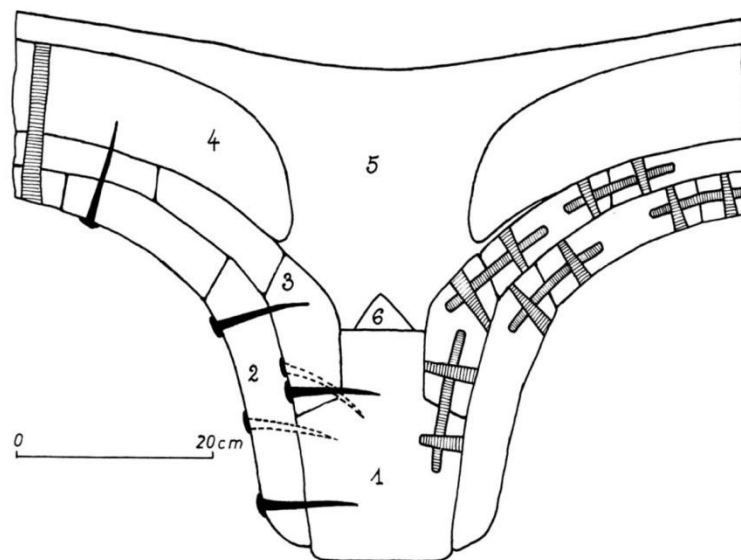


Fig. 194.- Sección transversal de la quilla y el centro del casco, cerca del extremo noroeste. 1.- Quilla; 2.- Forro externo donde la traca de apareadura está clavada a la quilla y traca de apareadura interna. 3.- Traca de apareadura unida a la quilla con alefriz con encaje, mediante espigas y clavos. 4.- Semicuernas. En segundo plano, 5.- Varenga y 6.- Imbornal central triangular. (Liou 1973: 599).

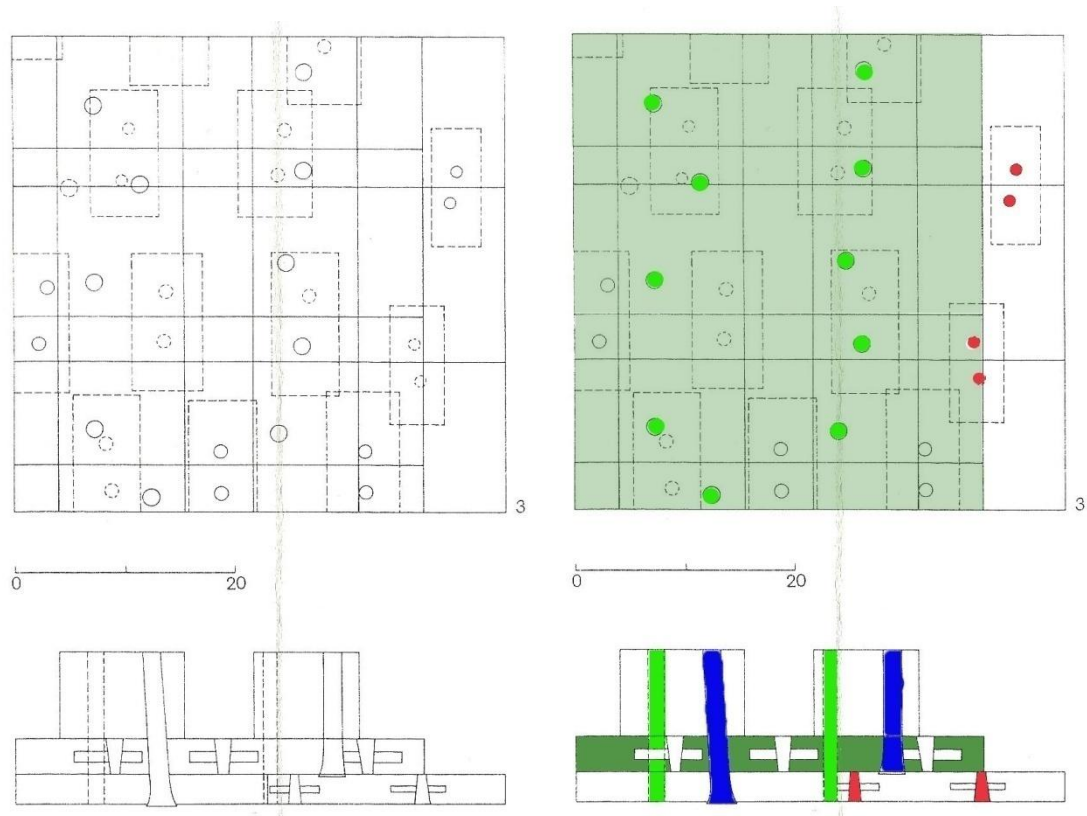


Fig. 195.- Planta y sección de un fragmento del casco del pecio de *Dramont A* donde se observa el doble casco y la secuencia de unión de las cuadernas mediante cabillas de perfil algo cónico en sus bases, coincidentes con el forro, para contrarrestar la tensión vertical ascendente de la cuaderna. Original y coloreado por el autor. (Gianfrotta, Pomey 1982: 238).

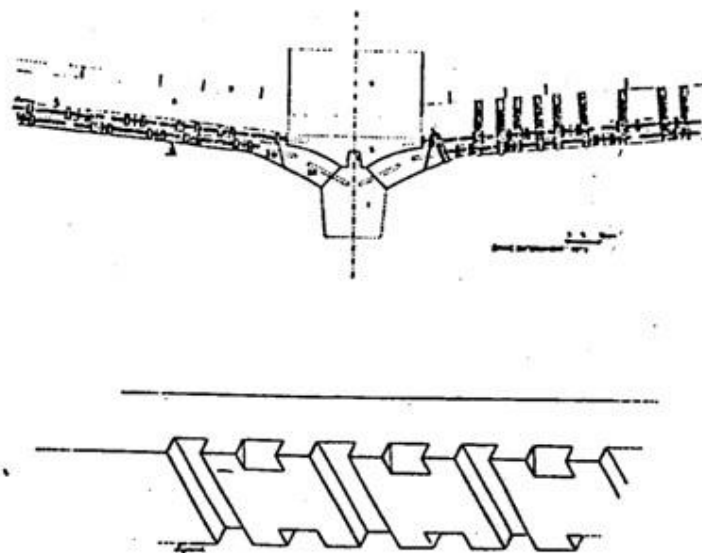


Fig. 196.- Sección del pecio *Dramont A* a la altura de la carlinga y vista de la cara inferior de ésta. La quilla presenta una sección no coincidente con los dibujos anteriores (sin referencia).

10.20. TITAN

El pecio de *Titan* se encuentra naufragado entre los 27 y 29 de profundidad en el extremo de la isla de Levante cerca de Hyères, entre Toulon y Cannes¹⁴⁴. Descubierta en 1948 se inició su excavación arqueológica en 1957 bajo la dirección de Philippe Tailliez y la ayuda de la Armada. Tras las actuaciones en el pecio de *Grand Congloué* podría considerarse a esta excavación la primera científica, con registro fotográfico en vista cenital, la realización de planimetrías y la situación del material recuperado de manera coordenada.

El cargamento de la nave en el momento de la excavación se componía de 700 ánforas de la tipología Dr. 12 con salazones (túridos y gasterópodos) de producción Bética, algunas con almendras y muchas de ellas todavía cerradas con *opercula* de terracota. Conformaban un túmulo de 30 m de longitud, 12 de anchura y 2 de altura. Su disposición era en dos capas o pisos de estiba. Sin duda un número elevado de ánforas fueron expoliadas durante los dos años anteriores al inicio de la excavación del pecio. Se recuperó, como vajilla de a bordo, cerámica campaniense B: vasitos de las formas Lamb. 2 y 3; copas formas Lamb. 1 y Lamb. 10, páteras Lamb. 5 y Drag. 17. La cerámica común era esencialmente olpes y dos lucernas Dr. 3; recipientes de cobre (una gran pátera, un *cyathus* y una cuchara), molinos planos, un ánfora Dr. 1B, fragmentos de tejas, un cepo de ancla en plomo y algunas monedas (dos semis en cobre y una votiva en la base de la carlinga del mástil, Fig. 197). Todo ello permitió al autor datar el naufragio en la 2ª mitad del s. I a.C.

Los restos del casco excavados tenían unas dimensiones de 20 x 4 m presentando al menos en tres de las tracas revisadas doble forro, unido por clavos de cobre. No se detecta la presencia de forro de plomo. Se realizó el corte de una porción de 10 m de la quilla, si bien nunca se trató con posterioridad. Las líneas del casco se presentan de fondo plano. Una de las cuadernas inicia su curvado (pantoque) a unos 2 m de la quilla. Las cuadernas estaban muy próximas unas de otras con una *malla* de 15 cm. Las varengas tienen practicado un imbornal de sección cuadrada (Fig. 198) y una sobrequilla se encaja en la carpintería transversal mediante regatas o encajes practicados en su cara inferior. La sobrequilla, las cuadernas y la misma quilla están unidas por cabillas verticales que atraviesan las tres piezas.

¹⁴⁴ Todas las informaciones de la presente síntesis del pecio *Titan* así como fotos y bibliografía han sido extraídas de *ATLAS-Patrimoine Archéologique Littoral Maritime* desarrollado para la publicación *on-line* por: Souen Fontaine (Arkaeos) y Franca Cibecchini (DRASSM), salvo las observaciones sobre la arquitectura naval, que han sido realizadas por nosotros.



Fig. 197.- Moneda con la proa de una nave descubierta en la cavidad principal de la carlinga del mástil (posterior a 89 a.C.) (Gianfrotta, Pomey 1981: 233).

La anchura de la quilla era de 19,5 cm y su altura de 22 cm. En el extremo del túmulo se descubrió el codaste de una longitud de 1,50 m. En el lado opuesto, la presencia de un cepo de plomo recuperado en 1955 parece señalar la situación de la proa. Las tracas de forro tenían un espesor de 4 a 8 cm. Las especies vegetales utilizadas para el casco son pino (quilla), roble¹⁴⁵ y quizás ciprés.

En la sección de un tramo central de casco se observa que el fondo no es pinzado a pesar de presentar una quilla con alefriz con encaje y unas tracas de aparadura de sección poligonal, que se unen con la segunda traca casi creando un ángulo recto con la vertical de la quilla. De acuerdo a la figura, el proceso de construcción continuaría con la colocación de la varenga mediante cabillas de madera que sirven de guía para clavos a punta perdida. Está en contacto directo con la quilla. Los clavos también se utilizan para unir la traca de aparadura al alefriz, así como a la propia varenga. El segundo forro se colocó *a posteriori* uniéndose sus tracas mediante espigas fijadas por clavijas y posteriormente claveteado al primer forro. La carlinga o sobrequilla, encajada sobre la carpintería transversal presenta un posible perno de unión con la quilla que según el

¹⁴⁵ No tenemos más datos sobre la presencia de roble en su arquitectura naval. No podemos establecer si se utilizó esta especie para la fabricación de las tracas de forro. Si fuera el caso, sería uno de los pocos ejemplos conocidos.

dibujo no atraviesa hasta la cara inferior de ésta. Tenía 37 cm de anchura y 33 de altura (Taillez 1965: 88, fig. 35).

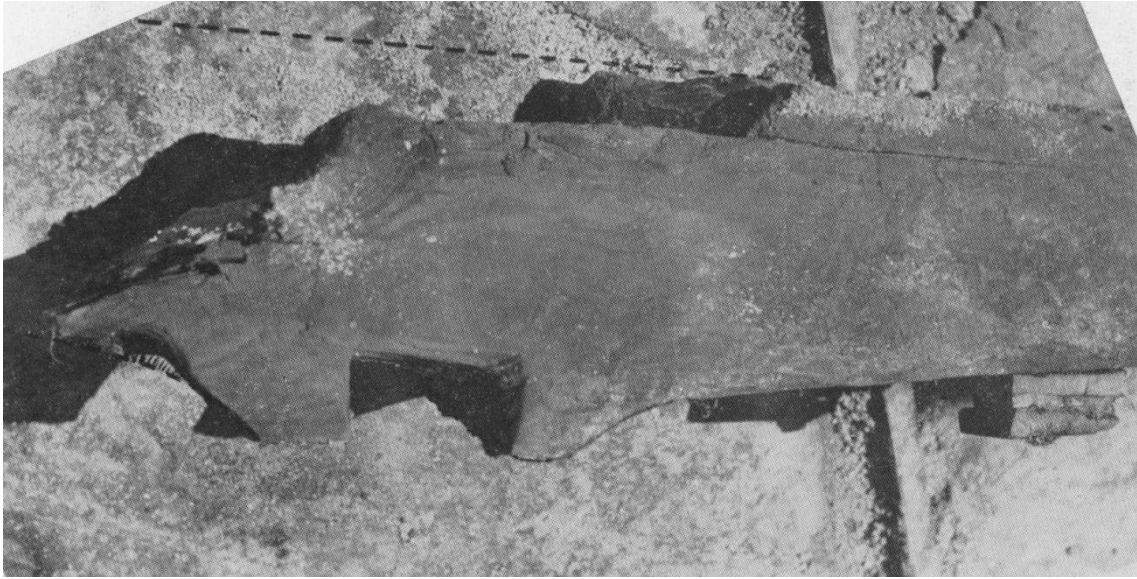


Fig. 198.- Foto del tramo central de una varenga con el imbornal de sección cuadrada (Foto de Taillez, en Benoit 1958: 13).

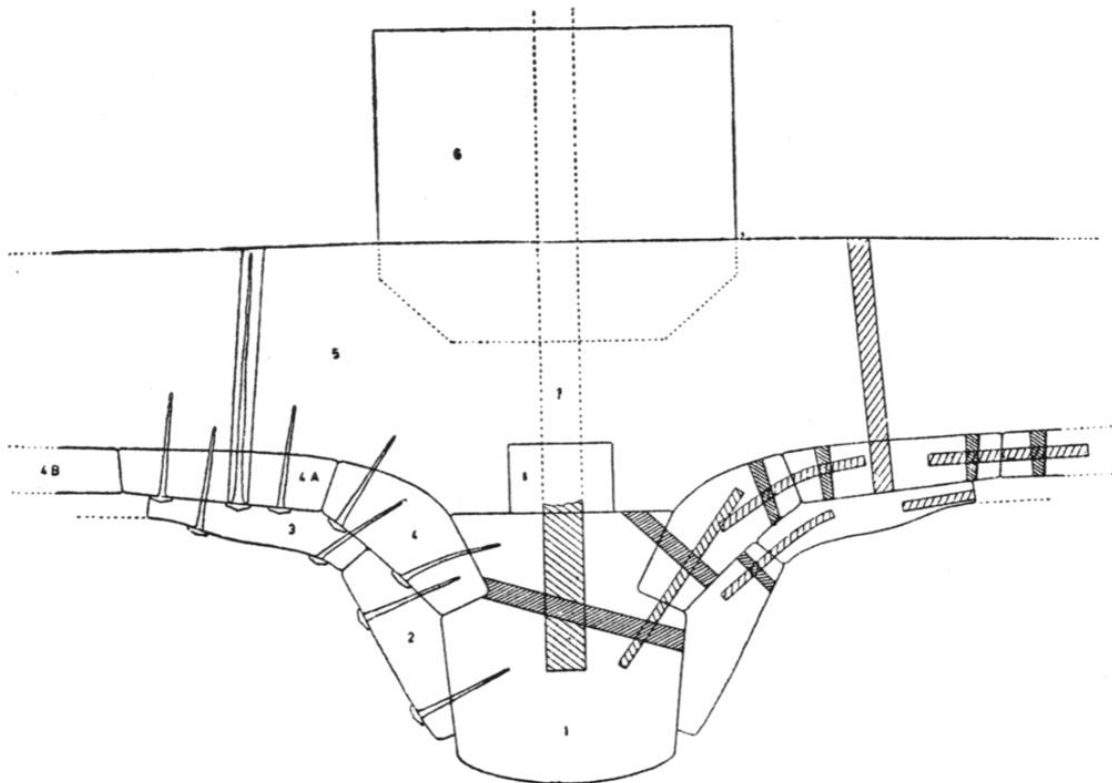


Fig. 199.- Dibujo de la sección de la quilla en la zona central del casco del *Titan* (Taillez 1961: 195).



Fig. 200.- Fotografía del proceso de excavación donde se observa la potente carpintería transversal del casco del *Titan* (Taillez 1961: 194).

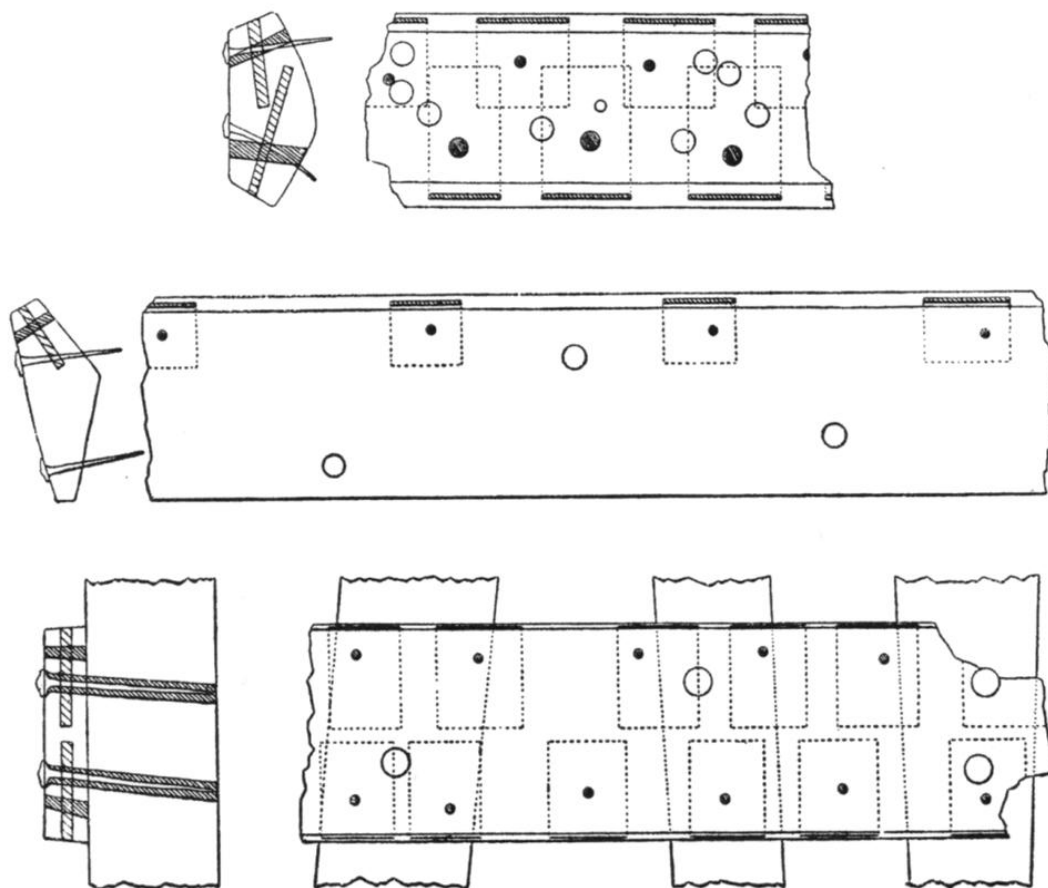


Fig. 201.- Dibujo de la traca de aparadura del forro principal y el secundario. Traca de casco con unión a una cuaderna en la zona central del casco (Taillez 1961: 195).

10.21. PLANE 1

El pecio de *Plane 1* está en el archipiélago que cierra la rada de Marsella por el sudeste entre la isla Plane y la Riou (Pomey 2002b: 13). Descubierta en 1975 fue objeto de un sondeo por parte de la DRASM documentándose la carlinga del mástil (Charlin, Gassend, Lequément 1978: 76) que presentaba una moneda ibérica votiva en el cajón principal (Liou, Pomey 1985: 556) de *Kese*. Presentaba un cargamento de Dr. 1 B (44 individuos identificados tras el expolio) procedente de la costa tirrénica, del Lacio o la Campania y que presentaban, salvo tres ejemplares, estampillas precocción en los labios con *ARTE*, *HERAC*, *METRON*, *NVN*, *PHILOX* y *SELEV* (Lequément, Liou 1976). Como cargamento secundario transportaba cerámica de vajilla de barniz rojo de Arezzo, piezas de la costa etrusco-campana, barniz negro de la costa Adriática y lucernas Dr. 2, dos de ellas con la marca N es su fondo, pareja a otra descubierta en el *Dramont A* (Santamaria, 1975).

La carga de la nave y las similitudes con el pecio de *Dramont A* y la *Madrague de Giens*, así como la presencia de cerámica prearetina, sugieren una datación para este pecio en torno al 50 a.C. (Lequément, Liou 1976). Se trata de una nave de las mismas dimensiones y características que el pecio de *Cavalière*, por lo que su eslora y porte no es destacable.

En 1992 se reabrió el yacimiento en su zona central (Fig. 202), dentro del programa de investigación *Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée* dirigido por Pomey y Guibal, constatándose que los restos documentados se correspondían con la zona a popa de la carlinga, de acuerdo a los encajes que presentaban las varengas, por lo que la referida carlinga había desaparecido. Se inició su estudio de su arquitectura naval no realizado hasta la fecha, donde se constató por el estado de los restos la violencia del hundimiento.

El piso de la bodega se encontraba en bastante buen estado y lo conformaban vagras móviles de 3 cm de grosor y palmejares fijos de 3,5 a 4 cm de espesor en *Pinus halepensis*, con unas tablas de payol transversales, apoyadas en un palmejar semejantes a las de la *Madrague de Giens*. En contraposición, la carpintería transversal compuesta por varengas y semicuadernas alternantes estaba algo desarmada y donde la forma triangular de las varengas indicaba una sección pinzada para el fondo del casco, con la quilla prominente, pero menos acusada de lo que suele ser común en pecios característicos de esta arquitectura como son el *Kyrenia* o *Madrague de Giens*.

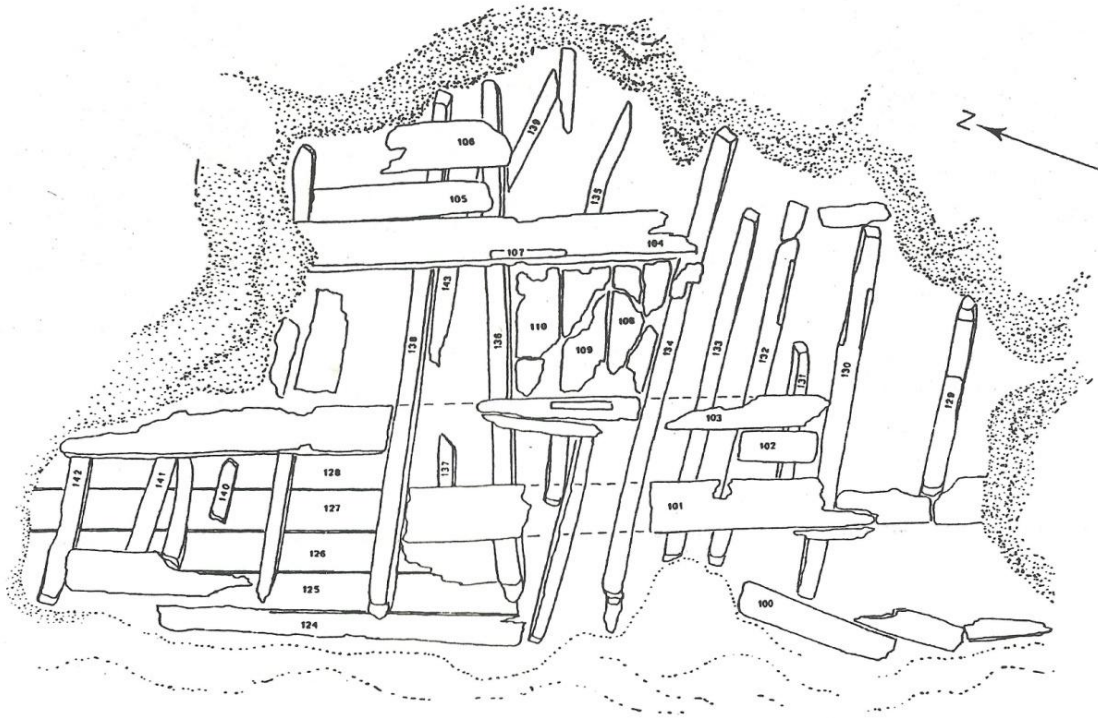


Fig. 202.- Plano de síntesis del pecio *Plane 1* tras la actuación de 1992. (Michel Rival, CCJ-CNRS en Pomey 2002b: 13).

Se conservan 5 tracas de forro con un espesor medio de 3 cm y una anchura entre los 13 y 20 cm. Las clavijas de fijación son levemente cónicas y están introducidas desde el exterior del casco salvo en la zona de la quilla, que se colocaron desde el interior. Los fragmentos de cuaderna estudiados tienen una anchura media de 7,5 cm y una altura de 8 cm, donde las varengas más potentes tienen 10-12 cm de anchura y una altura de 16 a 20 cm. Éstas presentan en su cara superior una serie de rebajes de forma triangular situados en la zona de unión entre la cara superior y las laterales para el encaje de la carlinga, practicados de manera asimétrica en cada cara lateral de la varenga, vis a vis, para evitar juegos muertos de la carlinga y contribuir al refuerzo del eje longitudinal. La unión de las semicuernas con el casco se realiza mediante cabillas de madera de 1,6 cm de diámetro, colocadas rítmicamente, alternándose pares con ligaduras y cabillas simples. Sin embargo, las varengas, con una importante altura sobre todo en su parte central, condicionan que no se coloquen las cabillas de manera vertical sino atravesando las caras laterales de las varengas, desde el interior al exterior como *Roche Fouras* o *Palamós* siendo observables las ligaduras en los pares de cabillas (Pomey, Guibal 1998).

Por lo que hace referencia a la carlinga, de más de 4 m de longitud, tan solo contamos con los datos de la actuación de la década de los setenta, ya que la pieza se ha perdido (Fig. 203). En su cara inferior están practicadas una serie de rebajes tipo regata no perpendiculares al eje axial para el asiento con las varengas, lo que sugiere que acoplaría en los encajes triangulares de las caras superiores de éstas. Entre las regatas señaladas para las varengas se practicaron unos rebajes en media luna coincidentes con los extremos proximales de las semicuernas que le bloquean los movimientos laterales a la carlinga. Su propio peso y el encaje de los puntales que soportan los baos cierran la arquitectura del conjunto. Para el asiento de la mecha del mástil presenta un

cajón principal con una cara vertical orientada a la popa y una de forma de media luna orientada a la proa, junto con tres mortajas adyacentes para la colocación de las tablas de fijación. Tiene unas características muy semejantes a la del pecio del *Cap del Vol*¹⁴⁶.

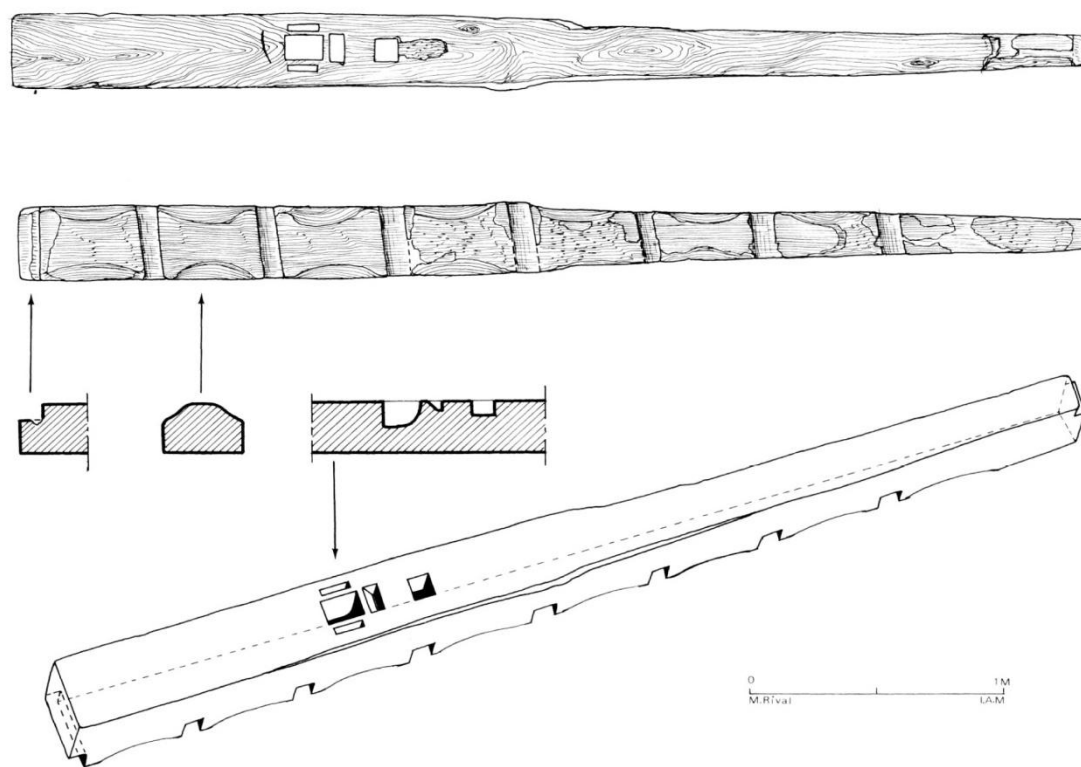


Fig. 203.- Dibujo de planta, secciones y axonometría de la carlinga del *Plane 1* (Charlin, Gassend, Lequément, 1978: 76).

¹⁴⁶ Ambos yacimientos presentan una moneda ibérica votiva en la base del mástil. Para el caso del *Plane 1* Anverso: cabeza masculina con cornucopia; Reverso: jinete con hoja de palma y leyenda CE-SE; "Celui-ci a permis de repérer l'axe du navire, avec la pièce d'emplanture — qui a été dessinée, et publiée — et la cavité du mâst, qui contenait la traditionnelle monnaie votive : il s'agit d'un as à légende ibère de Cese-Tarragone, datable de la 2e moitié du IIe s. avant J.- C., c'est-à-dire antérieur d'un bon demi-siècle à la date du naufrage, qui se situe non loin de 50 av. J.- C.". La identificación de la moneda la realizó M. J.- C. Richard y la datación L. Villaronga. Fue objeto de una noticia de B. Liou en *Ex-Voto marins dans le monde de l'Antiquité à nos jours* (Exposition Paris, Musée de la Marine), 1981: 55, fig. 45. (Liou, Pomey 1985: 556-557).

10.22. CAP BÉAR 3

El pecio de *Cap Béar 3* está situado a 40 m de profundidad frente al Departamento de los Pirineos Orientales en el entorno de Port-Vendres¹⁴⁷. Fue descubierto en 1982, excavándose en 1984 por Colls. Su estado de conservación se consideró como excepcional con su cargamento *in situ*. Sin embargo, las condiciones de profundidad y escasa visibilidad no permitieron una buena documentación arqueológica de dibujos y fotografías, por lo que existen numerosas lagunas en su estudio; sin embargo es de destacar como fue identificado por primera vez el sistema de unión de las cuadernas al casco por medio de ligaduras internas¹⁴⁸.

El cargamento de este pequeño barco de cabotaje de unos 12-15 m de eslora, se presenta como un ejemplo de heterogeneidad donde fueron documentadas ánforas de diversas procedencias. 148 individuos de Dr. 1B sin que se pueda asegurar que son de origen campano o etrusco y quizás se traten de copias de Hispania, dadas las analogías de las pastas con las de las ánforas layetanas¹⁴⁹. También transportaba ánforas vinarias catalanas como las Pascual 1 (50 individuos con estampillas) y Layetana 1 (al menos 6 individuos) y Dr. 12 con salazones béticos. Estas últimas permitieron proponer una datación al naufragio en el tercer cuarto del s. I a.C. (Liou, Pomey 1985: 551). Tratándose de un barco de cabotaje y redistribución, la heterogeneidad de su cargamento viene explicada al partir o haber hecho escala en un puerto principal tarraconense o narbonense con anterioridad a su hundimiento.

¹⁴⁷ Yacimiento subacuático con importancia a nivel historiográfico para el desarrollo de la arqueología subacuática en Cataluña, por su cercanía geográfica. Se han visitado las excavaciones por los colaboradores del CASC junto con Nieto en numerosas ocasiones, entre los que me incluyo.

¹⁴⁸ Pomey, en 1986, lo puso en relación con una dilatada tradición de barcos cosidos, ensamblados por ligaduras a la vez que remarca que “*La première fois qu’un tel exemple est attesté dans la partie la plus occidentale de la Méditerranée. D’autre part, le recours d’un système partiel de ligatures pour le seul assemblage des membrures, alors que le reste de la structure et notamment les bordés sont assemblés de façon habituelle par tenons et mortaises, est tout à fait unique et pour le moins surprenant sur le plan technique*”.

¹⁴⁹ M.- P. Jézégou realizó una revisión de los materiales depositados en los almacenes de Port-Vendres y al menos 17 unidades del tipo Dr. 1B presentan pastas layetanas (Wicha 2010: 95)

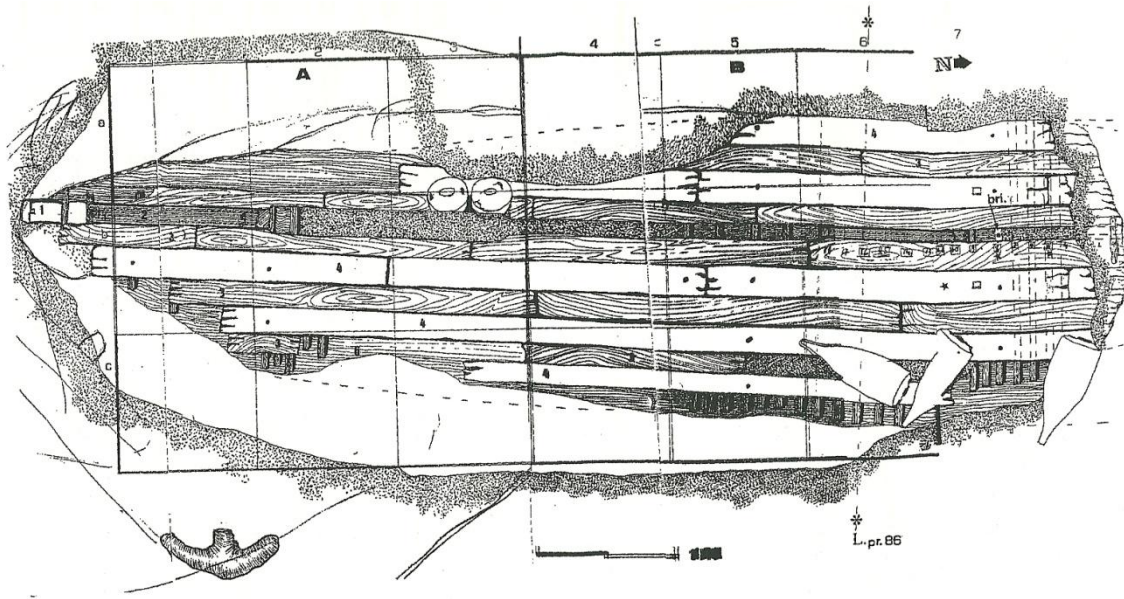


Fig. 204.- Planimetría de la excavación del *Cap Béar 3*. (Colls 1982, archivo DRASSM).

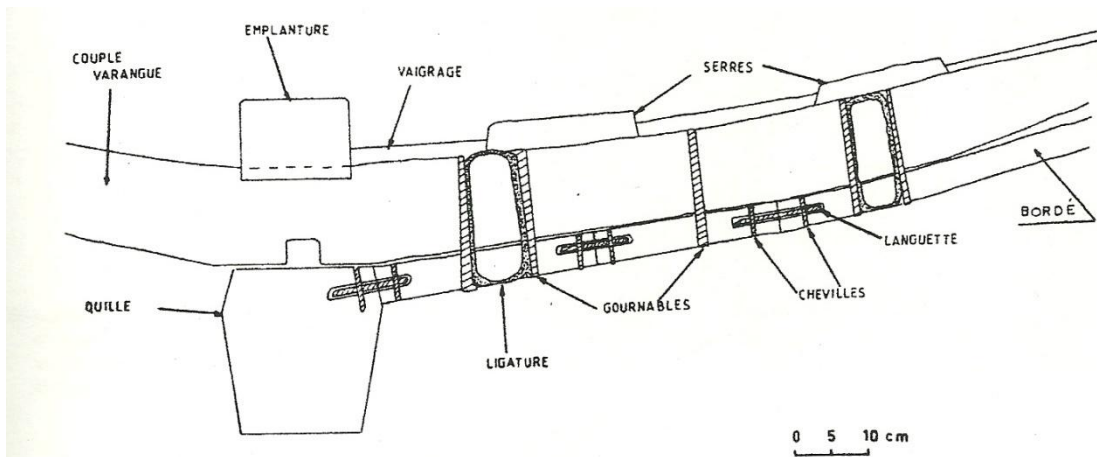


Fig. 205.- Sección transversal del casco del *Cap Béar 3* donde se observa la forma de la quilla y la traca de aparadura, junto con el sistema de sujeción de la cuaderna al casco. (Pomey *et al.* 1988: 3).

Los restos de casco de la nave¹⁵⁰ están en relativo buen estado de conservación, conservándose 8,20 m de longitud y 8,70 m de anchura, presentándose quilla, una

¹⁵⁰ Hemos obtenido gran parte de los datos referidos a este pecio de la tesis doctoral inédita de Marlier.

sobrequilla con función de carlinga del mástil, palmejares, vagras, así como 13 cuadernas y varias tracas (Fig. 204).

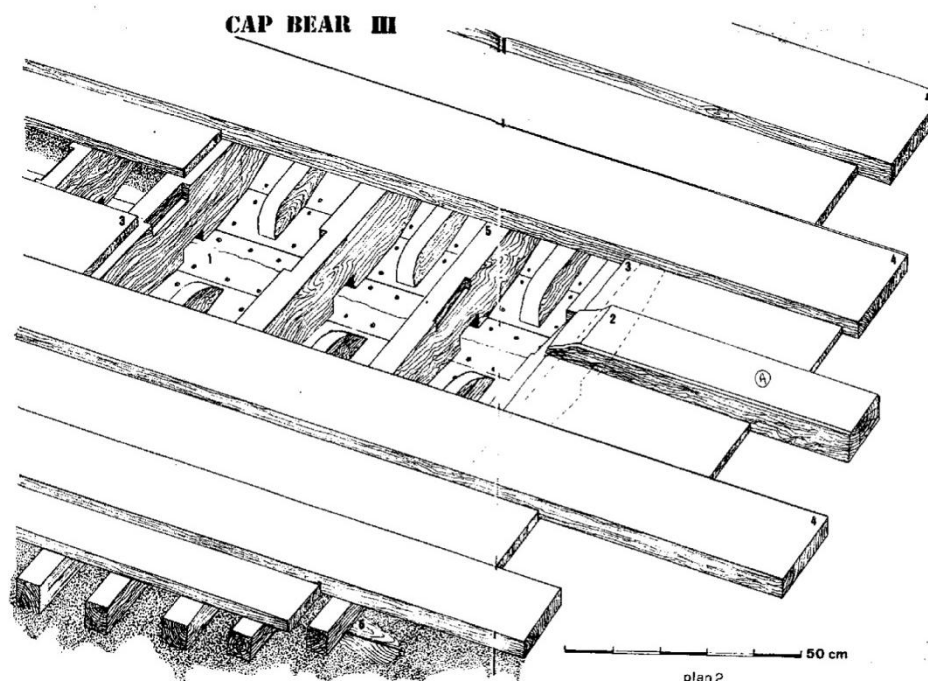


Fig. 206.- Axonometría del *Cap Béar 3* donde se observa: la disposición de las varengas con los encajes para alojar a la carlinga; La forma de los imbornales de las varengas; Como las semicudernas no llegan hasta la quilla; Una de las sobrequillas; Las vagras móviles y los palmejares. (Colls 1982, archivo DRASSM)

La quilla, con 1,50 m de longitud conservada y con un perfil ascendente, tiene una sección trapezoidal con 21 cm de altura y una anchura máxima de 20 cm (Fig. 205), presentando un alefriz en bisel. Se une por medio de un rayo de Júpiter, de características clásicas, con la roda. Por otra parte, la traca de aparadura en la cara de contacto con la quilla se presenta igualmente con un ligero rebaje en alefriz en bisel, dando una sección levemente poligonal, para lograr el ángulo de salida deseado por los carpinteros navales en esta zona del casco próxima al arranque de la roda y donde los ángulos se van cerrando poco a poco. Sin embargo no podemos considerar al *Cap Béar 3* como un barco de fondo pinzado, más bien como un casco redondeado o quizás plano en su parte central, no estudiada.

Las tracas tienen un espesor que va desde los 2,5 cm a los 4 cm, con unas anchuras medias de 20 cm. La equidistancia entre las mortajas para la unión de las tracas varía de 7,7 a 9 cm, teniendo éstas una anchura que va desde los 3,3 a 4,7 cm con un grosor de 0,5 a 0,7 cm, sin que conozcamos su profundidad. Las espigas, bien ajustadas, tienen unas anchuras medias entre 4 y 4,5 cm y un grosor de 0,4 cm. Las clavijas de fijación se colocaron desde el interior del casco y sus dimensiones son variadas, yendo de los 0,9 cm a 1,3 cm para los diámetros interiores y de los 0,7 a 1,2 cm para el caso de los exteriores (Wicha 2010: 97).

La carpintería transversal está compuesta por una alternancia regular de varengas y semicudernas (Fig. 206) con una malla de separación de 15 cm, amplio en comparación con la altura media de las semicudernas que es de 7,5 a 9,5 cm y su

anchura de 8,5 cm. Esta alternancia desaparece en la zona próxima a la roda donde solo varengas refuerzan transversalmente el casco. Las semicuernas no llegan hasta la quilla, sino que finalizan su recorrido en la traca de aparadura, con la cara más próxima al eje axial trabajada en bisel de manera suave y sin ángulos, lo que recuerda al pecio de *Cavalière* y al de *Palamós*. Por lo que hace referencia a las varengas situadas bajo la carlinga, presentan encajes destinados a acoplarse con las regatas o acanaladuras de la cara inferior de la carlinga. Éstos dan la impresión de seguir un ritmo en las caras laterales de las varengas. También presentan un imbornal central de sección rectangular de unos 5,5 cm de anchura y 2,5 cm de altura.

En el eje axial del barco, a la altura de la quilla, dos sobrequillas refuerzan a la carpintería transversal en el eje axial, flanqueando por proa y popa a la carlinga del mástil (Wicha 2010: 98). La próxima a la roda tiene 1,37 m de longitud, 12,5 de anchura y 12 cm de altura acabando en bisel en la zona próxima a la carlinga. Está fijada por medio de clavos. La sobrequilla en la zona de popa tiene 1,50 m de longitud conservada, con 12 cm de anchura y 7 cm de altura. Su fijación sobre la carpintería transversal es por medio de encajes y regatas en su cara interior para acoplarse sobre la referida carpintería. Presenta dos pequeños cajones para el acople de puntales

La pieza definida como carlinga (Fig. 207) para el asiento del mástil se conservaba en perfecto estado, con una longitud de 3,24 m. Presenta analogías formales con la del pecio de *Plane 1*. La anchura en la zona posterior es superior (20 cm) a la que quedaría más próxima a la proa (13 cm). Su cara inferior estaba trabajada con encajes alternantes para las varengas y rebajes para acoplarse con las semicuernas. Mecánicamente las varengas dan una buena sujeción frente a los esfuerzos longitudinales de la carlinga, sirviendo las semicuernas que flanquean sus dos costados para reforzar y prevenir que los esfuerzos transversales desplacen esta pieza. Paradójicamente no se han encontrado en ella los cajones característicos para alojar a la base del mástil, lo que siembra dudas sobre el sistema de propulsión de este pecio.

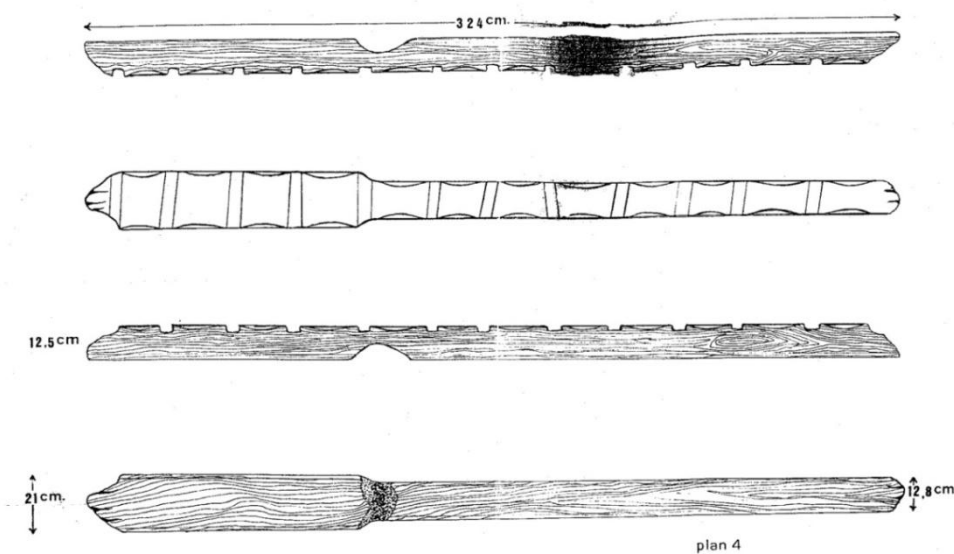


Fig. 207.- Dibujo de la carlinga, si bien no presenta los cajones característicos para alojar al mástil. (Colls 1982, archivo DRASSM).

Tanto las sobrequillas como la carlinga están flanqueadas por dos vagras móviles de una anchura de 13 y 14 cm con espesores de 1,5 a 2 cm que inician una alternancia en toda la zona excavada, entre vagras móviles y palmejares, de características más robustas con 21 cm de anchura y de 3,5 a 4 cm de espesor fijadas por clavos sobre la carpintería transversal.

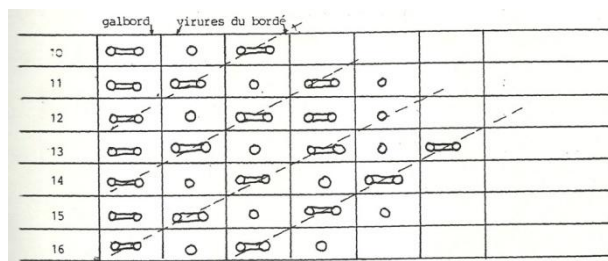


Fig. 208.- Disposición de los pares de cabillas y las cabillas aisladas a lo largo de las cuadernas. Siempre coincide un par de cabillas sobre la traca de aparadura y desde ella, para cada traca del casco, su disposición alternante. Se crea una disposición a tresbolillo de estas uniones (Colls 1986, archivo DRASSM).

Como se había señalado con anterioridad, la importancia de este pecio reside en ser el primero en el que se documenta por Colls la presencia de ligaduras internas bloqueadas por cabillas que se alternaban con cabillas aisladas, para el sustento de las cuadernas al casco. Cada cuaderna del *Cap Béar 3* presenta un esquema regular, que partiendo del eje axial se inicia la unión con el casco, con una ligadura interna, continuando de manera alterna con una cabilla aislada o con otro par para la ligadura, creando una disposición global de estas uniones en tresbolillo, desde una vista cenital (Fig. 208). Las cabillas de perfil cilíndrico tienen diámetros que van de 1,3-1,4 cm a 2,2 cm (Wicha 2010: 98) y la separación entre los pares de cabillas que fijan las ligaduras es de 3,5 a 4,5 cm, siendo 13,5 la separación media con la cabilla simple situada entre los pares de las ligaduras. El canal de paso para la ligadura en la cara superior de las cuadernas es de 1 cm con otro equivalente en la cara exterior de las tracas de forro, de manera que las fibras vegetales nunca están expuestas al exterior, siendo protegidas igualmente por resina. También hay presencia de clavos a punta perdida situados entre las cabillas simples y los pares de las ligaduras. Por lo que hace referencia a la cuerdecita propiamente dicha, está hecha de fibras vegetales de ciprés o enebro¹⁵¹ (*Cupressus, Juniperus*) y tejida en una sola hebra.

¹⁵¹ En referencia a las especies vegetales documentadas, J.- L. Vernet realizó una identificación: Cuadernas-*Pinus halepensis*; Espigas-*Quercus ilex*; Palmejares y cabillas-*Albies alba*; Quilla, tracas y vagras-*Pinus*?

10.23. DRAMONT C

El pecio de *Dramont C* se encuentra a 42 m de profundidad y a unos 150 m de la costa del cabo Dramont, próximo al municipio de Saint-Raphaël (Francia). Fue descubierto en 1958. En el año 1989 se realizó un primer sondeo iniciándose su excavación en 1990 bajo la dirección de Joncheray (1994). Cuatro años más tarde, en 1998, dentro de las campañas del programa “*Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée*” (Pomey, Guibal 1998: 52-53) se rehízo la planimetría del yacimiento (Fig. 211) y se interpretó el sistema para el sustento de las cuadernas al casco por ligaduras bloqueadas, a ritmo de una ligadura (dos cabillas) y una cabilla asilada. Se trata de una nave de cabotaje de escasa eslora con unas líneas del casco muy planas y algo redondeadas en las zonas distales

El cargamento se compone aproximadamente de 120 ánforas vinarias, lingotes de hierro y molinos (4 *catilli* y 3 *metae*) cuatro anclas (una de ellas de hierro) y lastre en piedra. Las ánforas son Dr. 1B y presentan estampillas simétricas en las bases de las asas (*AL*, *MK* y *CNM* o *ONM* o *DNM*). También hay algunos ejemplares de Lamb. 2. El cargamento complementario y de la marinería está compuesto por olpes, jarras, *ollae*, *pelvis*, así como numerosos pequeños objetos en cobre. Esta nave transportaba también una importante cantidad de barras de hierro (500 kg) colocadas sobre la bodega protegida por sarmientos de vid, También llevaba resina de pino, varios centenares de litros, descubiertos en la parte posterior de la nave, que debió estar contenida en unos sacos que desaparecieron. No iba a tope de su carga, ya que se documentó un lastre de piedra calcárea gris de 500 kg en la zona de proa. Se trata de un naufragio del segundo cuarto o quizás a mitad del s. I a.C.

El pecio conservaba en el momento de su excavación 6 m de longitud y 1,60 m de anchura (Fig. 209), donde se conserva la quilla, siete tracas de forro del costado de estribor y 28 cuadernas (contando las improntas de las desaparecidas) sin que se haya conservado ninguna de las extremidades del eje axial, ni roda, ni codaste.

La quilla (*Quercus ilex*) tiene una sección rectangular (Fig. 210), sin que se observe una evolución de sus formas a lo largo de su recorrido; con una altura de 9 cm y una anchura de 11 cm tiene una disposición de quilla más ancha que alta en su tramo central (Wicha 2010: 84). Presenta un alefriz en bisel simple para recibir a las tracas de aparadura; bien visible en los extremos, va desapareciendo hasta ser imperceptible en la zona central (Joncheray 1994: 24). La morfología de la quilla y las líneas planas del casco, junto con la reducida eslora y por ende tonelaje de porte, permitirían considerar que el *Dramont C* se trata de una embarcación adaptada a la navegación costera en espacios náuticos de desembocaduras de ríos y lagunas y únicamente para navegaciones en mar sin alejarse en exceso de la costa.

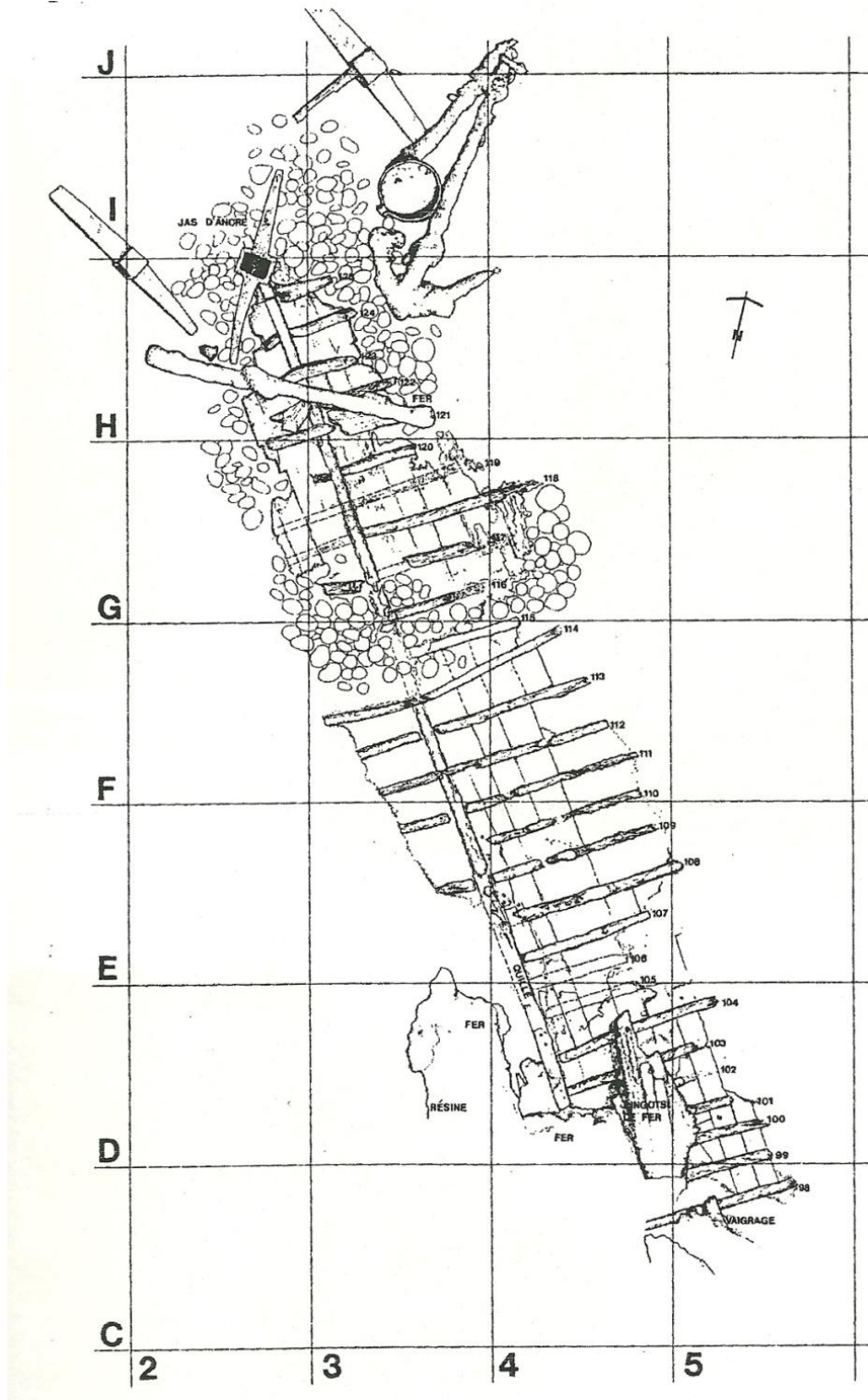


Fig. 209.- Planimetría del pecio de *Dramont C* (Joncheray 1994).

El casco se conserva entre 1 m en el costado de estribor y 60 cm en el de babor (Fig. 209). Las tracas tienen un espesor que va de los 2,8 a los 3,3 cm con unas anchuras entre los 10,5 y los 11,5 cm. Las espigas de unión (*Quercus ilex*) tienen una anchura de 5 a 6,5 cm y un grosor de 0,5 a 0,7 cm. La observación de Joncheray es que las mortajas son de ejecución grosera, mal talladas y las espigas igualmente de mal acabado. La traca de aparadura tiene una sección rectangular/poligonal y las espigas de unión tienen

4,4 cm de anchura, 6,4 cm de profundidad y 0,6 cm de espesor, estando las clavijas de fijación colocadas desde el interior hacia el exterior con una equidistancia de 14 cm y con unos diámetros internos de 1 cm y 0,8 cm el externo. Esta tabla hace de transición con la segunda traca, ya que la cara lateral en contacto con la quilla tiene un espesor de 3,2, a 3,7 cm pasando a 2,6 cm a la cara lateral en contacto con la segunda traca. A su vez, esta también pierde espesor (2,4 cm) en la cara de contacto con la tercera tabla (*Pinus halepensis*).

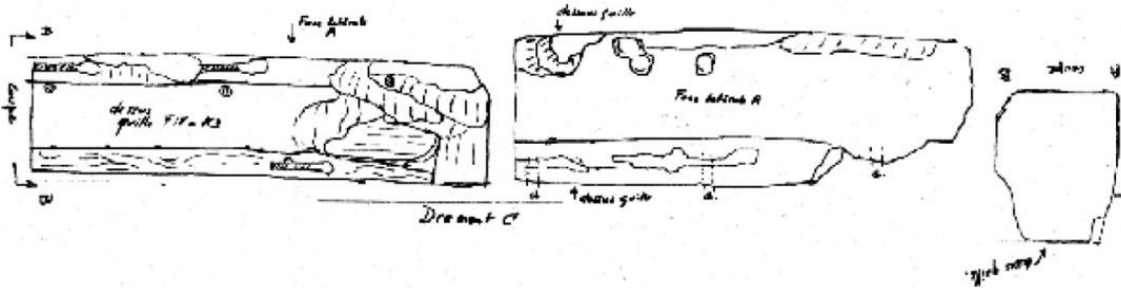


Fig. 210.- Dibujo de dos tramos de la quilla con vista superior y sección. La quilla es más ancha que alta. (Dibujo de M. Rival, CCJ-CNRS en Wicha 2010: 84).

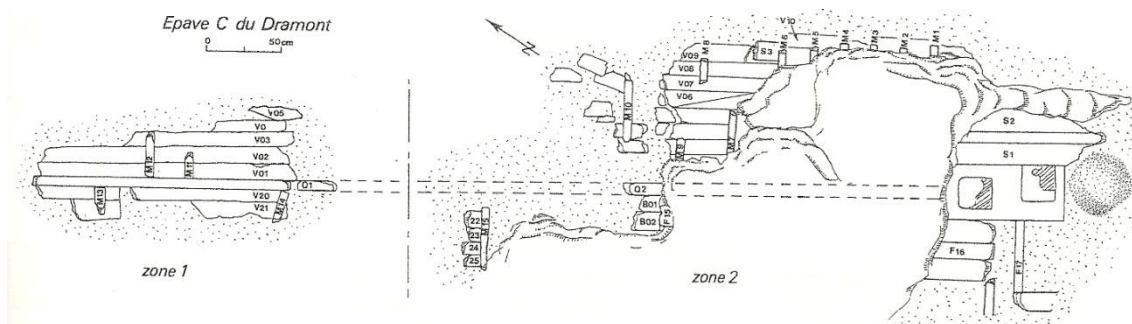


Fig. 211.- Plano del pecio de *Dramont C* en el momento de realizarse las muestras de madera en 1998 (Pomey, Guibal 2003: 53, dibujo de M. Rival, CCJ-CNRS).

La carpintería transversal (*Quercus ilex* y *Quercus sp.*) está formada por 28 cuadernas, contando las improntas de aquellas perdidas, sin que sea perceptible algún ritmo en su colocación. Su unión con el casco presenta la técnica de ligaduras bloqueadas por cabillas de madera. No se trata de una carpintería excesivamente robusta ya que las alturas varían entre los 6,5 cm y los 7,3 cm y sus anchuras están entre los 5,5 y los 6,6 cm. La malla es igualmente muy poco cerrada, con una media de 21 cm. En la zona sur del casco se cierra hasta los 16 cm. Entre las cuadernas 109 y 114 se pudieron identificar tres semic cuadernas (109, 111, 113) y dos varengas (112 y 114), por lo que podría ser previsible que esta fuese la ordenación en todo el barco. Hay constancia de imbornales de forma o perfil circular. Para las uniones con el casco, las uniones por ligaduras se bloquean por cabillas colocadas desde el interior (Wicha 2010: 79-80) y con una separación de 3,5 cm, quedando a 10 cm de la cabilla simple aislada. Para el caso de las varengas se colocan cabillas simples reforzadas por clavos, en perforaciones ciegas, a punta perdida, es decir que no cruzan desde la cara inferior a la superior. Hay presencia de una carpintería longitudinal interna compuesta por palmejares muy robustos en comparación con las cuadernas, de 16 cm de anchura y de 3,3 a 4,7 cm de grosor.

10.24. CAP BÉNAT

El pecio de *Cap Bénat* se encuentra en el cabo que le da nombre al oeste de Hyères (Francia) a 48 m de profundidad. Se trata de un pecio excavado por Joncheray en 1993, si bien fue descubierto en 1976, cuyo cargamento principal se componía de tres *dolia* junto con Dr.1C y campaniense A y C, permitiendo fechar el pecio en el s. I a.C., estando los restos del casco en muy mal estado de conservación¹⁵². El cargamento¹⁵³ ha protegido los restos en madera del casco. Tan solo quedan 4 m de longitud por una anchura máxima que no pasa de 1 m. Son visibles 16 cuadernas, 8 fragmentos de tracas y restos de vagras transversales (Fig. 212).

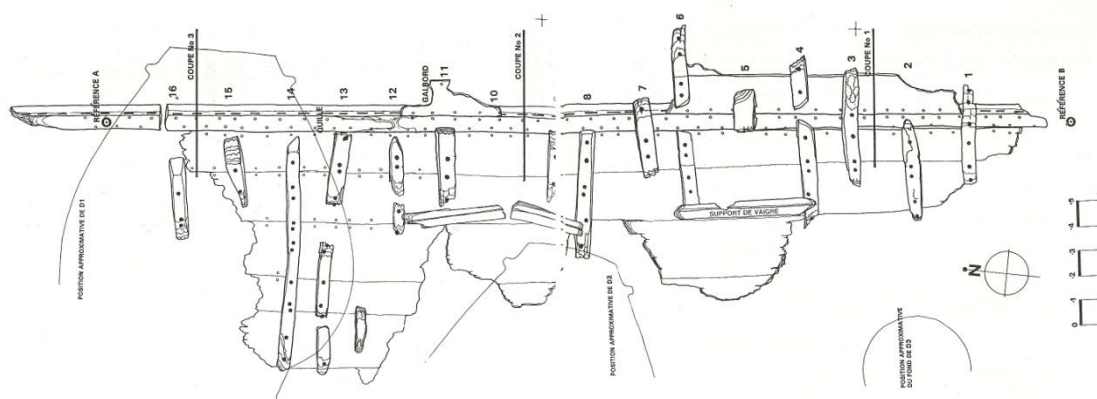


Fig. 212.- Planimetría de la embarcación de cabotaje con *dolia* de *Cap Bénat*. Llama nuestra atención como la colocación de las cabillas que unen las cuadernas recuerda a los pares de cabillas que bloquean ligaduras internas (Joncheray 1997: 106-107).

La quilla (*Pinus pinea*, L.) de esta pequeña embarcación tiene una longitud conservada de 4 m, con altura de 10 cm y anchura de 8,5 cm. Presenta un suave alefriz en bisel lo que indica que nos encontramos ante un tramo de la parte más central del pecio sin que se cuente con la proa o popa del mismo. Por otra parte las mortajas presentan una variación en el ángulo de salida de las espigas y por ende de la traca de

¹⁵² Traer a colación un pecio con unos restos conservados tan exiguos viene justificado por su cronología, ya que, siendo del s. I a.C., tiene una construcción que no presenta los rasgos más característicos de la arquitectura naval de los pecios de la familia arquitectural republicana, algo que constatamos en otros casos como puede ser el pecio *Jarre 4* o el de *Miladou* y que podría estar en relación con su reducida eslora y, por ende, con su espacio náutico de navegación.

¹⁵³ A pesar de su cargamento de tres *dolia*, este pecio no está encuadrado en el grupo de naves de comercio del vino a granel como pueden ser *Ladispoli*, *Diano Marina*, *Giraglia 1* y *2* entre otros, fundamentalmente por su tonelaje de porte y desplazamiento.

aparadura, que evoluciona de 45° (cuaderna 3, sección 1) con la horizontal, para pasar a 10° (cuaderna 10, sección 2) y de nuevo a 40° (cuaderna 16, sección 3) (Fig. 213), lo que indica que esta embarcación de cabotaje no sobrepasaría los 8 m de eslora (Joncheray 1997: 105). Las mortajas para la unión de la quilla con las tracas de aparadura (*Pinus pinea*, L.) tienen de 4 a 5 cm de anchura, equidistantes de 3 a 6 cm, donde las espigas tienen de 5 a 6 cm de profundidad y de 0,5 a 0,7 cm de espesor. Las clavijas se colocaron desde el interior por la cara superior de la quilla sin presencia de clavos metálicos de refuerzo.

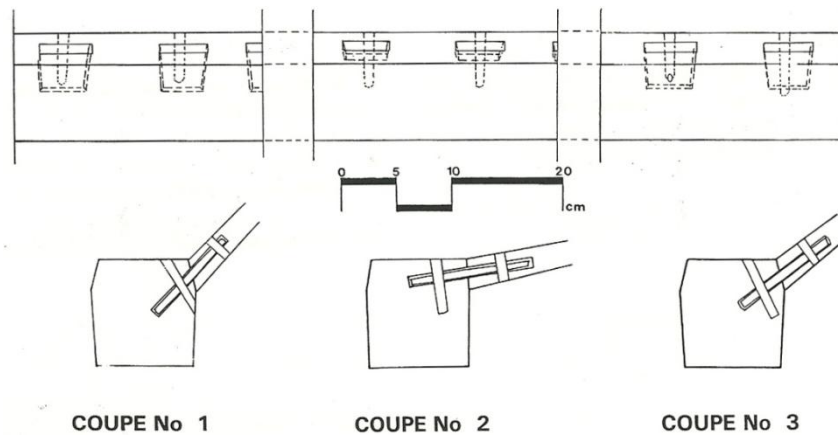


Fig. 213.- Secciones de la evolución del alefrez en bisel a lo largo de la quilla (Joncheray 1997: 106).

Las cuadernas (*Pinus pinea*, L. y *Pinus halepensis*, L.) están espaciadas 21 cm, con alternancia clara entre varengas y semicudernas, siendo una carpintería algo débil, con alturas de 5,5 cm a 6,5 cm y anchuras de 5 a 6,5 cm. Están fijadas al casco únicamente por cabillas de madera (*Albies alba*, L.) La altura máxima de las varengas en la zona de la quilla no sobrepasan los 13 cm. Hay presencia de imbornales con formas triangulares, rectangulares y trapezoidales¹⁵⁴.

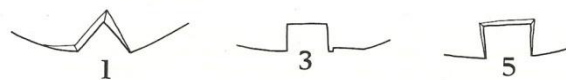


Fig. 214.- Forma de los imbornales de las varengas del Cap Bénat 2 (Joncheray 1997: 107).

¹⁵⁴ Entendemos que centrados a la altura de la quilla, puesto que no se especifica en el trabajo publicado.

Las tracas de aparradura tienen un espesor de solo 2,6 cm, algunos fragmentos de las de forro (*Pinus pinea*, L.) tienen un espesor de 2,2 cm y unas anchuras entre 16 y 25 cm. En un caso se documentaron dos espigas (*Quercus ilex*, L.) alojadas en la misma mortaja.

Hay constancia de un payol compuesto por vagras, paralelas a la quilla, pero también de otro transversal, móvil, con tablas de 2,2 cm de grosor, colocado entre dos soportes o bases longitudinales (Fig. 215) (como en *Chrétienne C*). Llama la atención que este payol recubre un denso abarrote (quizás semejante al de *Cap del Vol*) de sarmientos de vid colocados entre las cuadernas (Fig. 216), que parece destinado a proteger las varengas y la quilla. Sobre él, un lastre compuesto por varios tipos de piedras calcáreas y esquistos, con absoluta ausencia de piedras volcánicas, junto con fragmentos de Dr. 1ª, Dr. 1C, ánforas grecoitalicas y massaliotas.

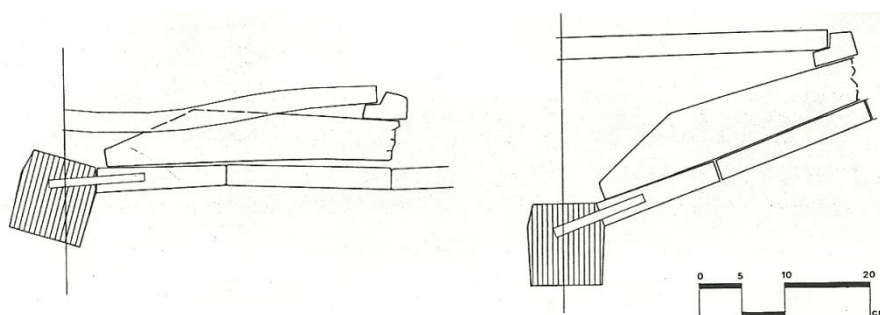


Fig. 215.- Dibujo de sección de las vagras transversales e idea de reconstrucción (Joncheray 1997: 109).

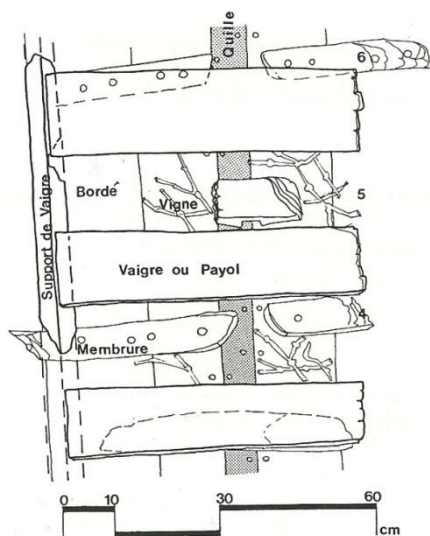


Fig. 216.- Vista cenital de las vagras transversales que cubrían sin género de dudas a los sarmientos de vid, que estaban colocados entre las cuadernas, por lo que no protegían a éstas del cargamento, siendo pues su función otra (Joncheray 1997: 109).

Analizando las especies vegetales utilizadas en la construcción del pequeño *Cap Bénat* al excavador le llama a atención la ausencia de especies como el olmo o el roble, para poner a este pecio en relación, y como interrogante, con una construcción más propia del sur de Europa.

10.25. FOS 1

El pecio de *Fos 1* se conoce desde 1950 (Benoit 1958: 37) también como *Fournon* a una profundidad de 8-9 m en el golfo que le da nombre. A pesar un fuerte expolio se determinó que el cargamento era de ánforas Dr. 1B junto con un cargamento complementario de cerámica común. La presencia de una ánfora de salazones Dr. 12 y de cerámica campaniense, común y lucernas permitió datar el naufragio en el tercer cuarto del s. I a.C. y que procedía del entorno del *Ager Cosanus* (Pomey *et al.* 1988: 11).

El estudio del casco ha puesto en evidencia 15 m de pecio con una construcción a doble casco. La quilla con una sección de 20 cm de altura y 14 de anchura no presenta en el punto observado alefriz con encaje sino en bisel simple, para la unión de la traca de aparadura del forro principal (Fig. 217).

La carpintería transversal se presenta con una *malla* muy cerrada con varengas y semicuadernas con un ritmo muy irregular donde predominan las varengas sobre todo en la zona coincidente con la carlinga. Hacia la popa se documentaron dos varengas clavadas a la quilla.

La carlinga tiene una longitud de 3,15 m, una anchura de 44 cm y una altura de 23 cm; esta encastrada en las varengas por medio del juego de encajes tallados para tal papel. Se conservan los cajones destinados a recibir la base del mástil y sus fijaciones.

Hay presencia de un palmejar clavado a la carpintería transversal intercalado con vagras móviles. En la sentina las caras internas de las tracas de aparadura y las segundas tracas están cubiertas parcialmente con láminas de plomo, que lleva a Pomey a sugerir que se trata de una reparación (Pomey *et al.* 1988: 11).

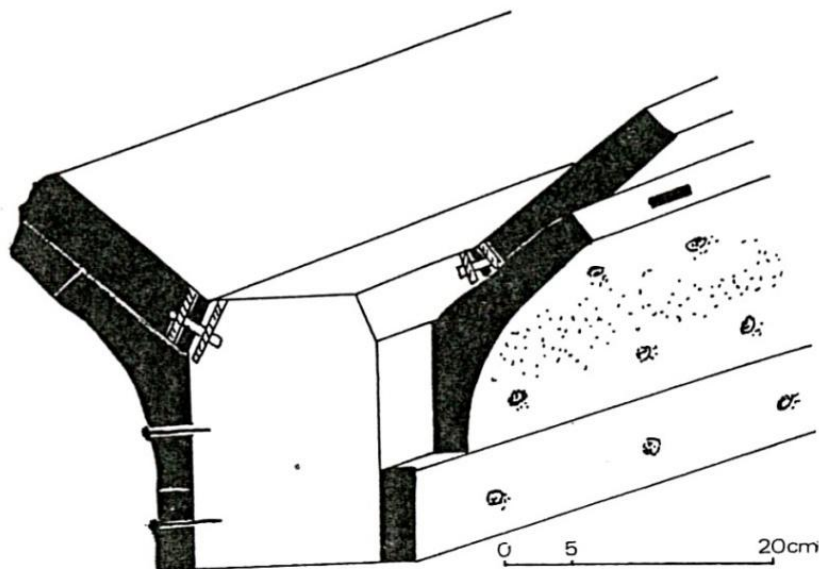


Fig. 217.- Vista axonométrica de la quilla y de las tracas de aparadura (Pomey *et al.* 1988: 11).

11. LA ÉPOCA ALTO IMPERIAL

Hemos situado un primer punto de inflexión en la arquitectura naval romana en el inicio del Imperio, con tres pecios situados prácticamente en el cambio de la Era (*Ladispoli, Cap del Vol, Rabiou*) puesto que cada uno de los referidos yacimientos representa por sí mismo según nuestras observaciones diversas soluciones que son ejemplo de una arquitectura naval en completa adaptación al contexto económico que acontece en la época del Principado. La evolución técnica de los veleros de comercio es muy lenta desde una perspectiva diacrónica pero una serie de largos procesos históricos y económicos culminan a finales del s. I a.C. con la irrupción de un nuevo modelo de comercio marítimo, justificado por una realidad socioeconómica completamente diferente del de la época helenística. En Italia se ha producido una crisis del sistema de producción esclavista y de los *fundi* de la “villa varroniana”. Desastres puntuales pero importantes en los viñedos campanos, el auge de las producciones del Adriático norte y sobre todo el aumento de las poblaciones urbanas, condicionó un desplazamiento de los centros de producción hacia las provincias, con viñedos ahora competitivos en el mercado (poca calidad, alta producción y económicos) que se mantienen por un sistema esclavista y que son propiedad en muchos casos de élites itálicas senatoriales. A mediados del s. I a.C., el envase característico de la exportación del vino itálico, el ánfora Dr. 1, poco a poco va perdiendo presencia en las costas mediterráneas occidentales, para dejar de fabricarse entre el 30 y 10 a.C. En los mismos talleres de la región de la Campania, desde el 50 a.C. se empiezan a fabricar las ánforas Dr. 2-4, con las mismas pastas con desgrasante volcánico y que imitaba a su vez un envase del Mediterráneo Oriental, de la isla de Cos (Tchernia 1986: 134-136). Estos talleres no fabricarán nunca el nuevo tipo anfórico con la profusión con la que anteriormente se produjo las Dr. 1. La concentración de población en Roma¹⁵⁵, conlleva que se concentren igualmente las demandas de alimentos en un único enclave, en la metrópoli. Se necesita aceite en cantidad que llegará inicial y principalmente desde la provincia de la *Baetica*, primero como tributos y más tarde como comercio público y privado, también vino, en torno a los dos millones de hectólitros al año (Carandini 1989: 512) y trigo desde el recién conquistado Egipto, aparte del trigo siciliano y el de los graneros corsos. Nada menos que entre 150.000 y 300.000 t (de 20 a 40 millones de *modii*). La demanda cambia, se modifica y la oferta se adapta, puesto que el *leit motiv* sigue siendo el mismo, el beneficio económico por la actividad comercial. Ello transforma completamente el sentido de las rutas de comercio marítimo que pasan de tener sus puertos de origen en la Península Itálica, a tenerlos en las provincias. Según nuestra visión, esta inversión gradual del flujo de comercio motivado por las necesidades de una población en aumento y concentrada en ciudades, entre las que Roma destaca

¹⁵⁵Comúnmente aceptado que era alrededor de un millón de habitantes.

sobremanera con una demanda insaciable, podemos ponerla en relación con la irrupción de cambios en la arquitectura naval de los barcos protagonistas de este transporte. Ambos procesos deben ponerse en relación. Las modificaciones graduales en el *status* socioeconómico de la época republicana, llevó pareja la aparición en el registro arqueológico de naves que son adaptadas a las nuevas necesidades emergentes desde el último cuarto del s. I a.C. La arqueología subacuática plasma como entre la época tardorepublicana y el Alto Imperio hubo un importante auge del comercio y por ello de la prosperidad¹⁵⁶, solo en parte gracias al fin de la piratería del 67 a.C. Respecto a las naves, no es que *ex novo* se creen nuevas soluciones técnicas, nuevos barcos, sino que *tipos arquitecturales* adaptados a *espacios náuticos* y tipos de navegación concretos, conocidos por los *fabri navales* desde siempre en la Península Itálica como puede ser el caso del pecio de **Rabiou**, poco a poco van adaptándose y teniendo mayor representatividad en el *corpus* de la marina mercante romana, a la vez que los *tipos arquitecturales* propios de la *familia arquitectural republicana*, sobre todo por lo que hace referencia a las líneas de agua con fondos pinzados, basadas en tracas de aparadura de sección poligonal o “retorcidas”, desaparecen completamente del registro arqueológico. Hablamos de líneas de agua con lo que ello comporta en la arquitectura del eje axial del barco, sin que se llegue a completar la transición de la *familia arquitectural helenística* a la *familia arquitectural imperial* hasta el s. II.

En Hispania, tras las guerras civiles, con Augusto se acelera una ordenación del territorio mediante la concesión de estatutos coloniales y municipales a numerosos núcleos urbanos. Está demostrado que la producción de vino a gran escala se inicia en las tierras ibéricas de la *Laietania*, donde encontramos una explotación intensiva del *ager* con numerosas *villae rusticae* en donde se elaboran vinos hispanos desde la década del 50/40 a.C. envasado en ánforas tarraconenses *Laietania 1* y *Pascual 1* y más tarde en *Dr. 2-4* que imitan formalmente a las itálicas (Perez Ballester 2009: 562), envases documentados en pecios con una misma *firma arquitectural* como puede ser **Cap del Vol** o **Palamós**. Hacia el cambio de Era se iniciará la producción masiva del vino en la *Tarraconensis*, en muchos casos exportado en ánforas *Dr. 2-4* como en el

¹⁵⁶ Plutarco en el s. I, al describir al eminente Catón de mediados del s. II a.C. en sus *Vidas Paralelas* (II, XXI) afirma que éste quería invertir dinero en un consorcio marítimo, pero solamente si el consorcio hubiera poseído 50 barcos y él hubiera podido adquirir sólo una de por lo menos 50 participaciones. *Dióse también al logro, y justamente al más desacreditado de todos, que es el marítimo, en esta forma. Trató de que muchos logreros formasen compañía, y habiéndose reunido cincuenta con otros tantos barcos, él tomó una parte por medio de Quintión, su liberto, que cooperaba y navegaba con los demás; así el peligro no era por él todo, sino por una parte pequeña, y la ganancia era grande.* No hay comentario respecto a un consorcio marítimo organizado en participaciones de una entidad que no será vista hasta finales de la *Época Moderna*.

pecio *Perduto 1* o *Sud Lavezzi 3*, o directamente envasado a granel en barcos cisterna como es el caso del *Giraglia 2*.

11.1. TRADALIÈRE

El pecio de *Tradelière* se encuentra naufragado a 48-50 m de profundidad en el nordeste de la Isla de Santa Margarita en las proximidades de Cannes. Fue descubierto en 1971 y se realizaron campañas de excavación en 1973 y 74 por Joncheray y Fiori, descubriéndose parte del casco de la nave. Éste fue excavado por Pollino en 1986 (Pomey, Guibal 2004: 66). El cargamento de la nave era heterogéneo con más de una decena de tipos anfóricos del Mediterráneo oriental o Italia del Sur, junto con vajilla de vidrio y terracota, por lo que se establece en esta zona geográfica el puerto de partida de su último viaje. Los materiales recuperados permitieron datar el naufragio en el último cuarto del s. I a.C.

Durante la campaña de 1999 de toma de muestras del programa de investigación *Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée* se realizó una nueva intervención en la parte posterior-babor del casco de la nave, excavándose un cuadro de 4,80 x 4,40 m (Fig. 218). El estado del casco era de extrema fragilidad a pesar de un aparente buen estado de conservación. Los restos documentados se corresponden con la quilla y el codaste, 16 tracas de forro a babor y tres a estribor, 15 cuadernas, junto con algunos fragmentos de palmejar y vagras.

La quilla (*Pinus sylvestris*), casi cuadrangular con una anchura máxima de 18 cm y una altura de 20 cm, presenta en sus ángulos superiores alefriz con encaje para recibir las tracas de aparadura. La quilla se prolonga, con un rayo de Júpiter con clavija horizontal (*Alnus glutinosa*), en un codaste muy robusto de 20 cm de anchura y 35 de altura, describiendo un ángulo de 20° con la quilla. Como particularidad, presenta en su cara superior un resalte de 4 cm de altura en todo su recorrido, con un rebaje en sus caras laterales. En este resalte se encajan las cuadernas.

Las tracas de aparadura tienen una sección que varía de la poligonal con 8 cm de espesor en su tramo central, con 30° de inclinación respecto a la quilla, llegando a ser rectangulares en la zona próxima al inicio del codaste, reduciéndose su espesor a 4,6 cm. Este valor se corresponde con el tamaño del alefriz junto con el resalte de la cara superior del codaste. En la zona central del casco, las tracas de aparadura dibujan un fondo pinzado con una sentina profunda.

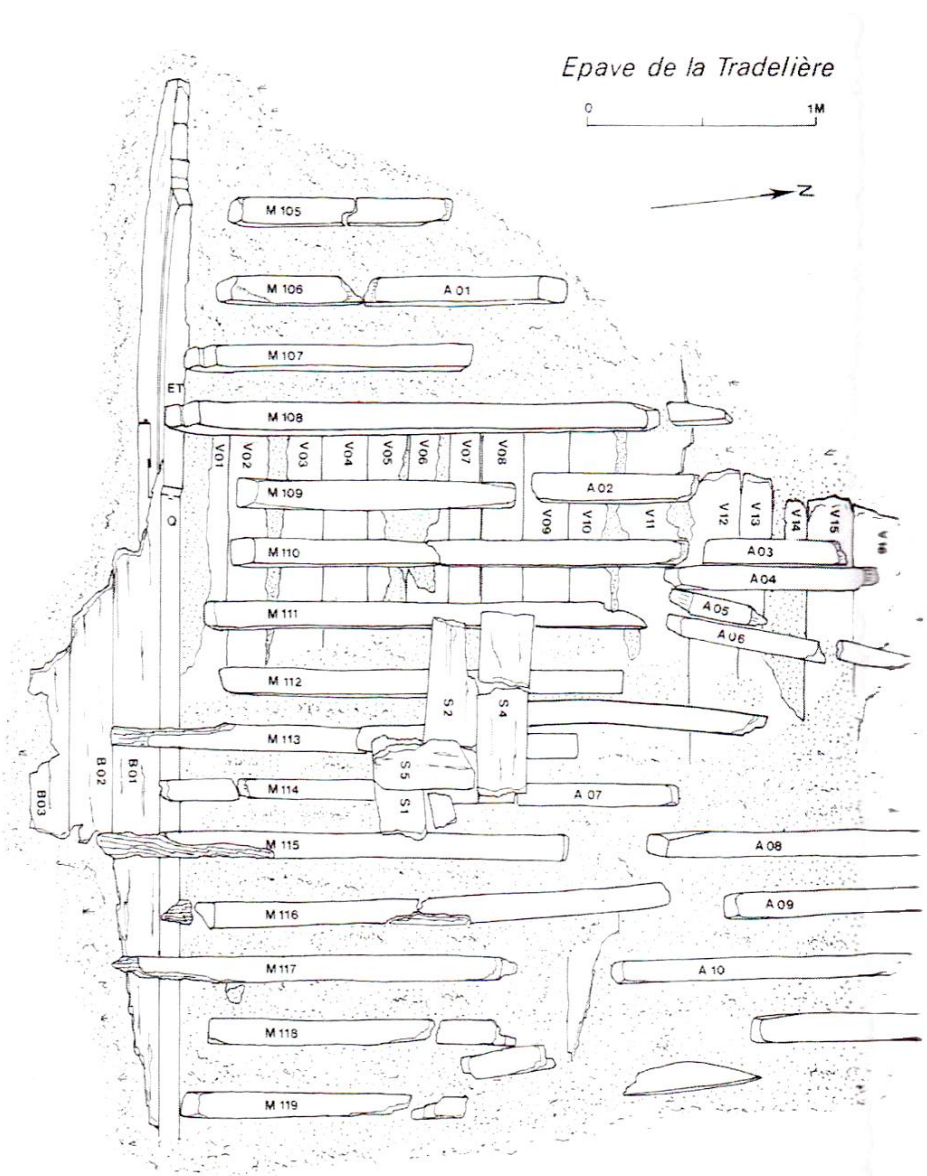


Fig. 218.- Pecio de la Tradelière. Plano del casco de la nave en la zona excavada en 1999. (Michel Rival, CCJ-CNRS en Pomey, Guibal 2004: 66).

El resto de las tracas (*Pinus sylvestris* y *Fraxinus excelsior*) tienen un espesor que va de los 3,8 a los 4 cm, con anchuras variadas entre los 15 y los 21 cm. La traca nº 16 se corresponde con una cinta de carena clásica de 12 cm espesor. Las uniones de tramos de tracas de forro son en rayo en bisel. No presenta forro de plomo de protección, como se señaló en 1986 (Pomey, Guibal 2004: 66). Por lo que hace referencia a la carpintería transversal de especies vegetales muy variadas y poco seleccionadas (*Fraxinus excelsior*, *Castanea sativa*, *Quercus ilex* y *Juglans regia*) se alternan varengas y semicuadernas de manera regular hasta la unión de la quilla y el codaste, donde hay una sucesión de cuatro semicuadernas donde se situaría la bomba de sentina. Los genoles se sitúan sin contacto ni unión con las varengas y semicuadernas. La altura de las varengas en la parte central del casco es de 16 a 20 cm, pasando después a una altura media de 8 a 10 cm con una anchura de 8 a 12 cm, dando una malla de separación de 15 cm. La carpintería transversal esta unida al casco por cabilla de madera de 1,2 cm de diámetro de media, sin presencia de clavos metálicos ni pernos.

11.2. LADISPOLI

El pecio de *Ladispoli* se encuentra próximo a Roma frente a la localidad que le da nombre. Situado a 12 m de profundidad fue excavado entre los años 1983 y 1985. Su cargamento principal estaba formado por 5 grandes *dolia* de dos tipos diferentes junto con numerosos fragmentos de otras que cubrían los restos del casco. La identificación del taller de *C. PIRANUS* en los sellos *in planta pedis* permitieron situar el puerto de armado del barco con su cargamento en Minturno. Transportaba también tanto en la proa como en la popa ánforas Dr. 2-4 de procedencia campana, así como algunos elementos de decoración de un *kline* con la cabeza de un pato en madera con improntas de decoración por piedras de colores y el neceser de un médico. Los timbres sobre la cerámica aretina permitieron datar el naufragio en el cambio de Era.

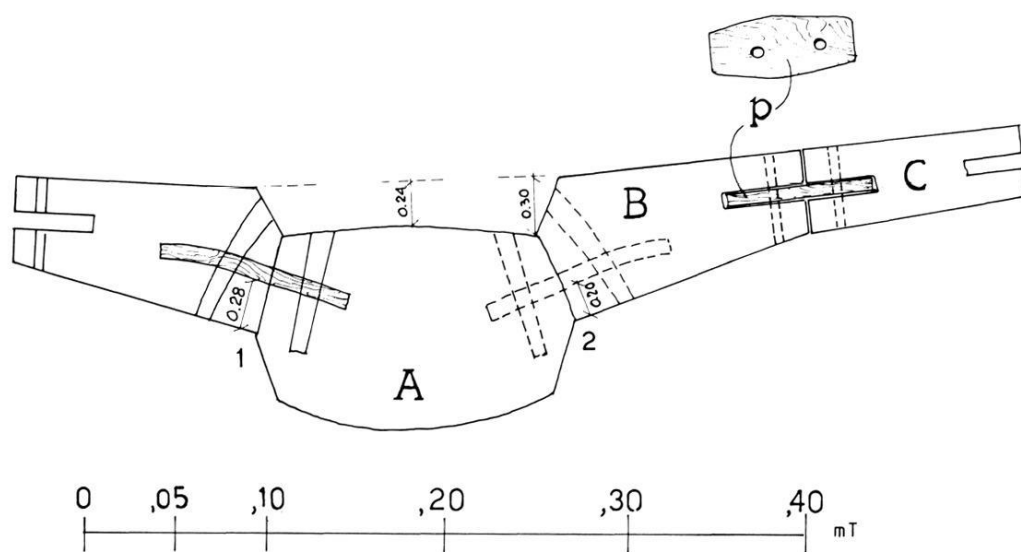


Fig. 219.- Sección transversal de la quilla y las tracas de aparadura en el extremo distal oeste del *Ladispoli* (Carre 1993: 14).

Los restos en conexión conservados del casco tienen aproximadamente 6,60 x 3,30 m y se presentan con unas líneas muy planas sobre fondo marino arenoso. En la campaña previa a 1985 se documentaron restos de las vagras y palmejares que forman el piso de la bodega, así como la carlinga del mástil, que habían desaparecido completamente. Durante el estudio del casco no fue posible realizar una observación sistemática de las uniones entre las tracas de forro y las cuadernas que permitiesen definir el proceso de construcción del *Ladispoli*.

La quilla (*Pinus pinaster*) conserva 6,30 m de su longitud sin presencia en sus extremos distales de ningún rayo conservado. Su cara inferior se corresponde con el exterior del tronco del que la quilla fue fabricada, sin que se tenga información de su forma más allá del extremo oeste, donde tiene un aspecto algo poligonal (Fig. 219). Presenta una sección poco frecuente (Gianfrotta, Pomey 1981: 237) ya que es más ancha que alta (14,5 x 12 cm) como la quilla de *Giraglia 2*, *Cap del Vol*, *Perduto 1* o *SM 24*, donde presenta alefriz en bisel, según sus excavadores, en todo su recorrido¹⁵⁷.

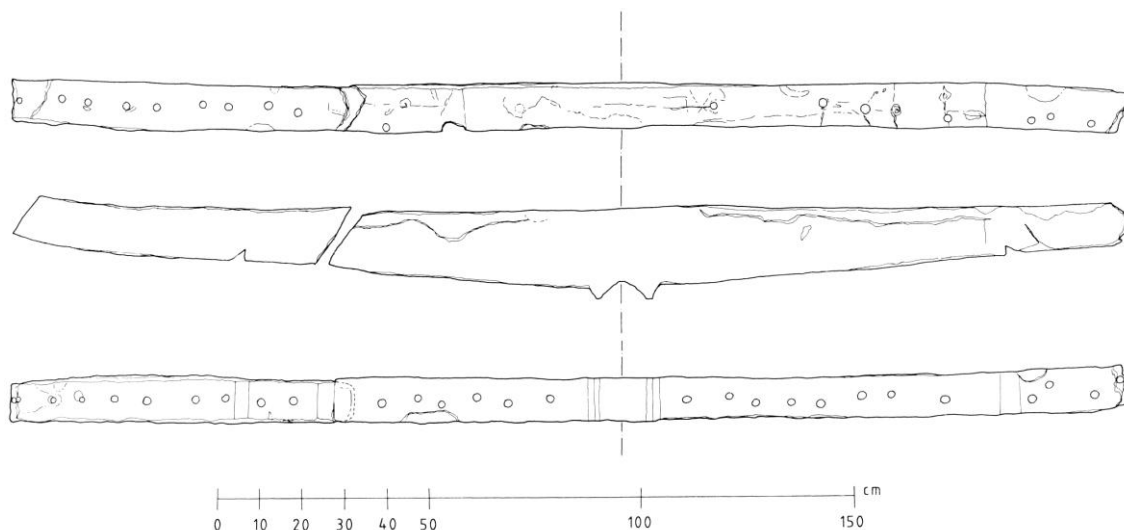


Fig. 220.- Dibujo de la varenga M16 donde se le adhiere un genol mediante un rayo en bisel como en el pecio de *Sant Jordi*. Los imbornales laterales son de forma triangular (Carre 1993: 23).

Las tracas de apardura tienen una sección pentagonal de aristas vivas y fueron trabajadas a azuela. La cara de mayor tamaño es la que está en contacto con la quilla con 8 cm de altura pasando a los 4,5 cm en la cara lateral en contacto con la segunda traca. La unión por espigas y mortajas en el alefriz (con una disposición alternante o a tresbolillo, Fig. 13-b) se fija por clavijas colocadas desde el interior del casco, por lo que esta *carena* se construyó antes de la colocación de las cuadernas. El espacio entre ellas es de 2,5 a 3 cm, por lo que están más apretadas que en el resto del casco. La forma de las tracas de apardura y sus uniones con la quilla hace que ésta última se

¹⁵⁷ Algo que consideramos contradictorio por la falta de documentación en más zonas de la quilla. Nuestra experiencia personal en el *Giraglia 2* fue que si bien la quilla, con una forma muy semejante a la de *Ladispoli*, presentaba alefriz en bisel en la zona distal, era tan suave en la parte central, que lo hacía inapreciable.

encuentre situada por debajo del plano horizontal que crean las tracas (Fig. 219) que puede recordar a la forma de barcos de fondos pinzados (*retour de galbord*) como puede ser *Roche Fouras*, también en cierta manera *Titan*, siendo el único paralelo conocido *Giraglia 2* y con salvedades las naves de *Nemi*.

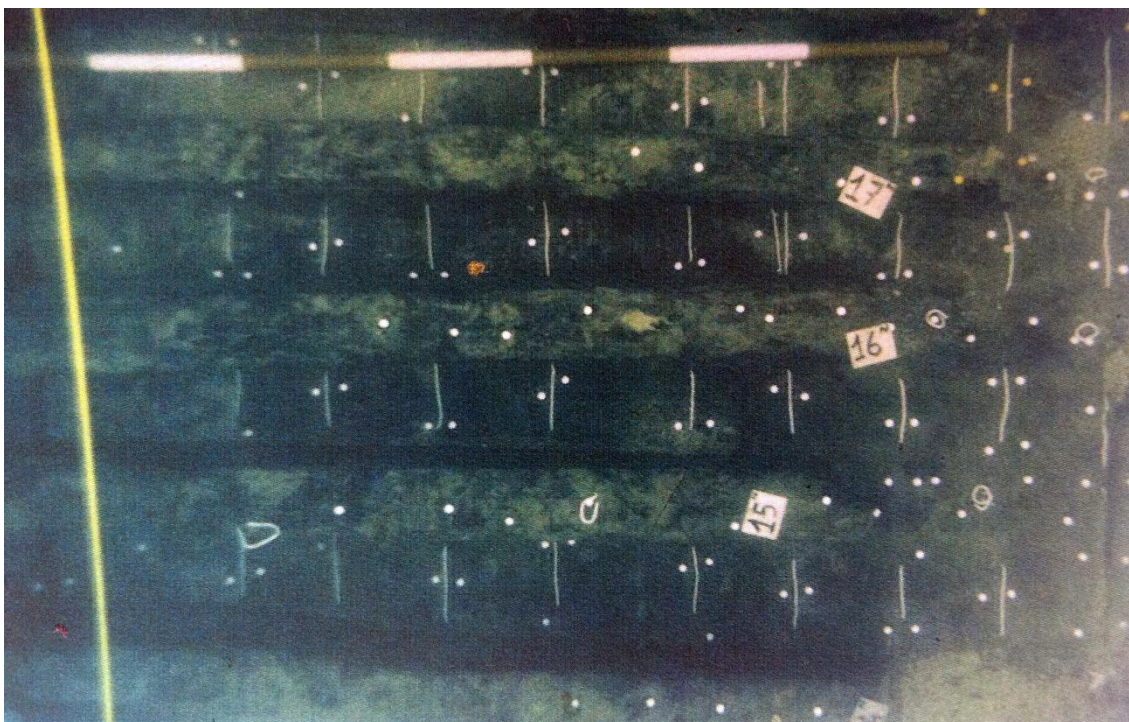


Fig. 221.- Imagen de *Ladispoli* (Felici 2002: 180) donde se pueden observar muchos errores u olvidos en la colocación de los pares de clavijas, algo en relación con la mecanización del trabajo.

El resto de tablas del casco (*Pinus Pinaster*) van perdiendo espesor desde la traca de aparadura para tener como media 4 cm de grosor, pasando las mortajas a estar espaciadas de 4,5 a 5 cm con disposición también a tresbolillo. La anchura de las tracas varía entre los 15 y los 20 cm y hay presencia de rayos en bisel simple para unir dos tramos de una misma hilada, ordenados en el casco con cierta planificación y simetría. El desmonte de la segunda traca de aparadura permitió observar una espiga de 15 cm de longitud por 5,5 cm de anchura y de 1,5 cm de espesor. Estas dimensiones algo inferiores a las de la mortaja le dan un poco de juego lateral a la espiga para solucionar el encaje entre dos tracas.

La carpintería transversal (*Quercus* sp.; *Ulmus* sp.; *Populus* sp.) no cumple una alternancia entre varengas y semicuernas, sino que al contrario la zona axial del casco parece reforzada por piezas continuas, lo cual es poco frecuente en la construcción naval antigua¹⁵⁸ y quizás esté en relación con una arquitectura naval específica para el transporte de *dolia*. En el momento de la excavación se observaron las trazas de 26 cuernas de las cuales trece eran seguramente varengas, si bien en los croquis previos llegan a contarse hasta 21.

Las cuernas tienen una anchura media de 10 cm y una altura en la zona coincidente con la quilla de 20 cm y de 18 cm en los extremos, y la *malla* de separación está entre los 12 y 15 cm (algún caso aislado llega a los 20 cm). Su forma es muy aplanada y tienen tallado un tacón en la cara inferior para acoplarse perfectamente con las tracas de apareadura y la quilla situada por debajo del plano horizontal creado por éstas (Fig. 220). Algunas varengas continúan con genoles muy mal conservados, donde se apoyan con sus varengas por un corte en bisel¹⁵⁹ con 2 cm de separación (M19, M10 y M7) como en *Colonia Sant Jordi* (Fig. 144). Las cuernas están unidas al casco por medio de cabillas cilíndricas de unos 2 cm de diámetro colocadas desde el exterior del casco¹⁶⁰. Se colocan con un espacio entre ellas de 7 a 12 cm y coinciden 2 cabillas por traca de casco iniciándose la unión en las tracas de apareadura. En algunos casos su colocación no es perpendicular a la cuerna sino que son colocadas por las caras laterales para salir centradas por la cara inferior (Fig. 222) como en las M11, 12, 16, 18 y 21). Sin ser una observación sistemática, parece que las cabillas colocadas en la zona Este del casco, están en la cara Norte de las varengas y en la zona Oeste, en la cara Sur¹⁶¹, como en el *Giraglia 2*. Hay trazas de la presencia de clavos tanto en las caras superiores de las cuernas (con una posible alternancia entre palmejares fijos¹⁶² y

¹⁵⁸ Según cita Carre (1993: 15) el pecio *Fos 1* se presenta como ejemplo de irregularidad en la alternancia entre varengas y semicuernas. En la proa se disponen 5 varengas consecutivas con una *malla* apretada, coincidiendo con la situación de una sobrequilla/carlinga no conservada y atestiguada por los encajes. En el resto del casco se alternan 2 varengas por una semicuerta. En el *Dramont A* se constata una sucesión de ocho varengas (Santamaria 1975: 194). En el pecio *Sud Lavezzi 2* también se constata que el ritmo no es alternante y predominan las varengas sobre las semicuernas (Liou, Domergue 1990: 121) siguiendo un ritmo en una zona del casco tipo 3-2.

¹⁵⁹ Las piezas de esta carpintería tienen longitudes variadas y su colocación en el casco no atiende a ritmo alguno.

¹⁶⁰ No encontramos justificación para puntualizar este argumento si las cabillas son cilíndricas.

¹⁶¹ Su colocación en la cara lateral a diferencia de lo que se argumentó en su momento (evitar agrietamientos) podría estar relacionada tanto por la facilidad técnica de perforar una madera de una especie dura como por el mejor sustento mediante cabillas cilíndricas colocadas en bisel frente a las tensiones verticales de la cuerna.

¹⁶² Con una traza de clavo de cobre.

vargas móviles todas en *Pinus Pinaster*) como de algunos clavos de fijación de las cuadernas con el casco, nunca uniendo la carpintería transversal a la quilla.

Para permitir la circulación del agua por la sentina hay presencia de imbornales o groeras de forma semicircular justo en el tacón de las varengas. También hay unos imbornales triangulares en los laterales (7 cm de anchos y 4 cm de alto) colocados sistemáticamente a unos 80/90 cm de la quilla, como en el *Giraglia 2*, justificado por la forma tan plana que tiene el casco.

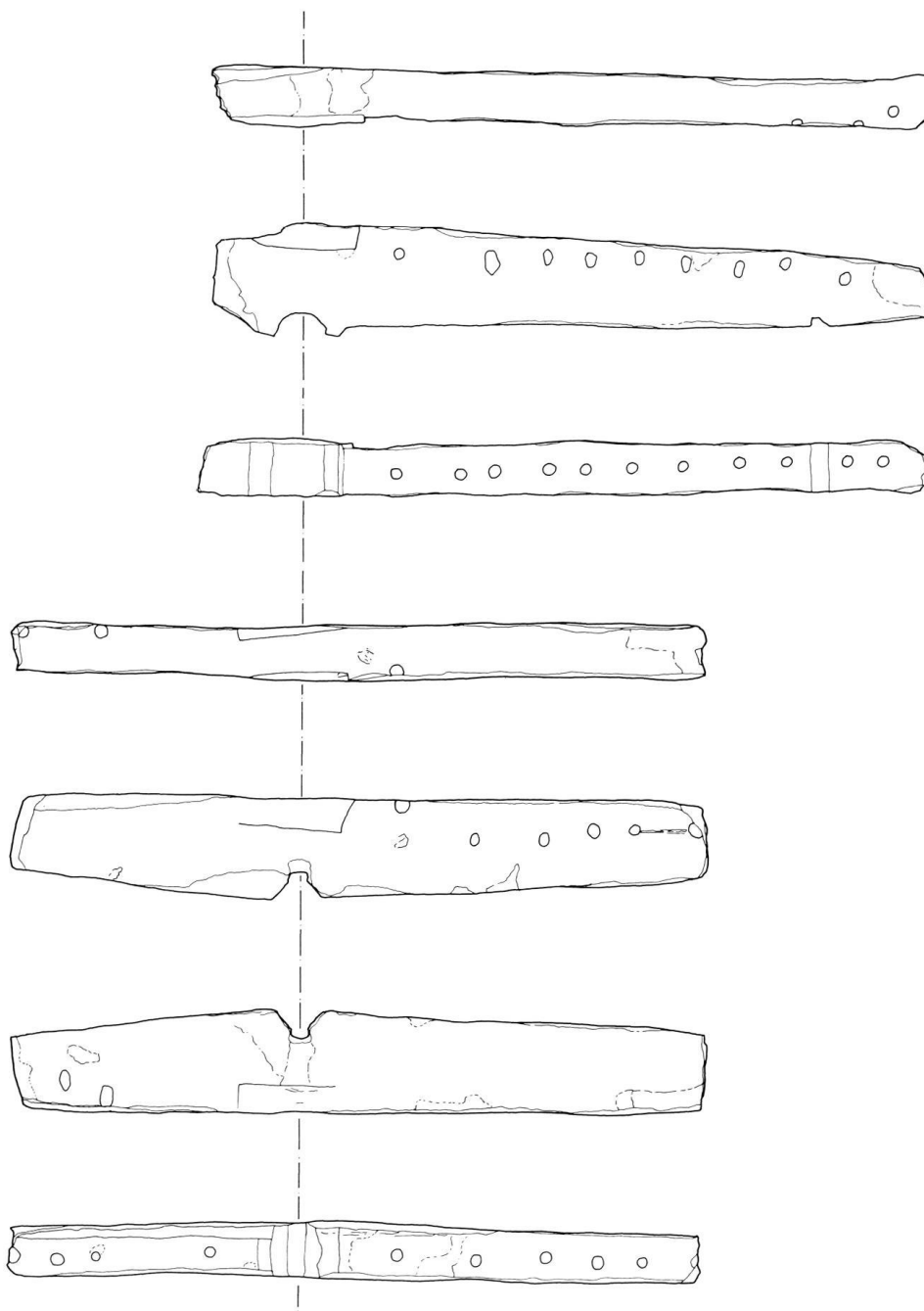


Fig. 222.- Dibujo de las varengas M11 y M21. Se trata de dos ejemplos en los que se puede observar como las cabillas son colocadas en las caras laterales. A un lado de la quilla en una y al otro lado en la opuesta como en el *Giraglia 2* (Carre 1993: 22).

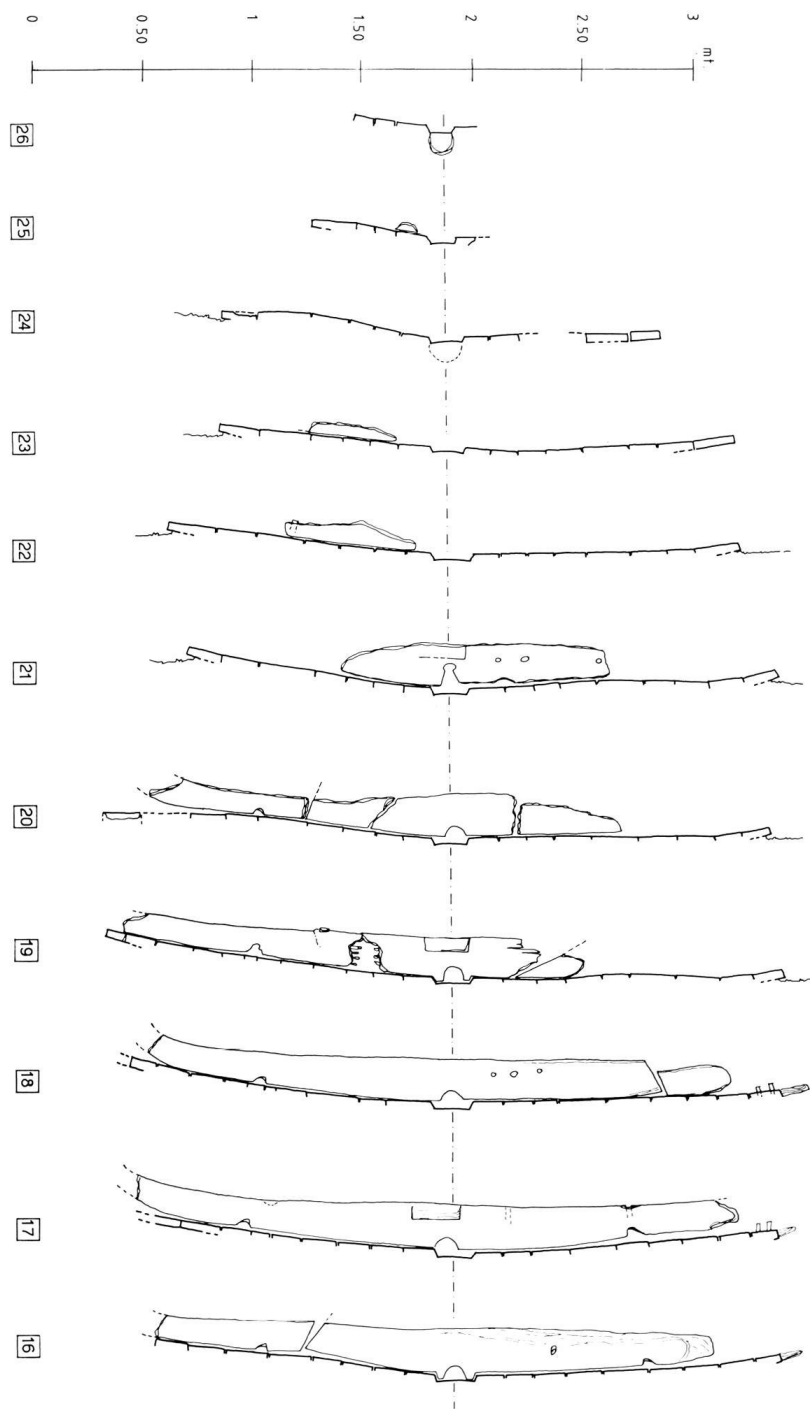


Fig. 223.- Secciones transversales de las varengas y el casco (Carre 1993: 21).

La carlinga se conoce únicamente por unas fotos de 1984 y un croquis, con datos contradictorios. Se conservaba 1,60 m de su recorrido, pero su impronta sobre las cuadernas lo lleva a los 2,50 m. Su unión con la carpintería transversal se hacía mediante una serie de encajes de forma triangular (25 cm de longitud y 5 de altura) en los cantos de la cara superior con las laterales, trabajándose su colocación vis a vis (Fig. 222), estando la cara inferior de la carlinga trabajada de manera “negativa” para acoplarse sobre la carpintería transversal con los referidos encajes triangulares. Las medidas de un único cajón observado de 12 cm de lado, hace suponer que era para el encaje de un puntal y no el pie del mástil.

Por último señalamos que hay restos de impregnación de brea en las cuadernas pero nunca grandes acumulaciones en la cara interna del casco y no hay restos de forro de plomo exterior. Se localizaron una docena de émbolos en madera de la bomba de achique del barco de pequeño tamaño (diámetro 6,8 cm y 1 cm de grosor).

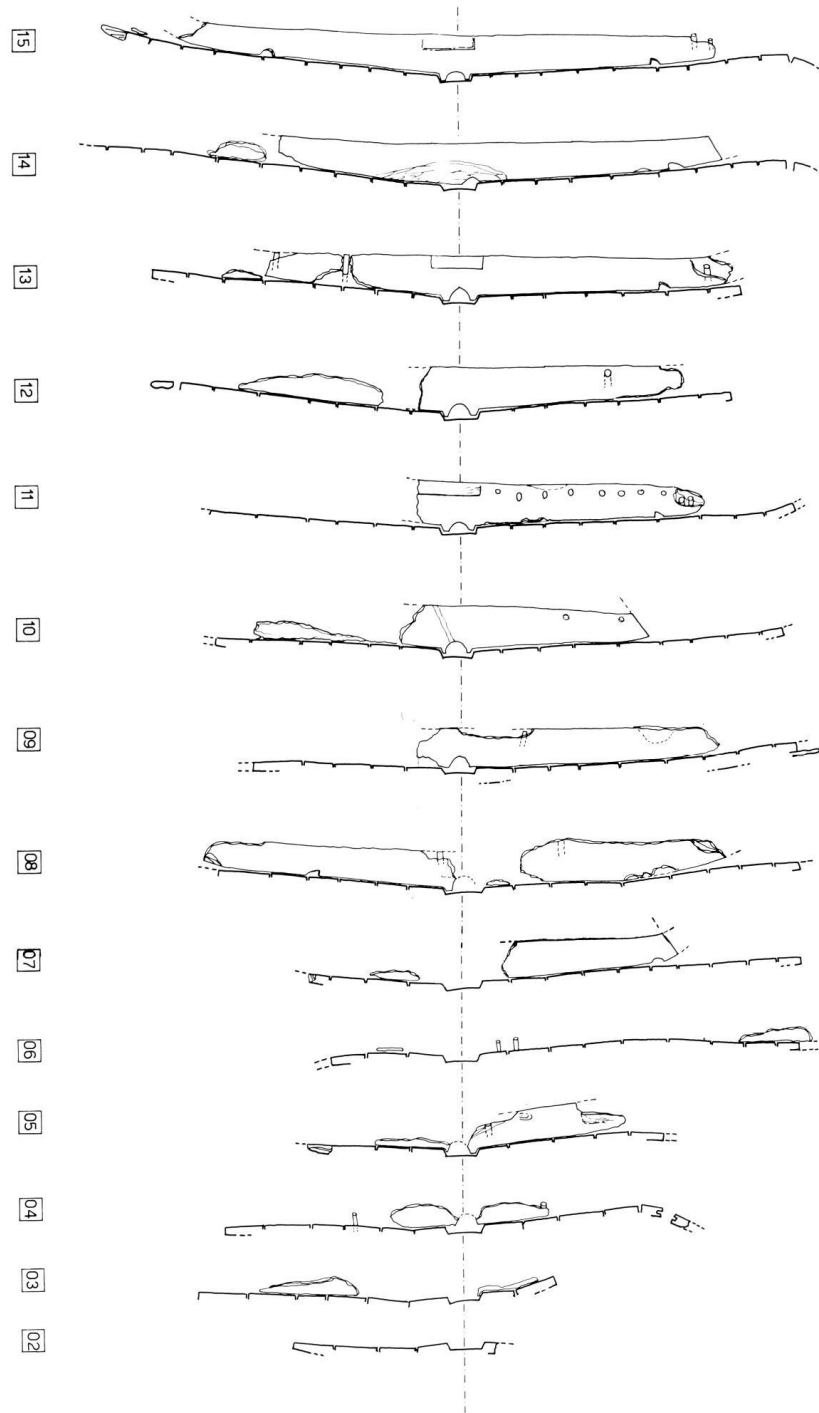


Fig. 224.- Secciones transversales de las varengas y el casco (Carre 1993: 22).

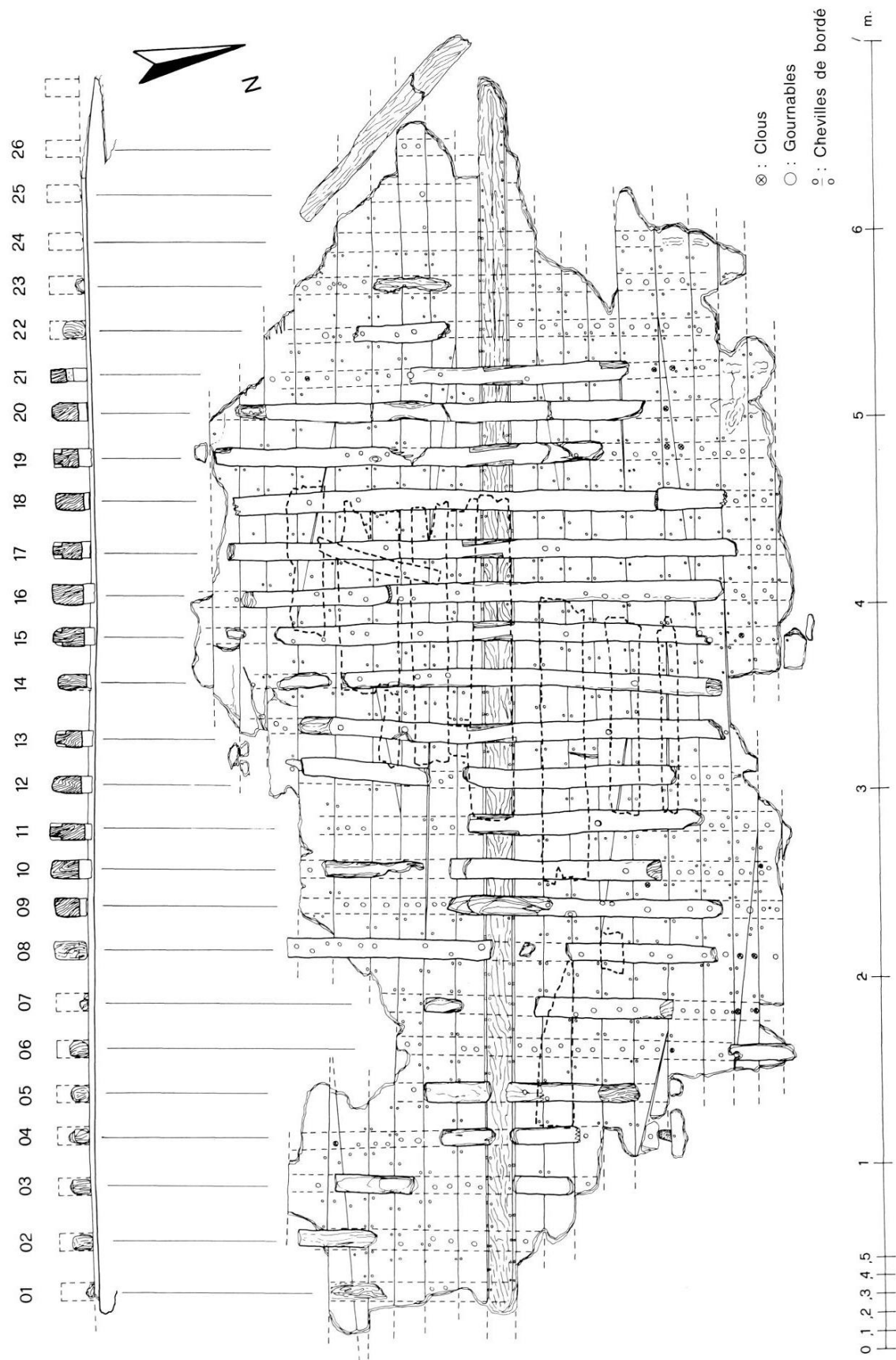


Fig. 225.- Planimetría de los restos del casco. En línea punteada tablas del piso de la bodega y carlinga. (Carre 1993: 13) Los detalles de clavijas, cabillas y clavos no han sido exhaustivos (Carre 1993: 12).

11.3. RABIOU

El pecio de *Rabiou* se encuentra en la entrada Sur del golfo de Saint-Tropez, en las proximidades de la baliza que le da nombre, a una profundidad de 30 m, en un enclave en el que el Cabo de Saint-Tropez separa dos zonas meteorológicas. Este hecho dificulta enormemente la navegación, lo que provocó numerosos naufragios en la antigüedad. Comunicado a la administración competente su descubrimiento en 1989 se inició su excavación con un sondeo en 2001, seguido de campañas programadas entre 2004 y 2006 por Anne y Jean Pierre Joncheray (2009).

Se trata de un pecio con una carga principal y homogénea de ánforas Dr. 2-4 junto con algunos ejemplares de Dr. 9 y Dr. 28. Estos materiales junto con algún fragmento de cerámica aretina permiten situar la construcción del casco en torno al cambio de Era. Se trata de un barco de cabotaje de en torno a los 15 m de eslora y un tonelaje de porte de 10 a 20 t (Joncheray, Joncheray 2009: 95), presentando este pecio unas líneas de casco algo planas en las secciones transversales realizadas, si bien se señala por los excavadores que se trata de una construcción *à retour de galbord* (Joncheray, Joncheray 2009: 96), por lo que podría tratarse de uno de los últimos ejemplos de esta concepción de la arquitectura del eje axial.

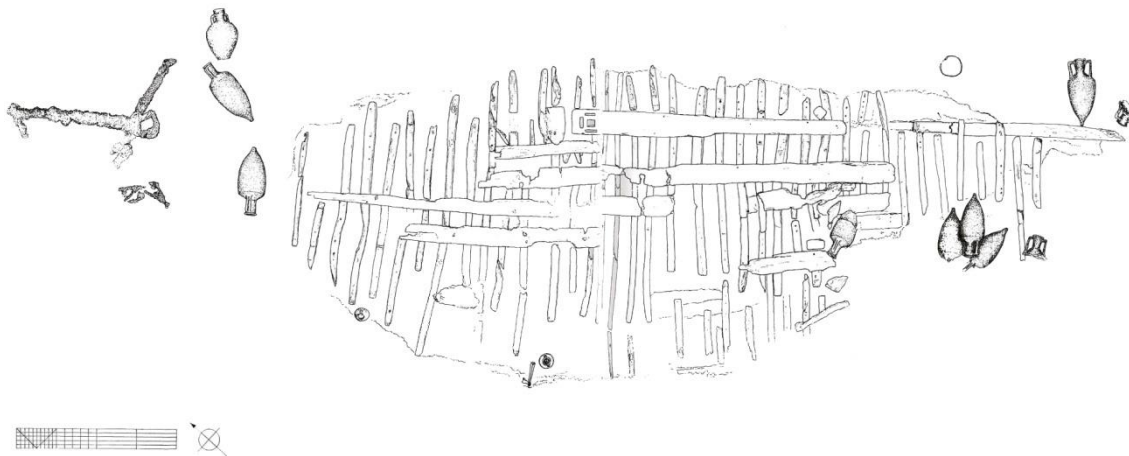


Fig. 226.- Planta de los restos excavados del pecio de *Rabiou*. (Dibujo: Brandon en Joncheray, Joncheray 2009: 68-69).

La quilla (*Pinus pinea*), que fue excavada en todo su recorrido, tenía 11,30 m de longitud (Fig. 226) y se pudo observar su continuación con la roda, donde la unión de la quilla con las tracas de apardura presenta un ángulo con la horizontal de 30°. La unión

de la quilla con las referidas tracas tiene clavos de hierro de sección cuadrada para reforzar a las clásicas espigas (*Quercus ilex*) bloqueadas por clavijas (*Quercus ilex*), alternándose espiga/clavo. La quilla, en la proa, presenta un alefriz con encaje en este tramo para dar salida a las tracas de aparadura con el ángulo necesario (Fig. 227). La quilla tiene 18,6 cm de altura y una anchura 11,4 cm en la cara superior y 10 cm en la cara inferior (por lo que presenta una sección algo trapezoidal). Se observaron restos de clavos en la cara lateral, quizás relacionados con la fijación del piso de la bodega (*sic*) así como en la cara lateral de la quilla, sin aparente función mecánica¹⁶³ (Fig. 227).

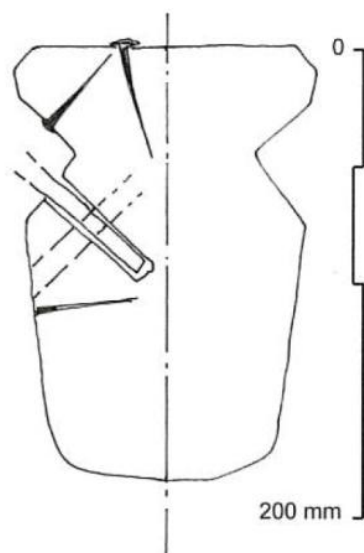


Fig. 227.- Sección transversal esquematizada de la quilla a la altura de la roda. (Joncheray, Joncheray 2009: 70).

Entre la proa y la popa, la quilla es completamente invisible puesto que todo el casco está recubierto de una espesa capa de resina. También la carpintería transversal y la carlinga dificultaban su observación. En la parte posterior del casco, entre las cuadernas 35 y 38, se observó la unión por rayo de Júpiter de la quilla con el codaste.

¹⁶³ Proponemos que podría tener relación con el marcaje de la quilla durante la fase de construcción al igual que en el pecio de la *Giraglia 2*.

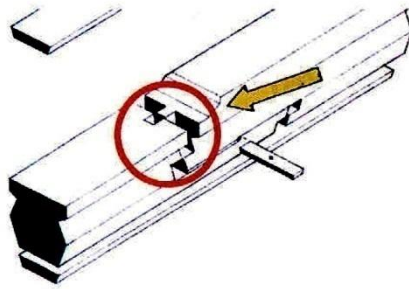


Fig. 228.- La unión entre la quilla y el codaste mediante un rayo de Júpiter. La flecha indica la transición de la altura del codaste hasta la de la quilla. En este esquema se presenta la quilla con una zapata de protección. (Dibujo: Brandon en Joncheray, Joncheray 2009: 70).

Las uniones, como en la roda, con las tracas de apuradura se refuerzan con clavos seguramente en hierro. Igualmente existe alefriz con encaje y, en este tramo, la altura de la quilla y el codaste es algo superior a la altura de la quilla en la parte central del casco. En referencia a éste, al encontrarse profusamente revestido de resina, fue difícil su estudio y tan solo se señala que el grosor de las tracas de forro (tabla nº 4: *Pinus pinea*) es de 3,2 cm.

La carpintería transversal (*Pinus pinea* y *Pinus leucodermis*) se define como robusta (Joncheray, Joncheray 2009: 74). Se conservan 41 cuadernas en los 9,9 m excavados de casco, sobre todo en el costado de babor, más protegido por el cargamento. Tienen 9,5 a 11,5 cm de anchura y de 11 a 12 cm de altura, con una separación entre ellas que va de los 24 a 28 cm, estando la malla más apretada hacia la proa que en el centro del casco. Parece que existe una alternancia entre varengas y semicudernas separadas estas últimas en torno a los 10 cm (Fig. 229). Hay presencia de genoles sin unión alguna con las varengas que terminan su recorrido con un serrado vertical o ligeramente inclinado. Por lo que hace referencia a la unión de las cuadernas con el casco, parece que se utilizan únicamente cabillas de madera. En las varengas que presentan un ángulo más acusado los imbornales son triangulares y están colocados a cada lado del tacón central (Fig. 230). Un imbornal documentado en un genol tiene perfil semicircular.

La carlinga del mástil (*Pinus pinea*), con función de sobrequilla, se encontraba en un buen estado de conservación (Fig. 231). Presenta dos anchuras diferenciadas, según el papel que juegue la pieza, más ancha en la zona de la base del mástil y más estrecha como refuerzo de la carpintería longitudinal. Tiene 4,20 m de longitud, con 30 cm de anchura los 2,5 primeros metros y hacia la popa tiene una anchura de 16 a 18 cm por 1,60 m de longitud, con una transición de un tramo a otro de 10 cm. La altura de la carlinga igualmente decrece desde la proa con la base del mástil (16 cm) hasta la popa (14 cm). La carlinga está encastrada directamente sobre las varengas y para ello presenta una serie de regatas o acanaladuras, en su cara inferior, de 5 cm de altura, sin que se hayan observado elementos de refuerzo de la unión. La ausencia de cajones para la colocación de puntales en toda la pieza permite argumentar que la apertura de la bodega es al menos superior a la longitud de la carlinga (Joncheray, Joncheray 2009: 76). Por lo que hace referencia a los cajones para la base y fijación del mástil, la cavidad principal tiene 9 x 14,2 cm con una profundidad máxima de 9,5 cm que asciende hacia

la proa con un perfil levemente circular. Los cajones para las tablas de fijación del mástil tienen: la frontal 14 cm de longitud y 5 cm de anchura, cortada en bisel y los cajones de fijación laterales tienen 20 cm (estribor) y 23,5 cm (babor) de longitud y 5 cm de anchura, con sección transversal en bisel igualmente (Fig. 231).

Frente a la carlinga, completamente desmontado, parece que existía un pequeño cajón compuesto por diversas tablas, puntales, ángulos, que no parece tener relación con la bomba de sentina, que por otra parte (salvo en el caso de *Pointe de Luque*) se encuentran hacia la popa. No se le ha encontrado interpretación a la función de este cajón o caja situada justo frente al mástil. En referencia a la bomba, hacia la proa se localizaron los tubos de plomo de desagüe y en la popa émbolos (*Pinus pinea*) de la propia bomba.

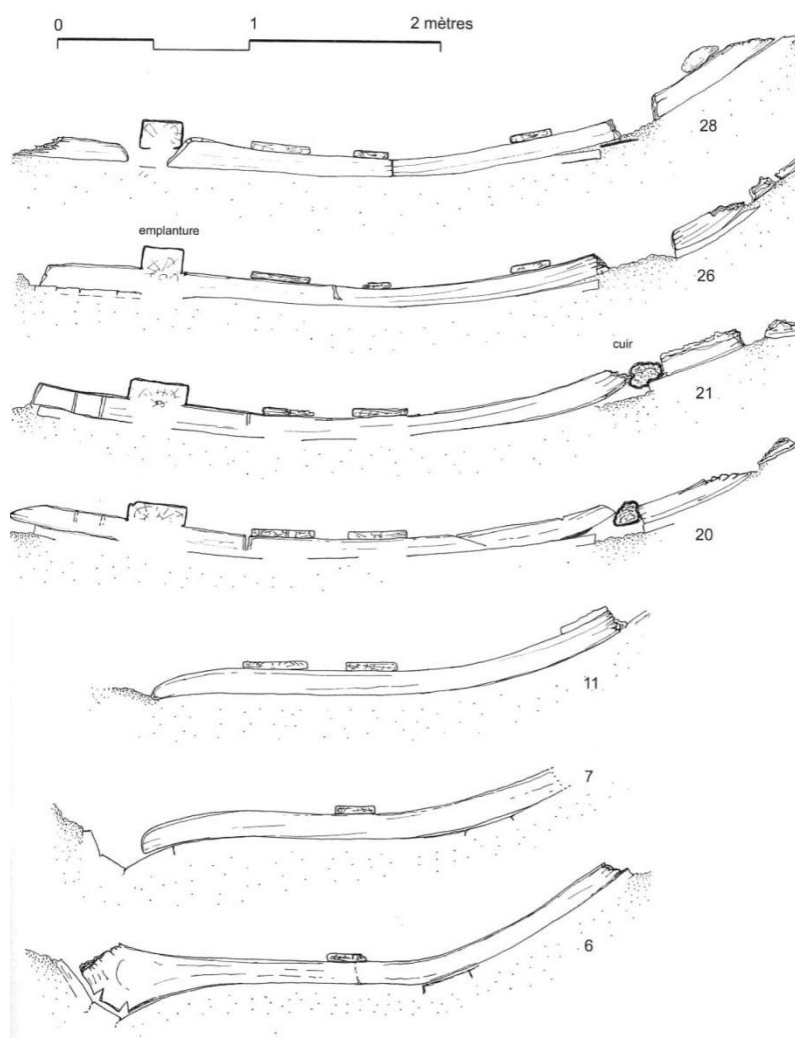


Fig. 229.- Algunas secciones transversales de las cuadernas en las que se observan unas líneas de agua aplanadas y la ausencia de fondo pinzado, a pesar de tener tracas de aparadura à retour de galbord. (Joncheray, Joncheray 2009: 73).

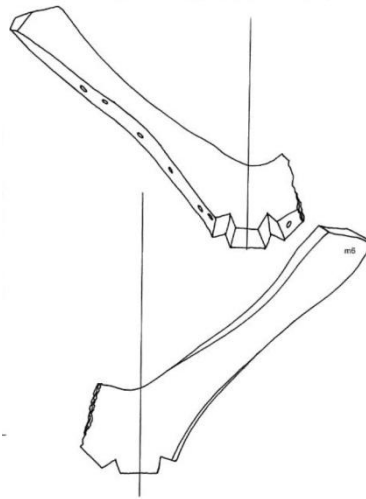


Fig. 230.- Varena de uno de los extremos del casco, donde se observan los imbornales triangulares así como las perforaciones de las cabillas de unión. (Joncheray, Joncheray 2009: 73).

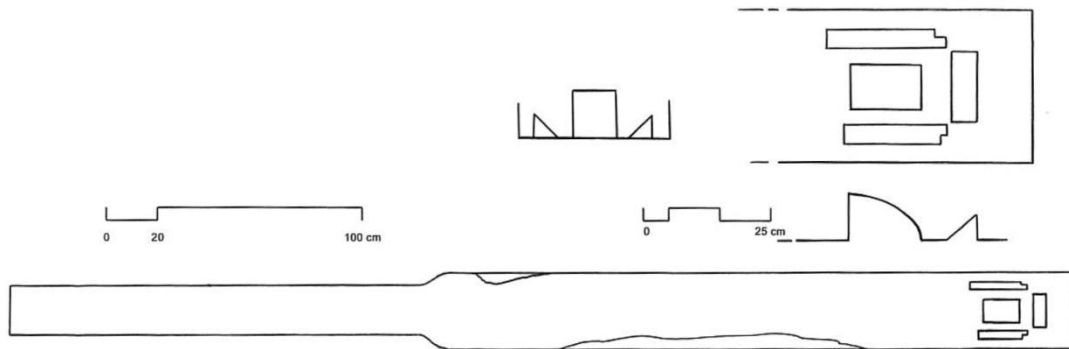


Fig. 231.- Carlinga del mástil y detalle de los cajones para encaje de la base del mástil y las tablas de fijación (Joncheray, Joncheray 2009: 75).

Quedan restos del palmejar (*Albies alba* y *Pinus halepensis*) compuesto por tablas fijadas por clavos de hierro a las cuadernas. Tienen anchuras de 15 a 31 cm con espesores entre 3,2 y 5 cm. Un rayo en bisel une dos tramos de una misma tabla. Hay constancia de vagras móviles que se intercalan entre las anteriores.

Por lo que hace referencia a las especies vegetales utilizadas para la construcción del casco del pecio de Rabiou (analizadas por F. Guibal del *Institut Méditerranéen d'Écologie et de Paléoécologie*) queremos destacar la presencia de pino bosnio (*Pinus leucodermis*), la única especie vegetal que permite una adscripción geográfica precisa en la costa campana, calabresa o ilírica (Guibal, Pomey 2002: 100; Guibal, Pomey 2003: 38) como en el caso del pecio de *Cavalière*.

11.4. CAP DEL VOL

El pecio de *Cap del Vol* se encuentra próximo al T.M. de Port de la Selva, en la provincia de Girona, a 24 m de profundidad. Fue comunicado su descubrimiento a la administración competente en 1978 aunque se sabe que al menos desde el año 1967 había sido expoliado su cargamento compuesto por ánforas Pascual 1. Se realizaron campañas de excavación arqueológica subacuática entre 1978 y 1980 bajo la dirección de Nieto y Foerster, localizándose en los sondeos preliminares restos del casco de la embarcación, concentrándose pues los esfuerzos en la zona S del yacimiento (en un cuadro de 2 x 3 m). Algunos ejemplares de ánforas Pascual 1 estaban estampillados precocción con cartelas *S, H, L, QFS, M. PORC, IVLI THEOPHIL*, lo que permitió interpretar que contenían vino producido en el *ager* de Badalona. La presencia de imitaciones de cerámica aretina, de producción local en época augustea y durante los ss. I y II, destinadas fundamentalmente al comercio con la Galia meridional, permitió datar el naufragio entre fin del s. I a.C. y el s. I. d.C. (Nieto, Foerster 1980; Foerster 1980; Nieto 1982)

La arquitectura naval presenta una carpintería transversal con una alternancia entre varengas y semicuernas¹⁶⁴ cada 25 cm, al menos desde el extremo distal de los restos y hasta la carlinga (Fig. 232). Ésta presenta un cajón de 3 x 5 cm para alojar la mecha de un puntal. Las cuernas (encina), de sección rectangular y bien trabajadas, tienen unas dimensiones medias de 10 cm de anchura y 16 de altura. Su unión con el casco es mediante cabillas colocadas rítmicamente mediante pares que se alternan con cabillas aisladas y en ningún caso sirven para unir las varengas con la roda o con la quilla, si bien hay contacto entre éstas y la carpintería transversal. La presencia de una pequeña regata de unión entre las dos perforaciones de los pares de cabillas en la cara externa de las tracas, junto con lo que se interpretó como una pequeña cuña de protección y fijación (Fig. 233), parece una variante de la técnica de ligaduras internas bloqueadas por cabillas, con otros paralelos como *Saintes Maries 24*, lo que permitió a Marlier¹⁶⁵ establecer que la técnica de sustento de éstas era mediante ligaduras fijadas por cabillas, lo que situaba al *Cap del Vol* dentro de la misma *firma arquitectural* que *Cap Béar 3*.

¹⁶⁴ Cuernas continuas y discontinuas en la publicación (Nieto, Foerster 1980: 165).

¹⁶⁵ Tesis doctoral no publicada consultada bajo autorización personal de la autora. Queremos agradecer desde aquí la colaboración prestada. La pieza interpretada como una cuña, lo es como se ha podido documentar por nosotros en 2012.

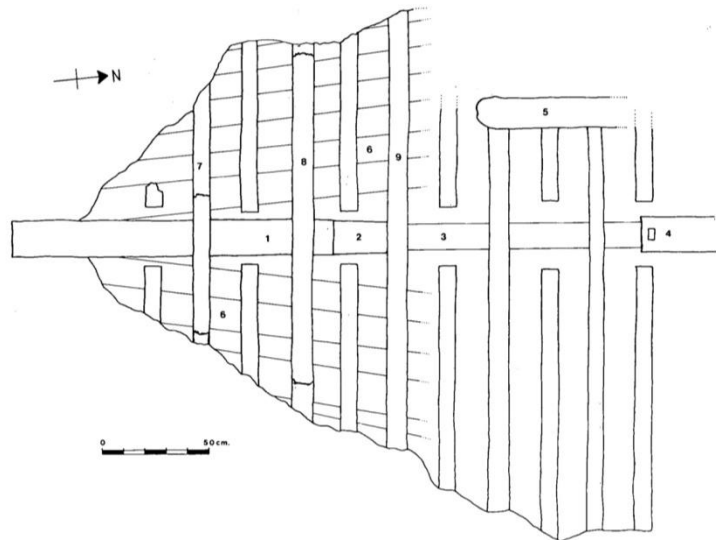


Fig. 232.- Planta de la parte excavada del pecio del Cap del Vol: 1.- Codaste; 2.- Pie de roda; 3.- Quilla; 4.- Sobrequilla; 5.- Tabla del piso de la bodega; 6.- Tablas del casco; 7.- Varenga número 1; 8.- Varenga número 2; 9.- Varenga número 3. (Nieto, Foerster 1980: 166).

Las tracas de forro tienen 4 cm de grosor¹⁶⁶ con mortajas de 8 cm de anchura, 1 cm de grosor y 10 por metro lineal (Foerster, Pascual 1982: 54). El interior del casco presenta una resina aplicada tras la construcción de la nave, con un grosor que oscila entre los 0,5 y los 2 cm, en la que eran observables virutas de carpintería junto con crines largas de animales que hacen de armado en esta sustancia impermeable. Es poco frecuente la aparición de haces de sarmientos de vid perfectamente colocados entre las cuadernas y paralelas a éstas¹⁶⁷. Fueron colocados *ex profeso* tal y como se documentó bajo una de las tablas del piso de la bodega (*Abies* sp.). A juicio de los excavadores (Nieto, Foerster 1980: 166) su función podría ser análoga a la de una rejilla que impide que se colmaten con desechos los imbornales, para que circule el agua en la sentina.

En la Fig. 233 se presenta un esquema de esta unión de la carpintería transversal en la obra muerta, que únicamente se diferencia de la documentada en la obra viva en que se utilizan clavos metálicos de manera alternante con las semicudernas. Las dos primeras varengas (nº 1 y nº 2 de la Fig. 234) presentan un ángulo más acusado ya que se sitúan en el extremo distal de la nave, en contacto directo con el codaste, con los imbornales situados en los márgenes de éste. La varenga nº 3 se sitúa a la altura de la unión del codaste y la quilla, con el imbornal centrado. Presenta solo un suave ángulo

¹⁶⁶ De inferior grosor en la obra muerta.

¹⁶⁷ Técnica análoga a la documentada en los pecios de *SM2* y *SM24* por Marlier.

en la sección y ausencia de alefriz en la quilla, lo que nos permitió argumentar y comprobar en el año 2012 que en la zona central del casco las varengas, y por ello las líneas de la nave, serán completamente planas. Se trataría pues de un barco de fondo plano, menos apto en principio para una navegación de altura en condiciones adversas, pero muy apto para la navegación por aguas poco profundas, el refugio en ríos o albuferas y su varado en playas (Nieto, Foerster 1980: 170)

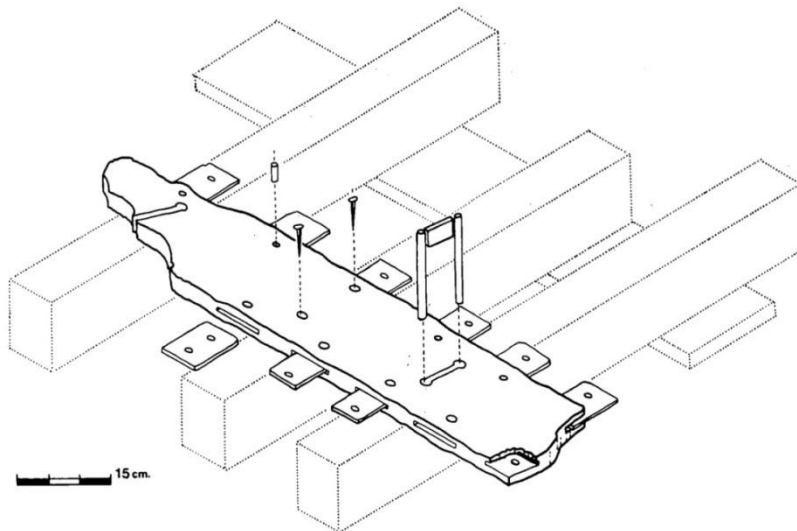


Fig. 233.- Esquema de como se unen las cuadernas a las tracas de forro mediante pares de cabillas cilíndricas. En la obra muerta hay alternancia entre la utilización de clavos y cabillas. (Nieto, Foerster 1980: 170).

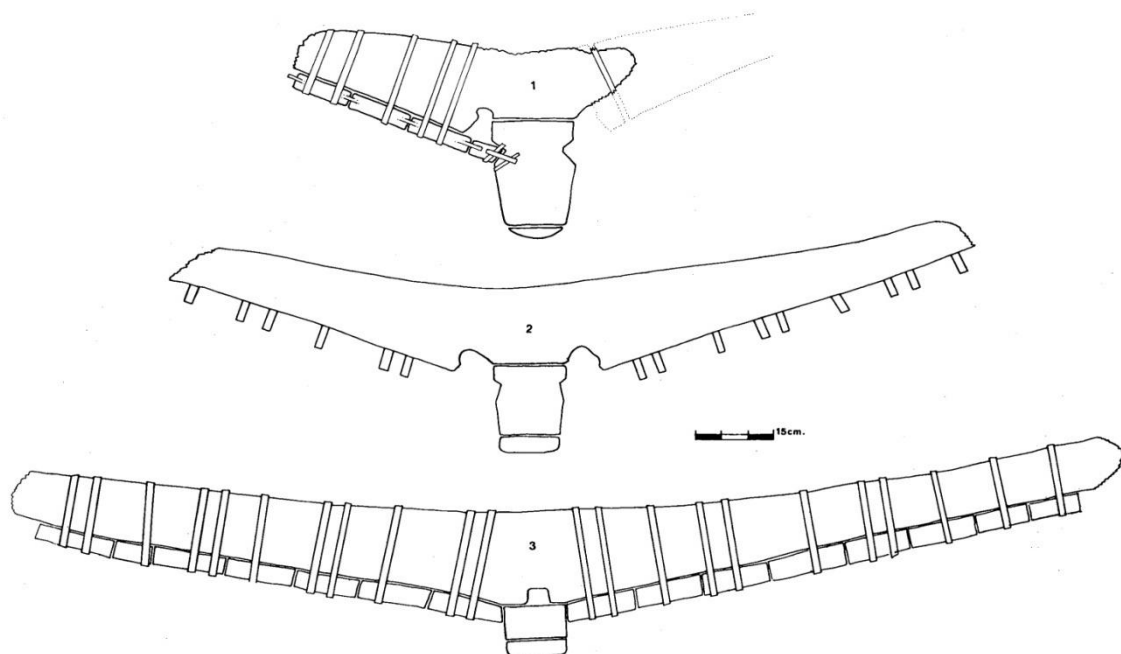


Fig. 234.- Varengas del extremo S del pecio donde se observa el ritmo en la colocación de las cabillas. (Nieto, Foerster 1980: 171). Compárese p. e. con el pecio de Palamós (Fig. 171).

La quilla presentaba una unión con el codaste mediante rayo de Júpiter, cuya parte ascendente se ha perdido. Está compuesta a su vez por dos piezas unidas por espigas en vertical, donde la superior curvada sería propiamente el codaste. La opinión inicial de Nieto y Foerster fue que la pieza principal era la roda y que la inferior, con forma triangular de 63 cm de longitud y 12 cm de anchura, podría estar en relación con un tajamar para facilitar la navegación por disminución del freno al avance. Presenta su base muy erosionada y la zona de menor anchura que debería tener un encaje de unión con la zapata de la quilla, se perdió. El hallazgo de la carlinga y la interpretación de la orientación de las mortajas para el asiento del mástil permitió a Nieto (1982: 165) deducir que la pieza interpretada como la roda, en realidad era el codaste y que la zona S del pecio se correspondía con la popa. Por ello proponemos que la referida pieza triangular se trate del durmiente del codaste o alerón de deriva, como se observa en el pecio de *Kyrenia* o *Palamós* (Fig. 104 y Fig. 169). La quilla no es muy robusta, con 12 cm de anchura y tan solo 6 cm de altura (a la que complementa la zapata con otros 2,5 cm) con una sección rectangular y plana. Es de gran interés para la comparación con otros pecios el hecho de que en su recorrido no parece presentar alefriz para la unión con la traca de aparadura, lo que dibuja un casco de fondo muy plano, como hemos señalado.

El codaste es de sección transversal trapezoidal, con la cara inferior de menor anchura y una altura media de 19 cm (Fig. 236). La pieza se va curvando conforme se aleja de la quilla al tiempo que va aumentando su anchura. La cara superior del codaste pasa de medir 12 cm en la zona de unión con la quilla a 16 cm en el extremo opuesto conservado. En el codaste se diferenció, marcado por una disminución sensible del grosor mediante una moldura redondeada, un pie de codaste en el extremo proximal y en su cara inferior un encaje para alojar la zapata de la quilla. Presenta una serie de escotaduras y rebajes para lograr la unión con la quilla mediante un rayo de Júpiter (con la ayuda de clavos metálicos), con cabilla de fijación lateral no localizada (Fig. 236).

El codaste, a ambos lados de su cara superior tiene trabajado un alefriz con encaje que evoluciona, desde un suave bisel simple en la zona de unión con la quilla, hasta un encaje pronunciado para permitir que las tracas se unan con un ángulo de salida acusado en la popa. La unión con las tracas por *punicana coagmenta* con mortajas de 5 cm de anchura y equidistantes 8 cm, se mejora con la ayuda de clavos colocados entre cada dos mortajas y orientados para fijar la traca en cada una de las caras del alefriz (Fig. 236).

La base de la quilla está protegida por una zapata de 12 cm de anchura y 2,5 cm de grosor, presentando una escotadura para el encaje del durmiente del codaste. Su unión con la quilla es únicamente mediante clavos metálicos no existiendo ninguna espiga o clavija de madera. Presenta su cara inferior muy erosionada, algo que fue interpretado como desgaste por el varado o el tránsito en zonas de escaso calado.

Por lo que hace referencia a la carlinga, tiene una anchura que va aumentando desde los 17 cm en el extremo distal hasta los 34 cm en la zona donde hay cuatro escopladuras para el asiento y fijación de la base del mástil (Fig. 237). El hueco central presenta su cara sur vertical, mientras que la opuesta es cóncava. Las mortajas o cajones situados en las caras laterales de la principal tienen una dimensión análoga y son de sección trapezoidal (Fig. 238). La mortaja que fija los movimientos del mástil en

sentido longitudinal, presenta también una cara vertical y otra cóncava, pero dispuestas de manera inversa a la del cajón principal.

La interpretación es que la cara vertical del cajón principal es la que está orientada hacia la popa y viene justificada por el esfuerzo mecánico que provoca el velamen durante la navegación, con paralelos en casos en los que sí que está bien definida la situación de la proa y la popa (p.e. *Saint Gervais 3*) así como por la facilidad que implica para eventuales desmontes del mástil hacia la popa, con algunos ejemplos en la iconografía. El paralelo directo de esta carlinga está en el pecio de *Plane 1*, de la misma *firma arquitectural* que el *Cap del Vol* pero con diferencias marcadas. En la cavidad principal de la carlinga y situada de canto, con el anverso hacia donde debía estar la mecha del mástil y el reverso apoyado en la cara vertical sur, apareció una moneda votiva muy erosionada posiblemente de *Saguntum*¹⁶⁸ (Carlson 2007: 319) (Fig. 235), si bien *Bolskan* parece la identificación más probable.



Fig. 235.- Reverso de la moneda localizada en la carlinga del mástil del pecio de *Cap del Vol*. (Foto: Cortesía Centre d'Arqueologia Subaquàtica de Catalunya).

¹⁶⁸ Tratándose de monedas ibéricas, colocadas posiblemente siguiendo un rito, ello pueda indicar que *Cap del Vol* y *Plane 1* podrían ser naves construidas en la Península Ibérica.

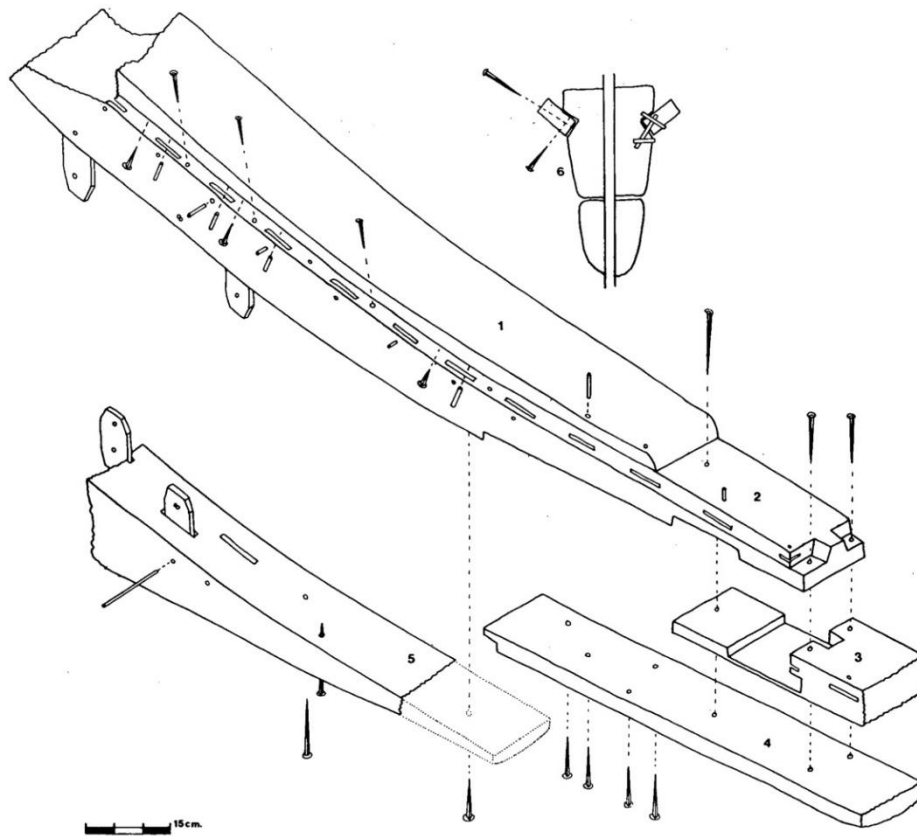


Fig. 236.- Vista axonométrica despiezada del codaste: 1.- codaste; 2.- pie del codaste; 3.- extremo distal de la quilla; 4.- zapata de la quilla; 5.- durmiente del codaste; 6.- Sección ideal del codaste y el durmiente mostrando los dos sistemas empleados para unir la primera tabla del casco al codaste. (Nieto, Foerster 1982: 167)

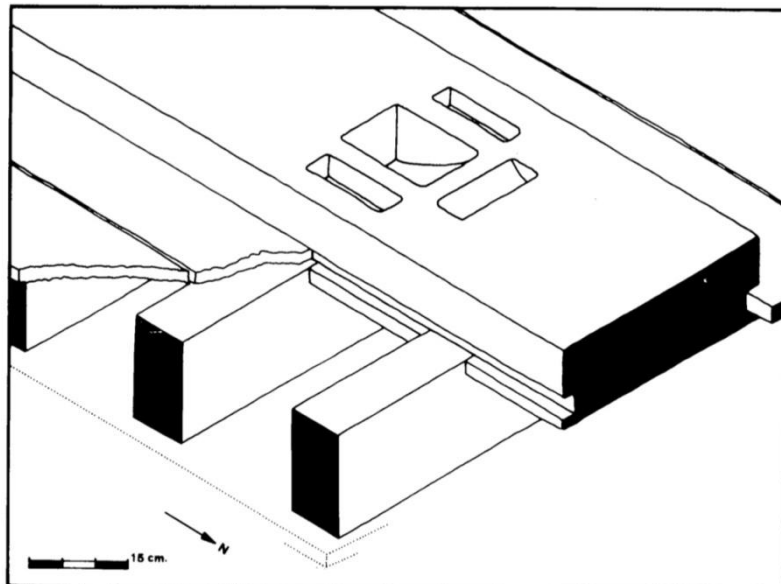


Fig. 237.- Vista axonométrica de la carlinga sobre las cuadernas, con regata para el encaje de las primeras tracas del piso de la bodega. (Nieto 1982: 166). Nuestra observación personal en 2011 y 2012 en el pecio concluyó con que se trata de una erosión longitudinal provocada por las primeras tablas del piso de la bodega, bien durante la vida del barco, bien durante el proceso postdeposicional.

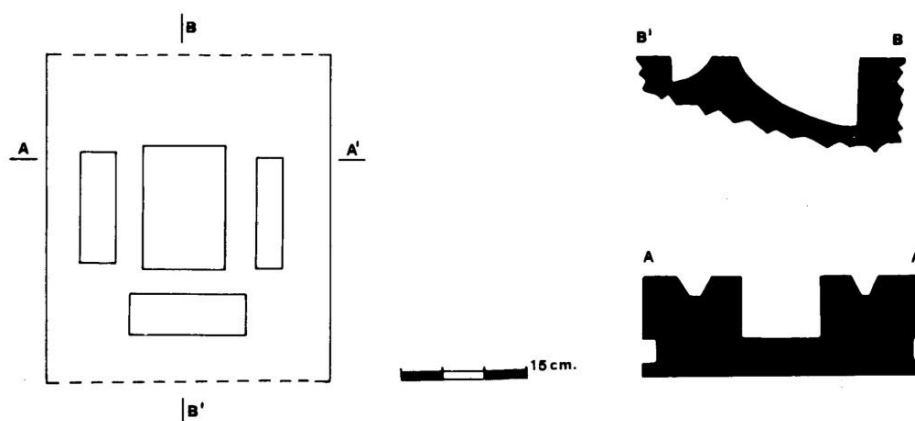


Fig. 238.- Escopladuras para la fijación de la base del mástil y secciones (Nieto 1982: 166).

Para el asiento de la carlinga sobre la carpintería transversal, se practicaron en la cara inferior de ésta una serie de regatas o acanaladuras, separadas entre ellas 19 cm aproximadamente, para diseminar por el casco las fuerzas multidireccionales que ejerce el mástil¹⁶⁹. En los laterales se observaron unas ranuras para el encaje de las primeras tablas del piso de la bodega, sin paralelo conocido, que pudieron ser interpretadas en 2011 como erosiones longitudinales.

En el año 2011, el CASC, bajo la dirección de Vivar, De Juan y Geli, realizó una primera valoración del estado de conservación y potencialidad arqueológica del pecio de *Cap del Vol*, certificándose, aparte de otras cuestiones de interés para el estudio del comercio marítimo, que el estado general de la nave era óptimo así como que las cuadernas estaban unidas al casco mediante una técnica de ligaduras internas en bucle fijadas por cabillas de madera, tal y como propuso Marlier en su tesis doctoral de 2003.

Durante la campaña de excavación del 2012 dirigida por el mismo equipo, se han ido observando una serie de particularidades en la arquitectural naval del pecio que permiten elevar el grado de detalle y sistematización del nivel de *firma arquitectural* al de *práctica de astillero*. Ello quiere decir que se detectan trazas y maneras de realizar una técnica constructiva bien conocida por un determinado grupo de artesanos. Se detectan similitudes en lo general con pecios contemporáneos y sobre todo con los de su *firma arquitectural*, pero enormes diferencias en el detalle y en lo particular.

¹⁶⁹ Donde los vectores longitudinales son los dominantes.

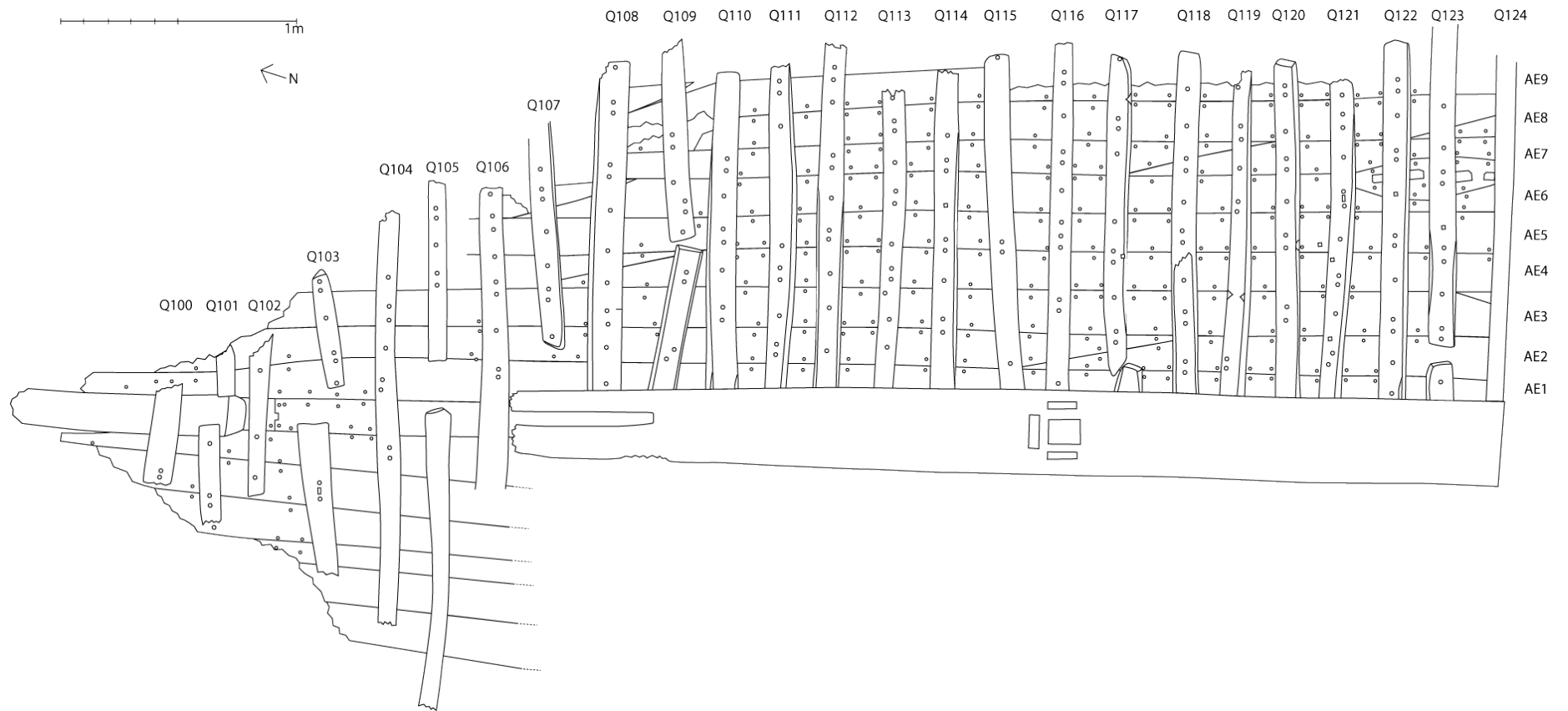


Fig. 239.- Planimetría del sector del casco de *Cap del Vol* excavado en la campaña 2012 (Autor: Geli-CASC).

Resumen observaciones realizadas en la campaña 2012:

- El piso de la **bodega** está compuesto por un palmejar fijo alternante con vagras móviles, presenta uniones a bisel fijadas por dos clavos de hierro para dos tramos de tablas de una misma hilada. El palmejar está claveteado sistemáticamente a cada una de las cuadernas por tres o cuatro clavos (Fig. 240).
- Presencia significativa de clavos de hierro de sección circular para la fijación del piso de **bodega** y alguna cuaderna, prácticamente inexistentes en la arquitectura naval antigua. (Fig. 240).
- **Bodega** muy abierta solo con posibles puntales en los extremos distales de la carlinga.



Fig. 240.- Vista del piso de la bodega compuesto por una alternancia de palmejares fijos por conjuntos de tres a cuatro clavos, alternándose con vagras móviles de inferior grosor. (Autor: CASC).

- Ausencia de clavos de bronce o cobre.
- El **sistema de unión de las cuadernas al casco** usa un patrón de colocación de los pares de cabillas y las cabillas aisladas que no cumple el de la generalidad de los barcos de la *firma arquitectural* a la que pertenece *Cap del Vol*. Algunas de las cabillas aisladas o la de los pares de cabillas deben fijarse/consolidarse *a posteriori* mediante la colocación de un clavo de hierro a punta saliente que usa la cabilla como taco guía. Parece que hay presencia de clavos a punta perdida en la carpintería transversal.

- En los espacios entre **cuadernas** se colocaron sarmientos de vid (Fig. 241), para dejar libre de pequeños objetos la circulación de agua en la sentina. Los paralelos son escasos, tan solo *Cap Bénat* (con un origen de factura propuesto en el Sur de Europa sin una justificación científica), *Saintes Maries 2* y *Saintes Maries 24* (Estos dos últimos de la misma *firma arquitectural* que *Cap del Vol*).
- En las caras superiores de las **cuadernas** observadas se detecta un trabajo posiblemente destinado a la colocación de ligaduras externas, pero que nunca llegaron a practicarse, bien mediante biselados de los ángulos de la cara superior o mediante la práctica de acanaladuras (Fig. 245). Cabe la posibilidad de que se trate de unas cuadernas reaprovechadas de un barco de líneas idénticas a *Cap del Vol*. Se podría tratar de un astillero de origen donde conviven las dos tradiciones técnicas.
- Evidencia más antigua conocida de **cuadernas sobrepasadas** (Fig. 250) o asimétricas, rasgo definitorio de la *familia arquitectural imperial*.

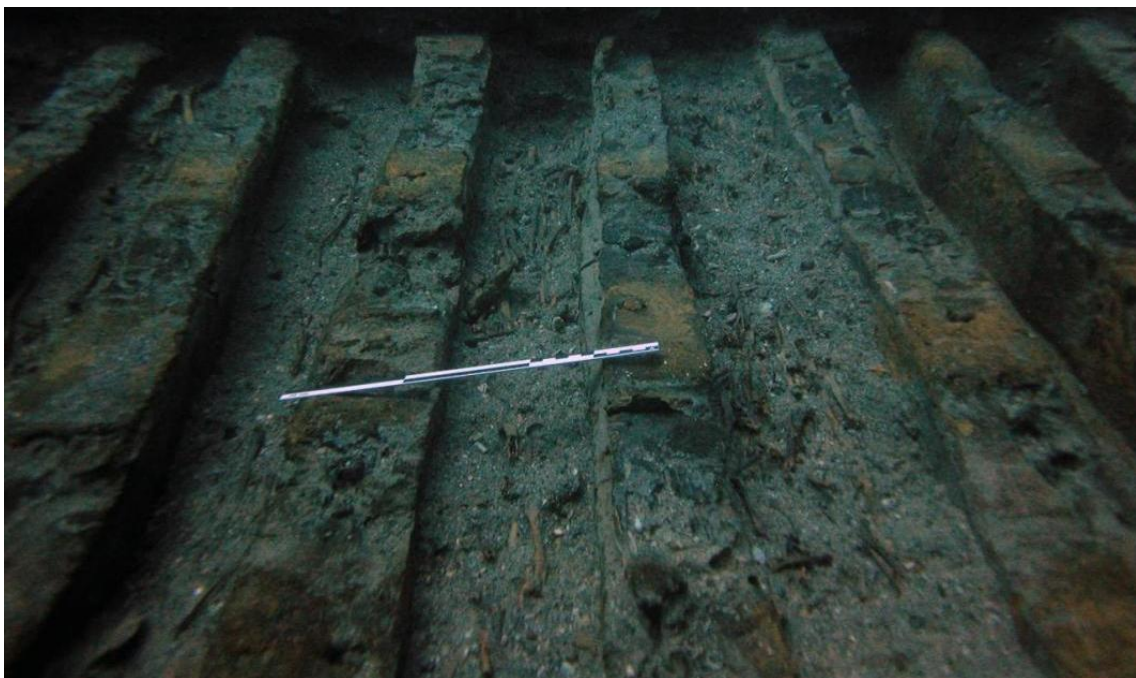


Fig. 241.- Sarmientos de vid colocados de manera ordenada entre las claras de las cuadernas. (Autor: CASC).

- Presencia aislada de tacos de madera que se colocan entre los pares de cabillas de unión de las **cuadernas** con el casco, en la zona de la regata de paso para las ligaduras internas (Fig. 242).
- En muchas ocasiones las **cabillas** para las **cuadernas** introducidas desde el interior del casco no son cepilladas y sobresalen de la cara superior de las cuadernas (Fig. 249).
- Presencia de algunas **cabillas** de sección rectangular y otras de gran diámetro en las **cuadernas**.
- Ligaduras internas sin regata de unión entre los pares de cabillas en la cara superior de las **cuadernas** en varios casos. (Fig. 249).
- En ningún caso se detecta la presencia de *cuadernas activas*.

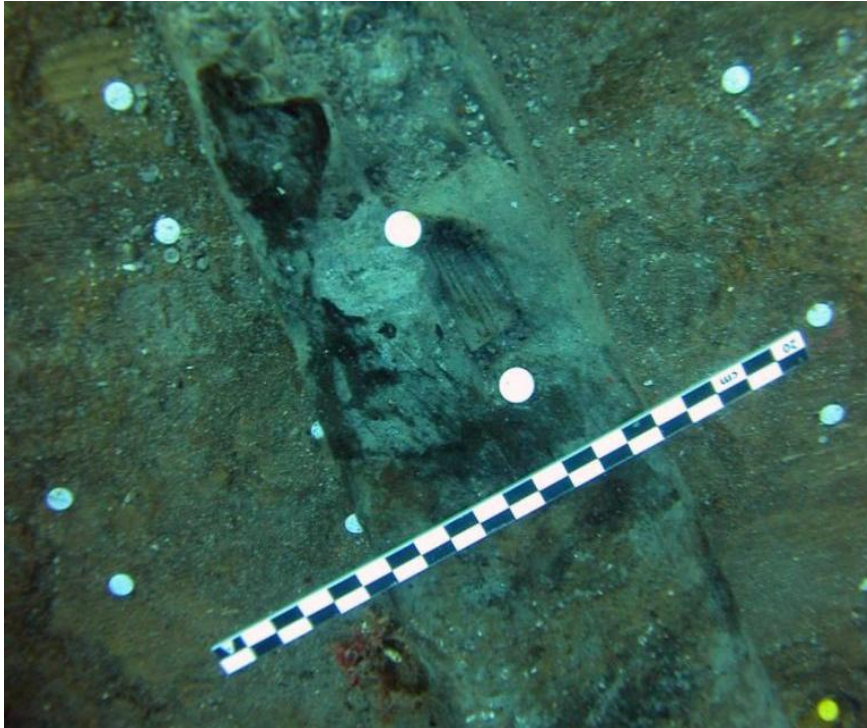


Fig. 242.- Vista cenital de una de las ligaduras internas de unión que ha sido bloqueada en su cara superior por un taco o cuña de madera. (Autor: CASC).

- La cara superior de la **roda** coincidente con la ubicación del rayo de Júpiter es de mayor anchura y grosor como en los pecios de su periodo (p.e. *Tradalière* o *Rabiou*), pero arranca con una moldura sin paralelo (Fig. 243) en los pecios del periodo, como en *Barthélémy B*, de la misma *firma arquitectural*).
- En la cara superior de la **roda**, a la altura del rayo de Júpiter de unión con la quilla, se refuerza la unión con un clavo (Fig. 244).
- Presencia de dos cabillas cónicas facetadas introducidas verticalmente desde el exterior en la junta de unión entre la quilla y la traca de apurada en la zona próxima a la unión con la **roda** (Fig. 248).

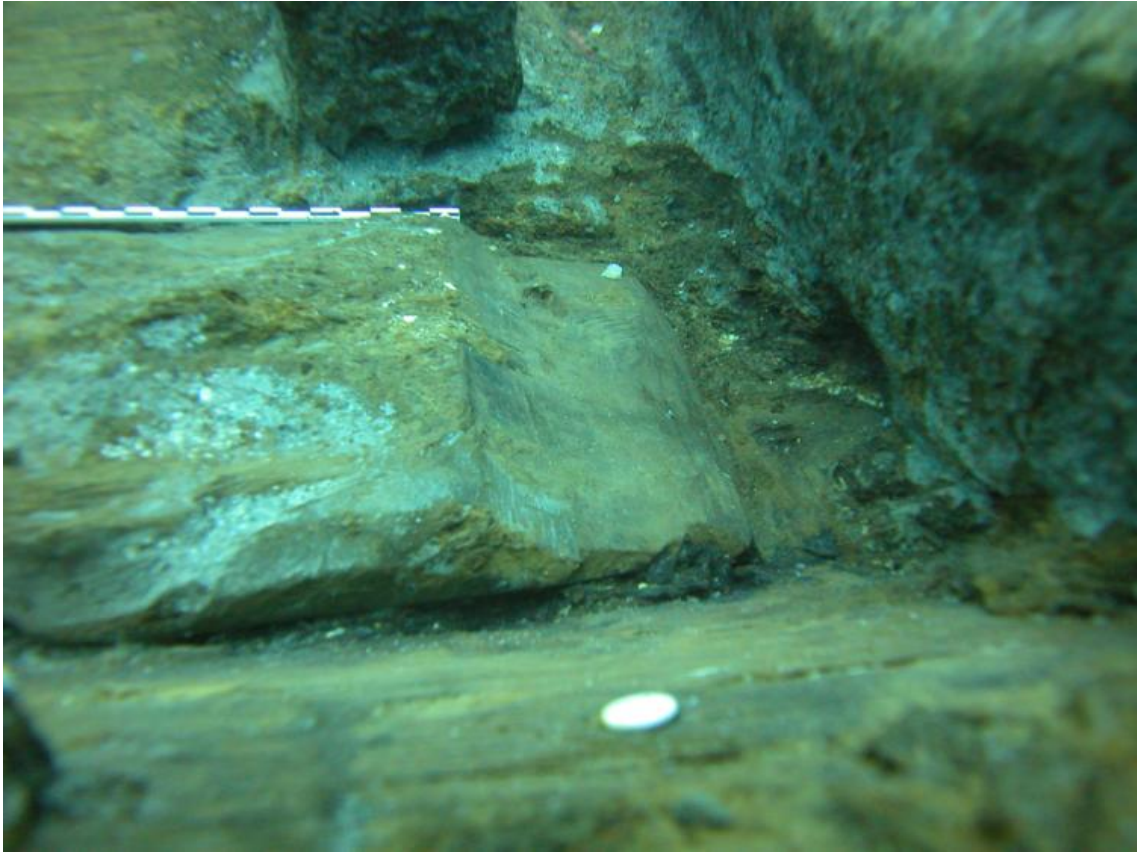


Fig. 243.- Vista de la moldura que forma la cara superior de la roda. (Autor: CASC).

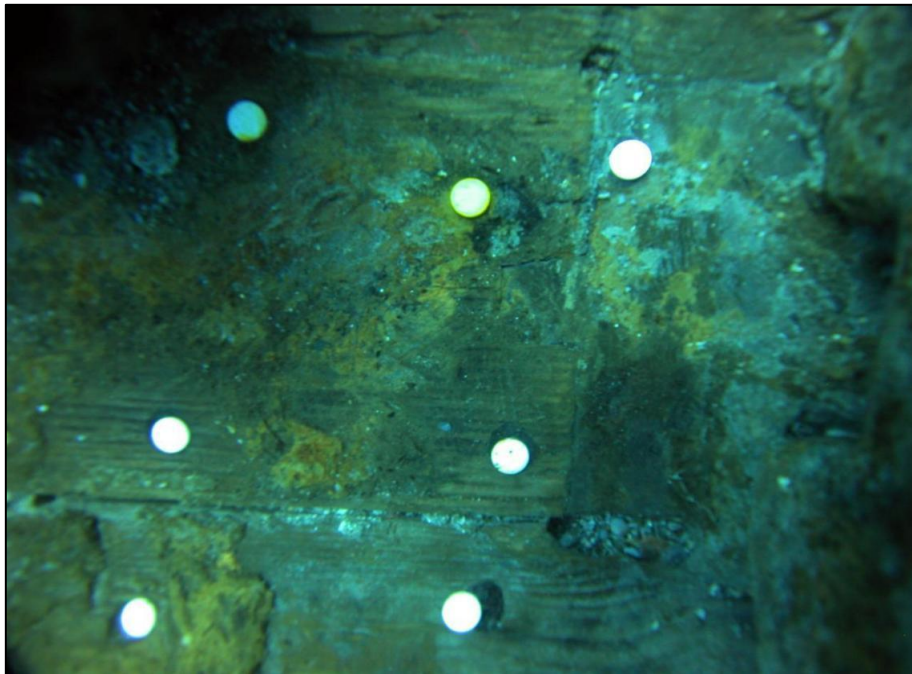


Fig. 244.- Cara superior de la unión por rayo de Júpiter de la quilla y la roda. Obsérvese como cambia la especie vegetal seleccionada así como la presencia de un clavo de hierro reforzando la unión. (Autor: CASC).

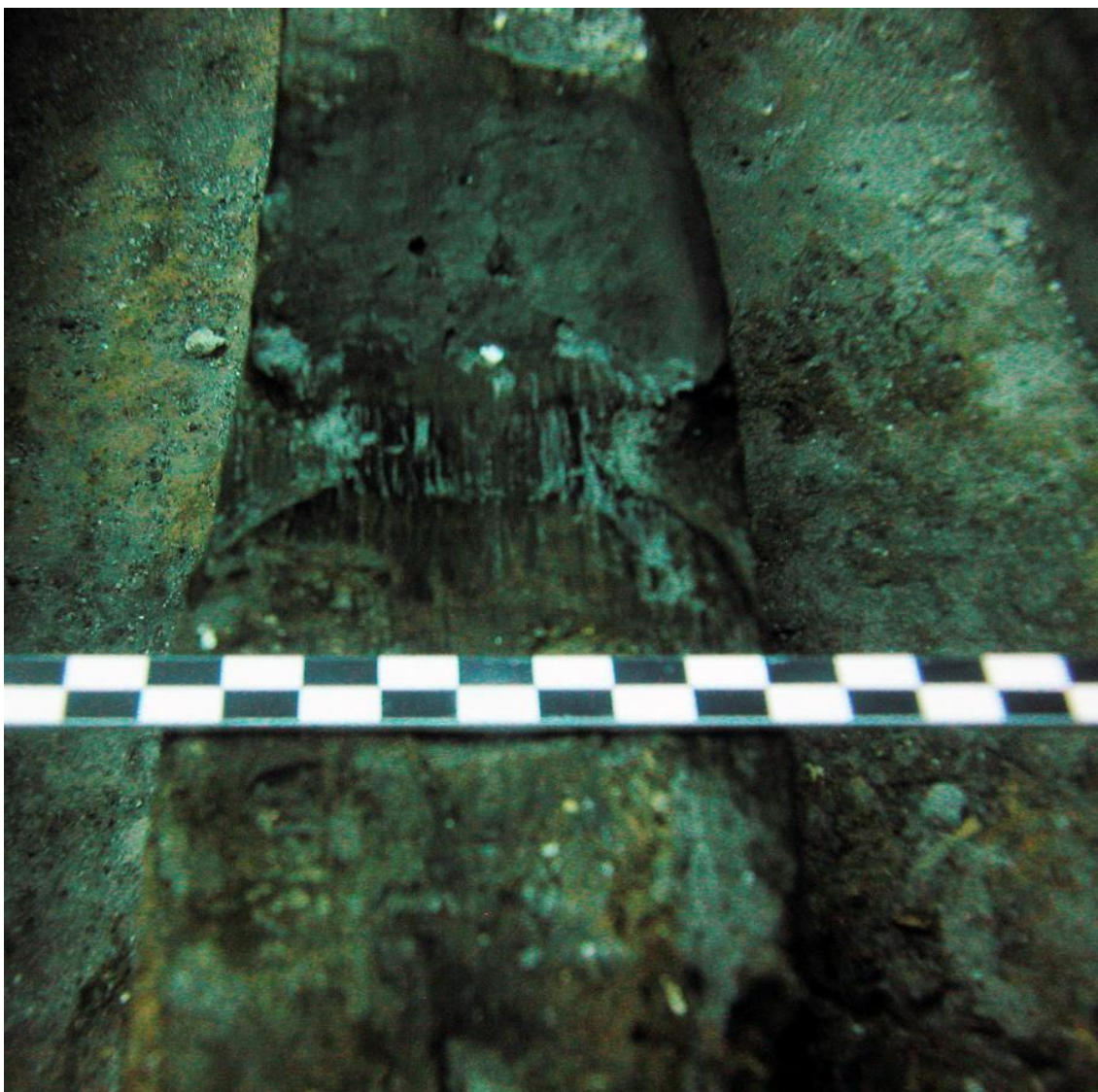


Fig. 245.- Ángulos de una cuaderna rebajados para dar paso a una ligadura externa.
(Autor: CASC).

- Las perforaciones de taladro arquero para las **clavijas de fijación** de las espigas son muy cónicas, sin paralelo arqueológico por la gran diferencia entre el diámetro máximo y mínimo (Fig. 246).
- En muchas ocasiones las **clavijas** introducidas desde el interior del casco, no son cepilladas y sobresalen. Algunas de ellas parece que se sustituyen *a posteriori* por otras de mayor diámetro interno como reparación en el momento de armado (Fig. 246).
- Presencia de **clavijas** facetadas de sección hexagonal de diámetro interno inferior a la media común.
- La capa de materia para la **protección de la madera** de la humedad marina parece una cera más que una materia de origen resinoso (Fig. 247).

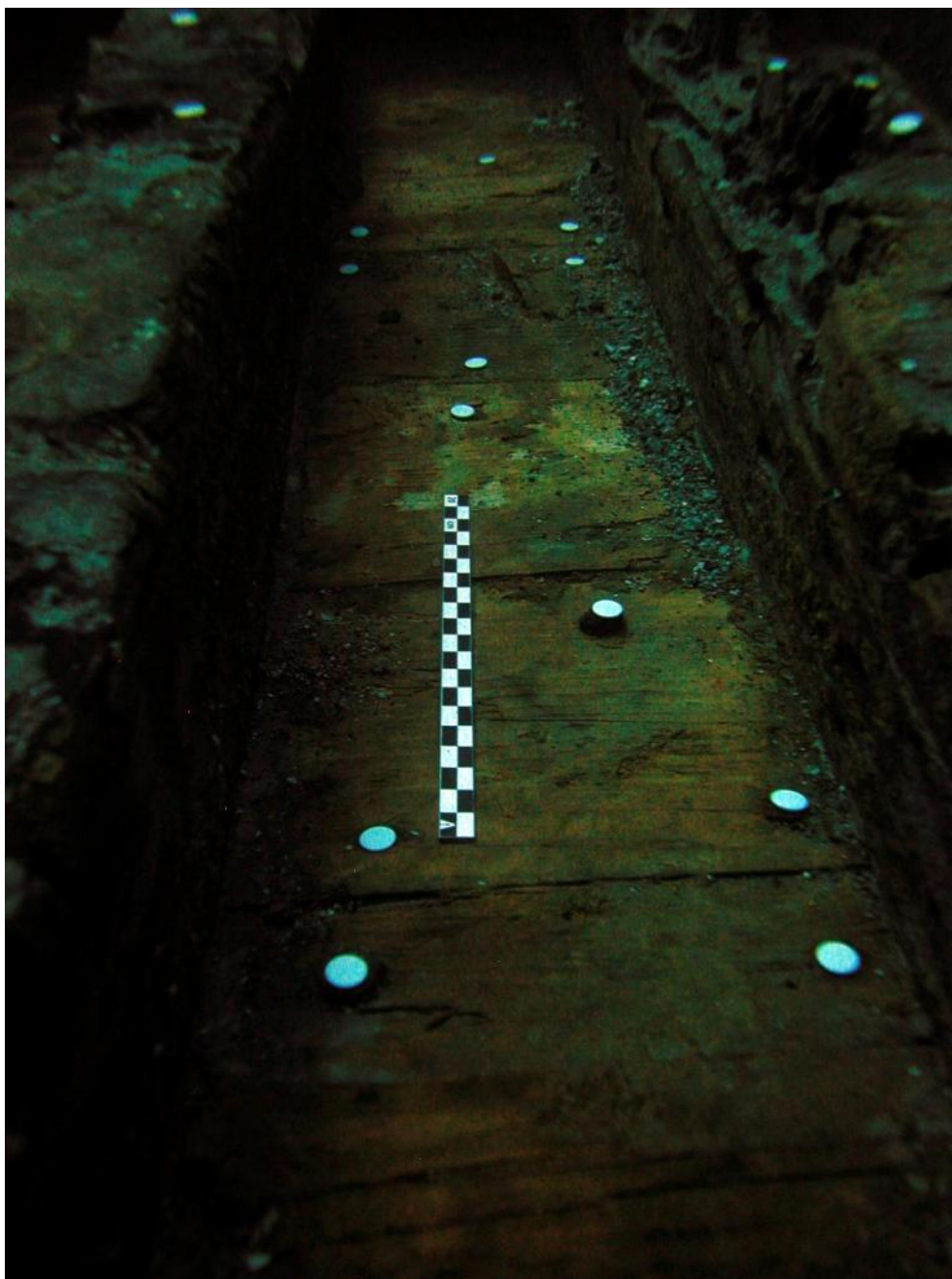


Fig. 246.- Presencia de clavijas de fijación troncocónicas para las espigas, de diverso diámetro en función del sentido de su colocación. Algunas no fueron completamente cepilladas. (Autor: CASC).

- **Carlinga** monóxila de importante anchura, grosor y longitud, sin paralelo arqueológico conocido. Presenta la concreción de un perno de hierro a mitad de su recorrido, en el centro de su anchura. Comparte rasgos para el acople en la carpintería transversal con pecios como el *Plane 1*, pero no sus dimensiones. Comparte las dimensiones con *Cavalière* pero no el sistema de colocación de la mecha del mástil.
- **Carlinga** que presenta la función de sobrequilla, prácticamente de la misma longitud de la quilla de roda a codaste.
- **Líneas de agua** con fondo plano y pantoque acusado, apta para el cruce de lenguas arenosas y la navegación en fondos someros.

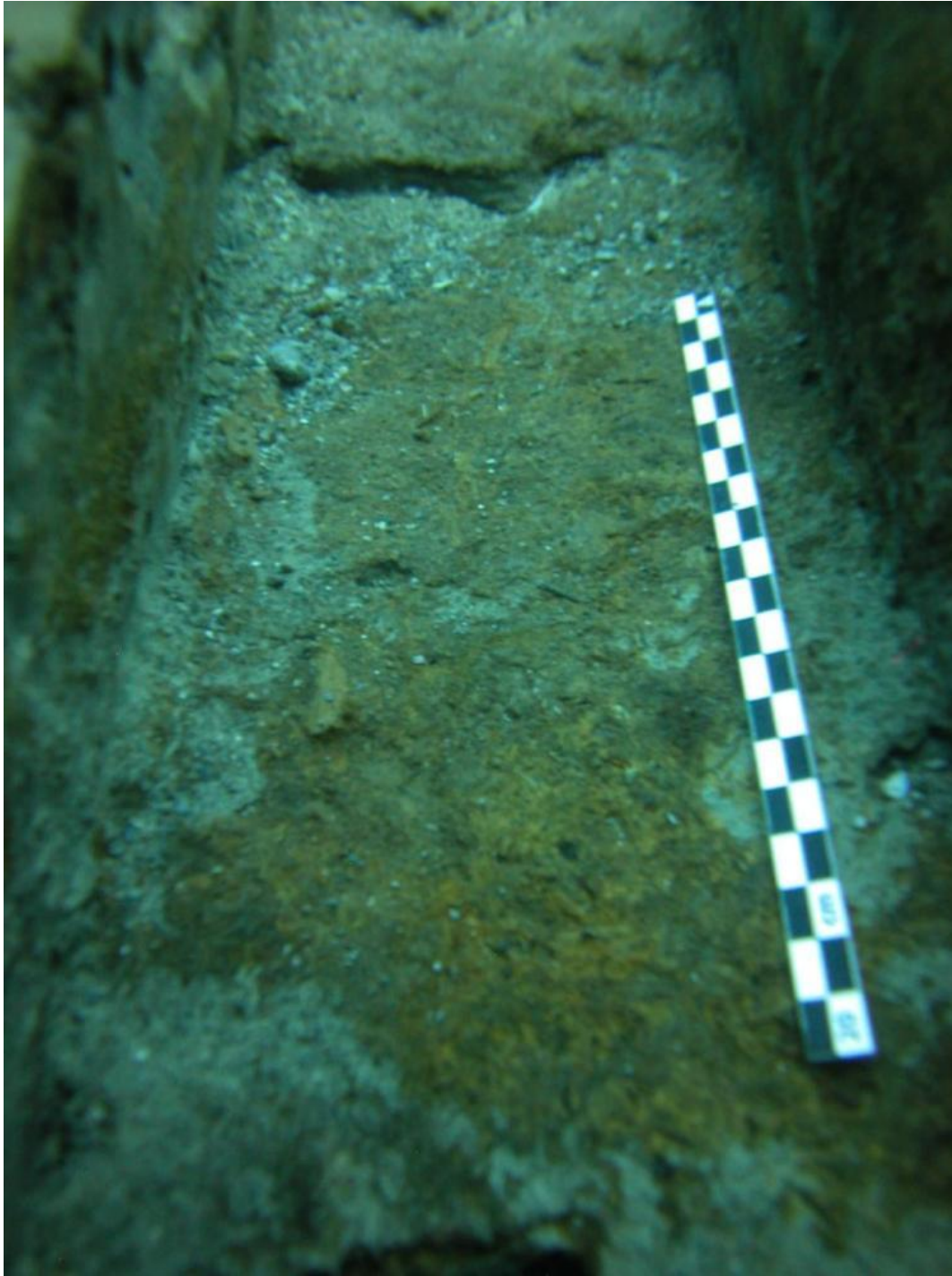


Fig. 247.- Resina protectora que cubría completamente todo el interior del casco y que fue aplicada tras el armado completo de éste. (Autor: CASC).

- No parece presentar bomba de achique.

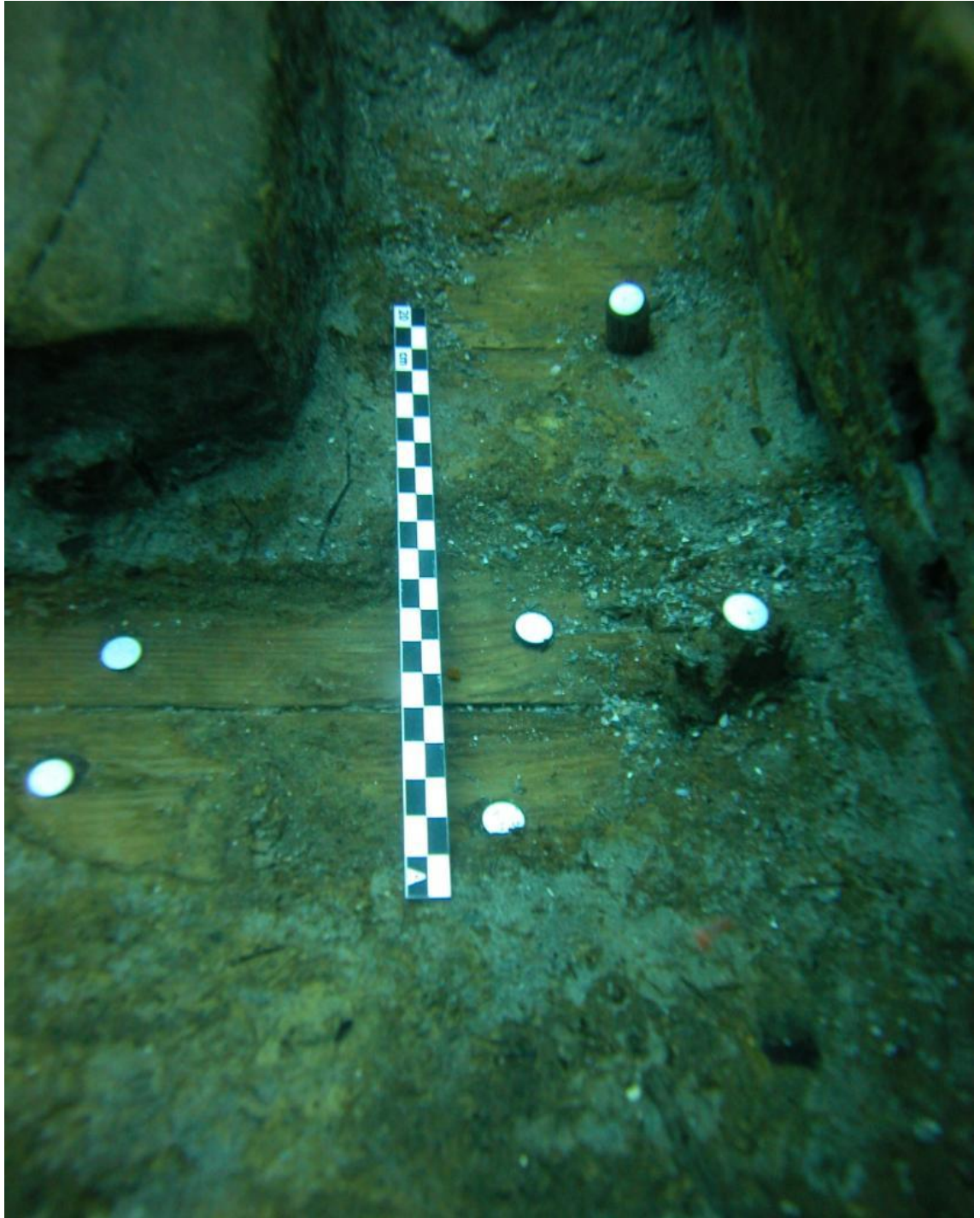


Fig. 248.- Vista de las dos cabillas de madera que sobresalen clavadas desde el exterior, justo en la línea de unión de la quilla con las tracas de aparadura y que sustentan una pieza de interpretación confusa y sin paralelos en la actualidad. (Autor: CASC).



Fig. 249.- Vista de un par de cabillas que sobresalen y que no presentan una regata de unión para la protección de la ligadura, que ha desaparecido. (Autor: CASC).

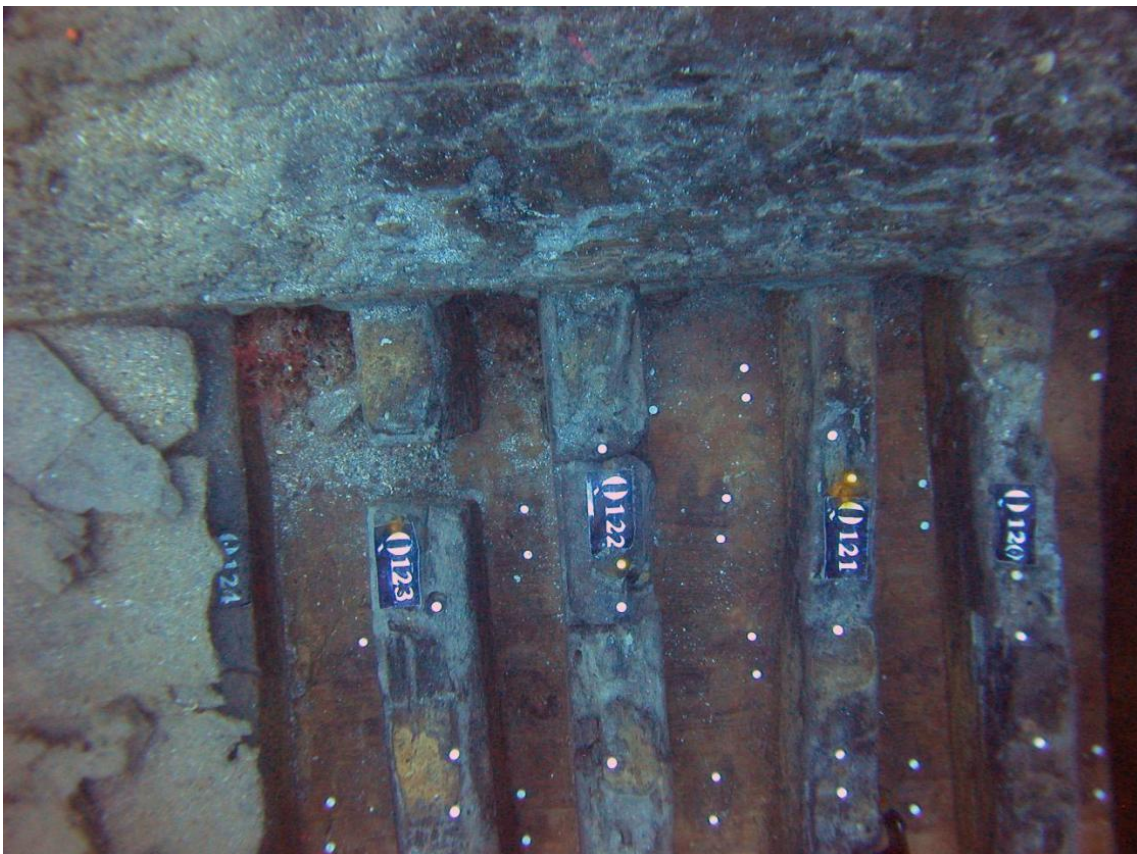


Fig. 250.- Presencia de semicuernas descentradas en la ordenación y ritmo de la carpintería transversal. (Autor: CASC).

Tras la enumeración de toda esta serie de detalles constructivos constitutivos de una *práctica de astillero* claramente diferencia del resto de pecios conocidos en la actualidad, ¿qué argumentos nos llevan a sostener que se puede precisar la zona geográfica de su astillero de origen? Con la prudencia que requiere cualquier argumento

basado en la adición de evidencias arqueológicas, opinamos que de todas las posibilidades para situar el astillero de origen del pecio de *Cap del Vol*, la Tarraconense es la opción más probable de todas.

Parece una máquina especializada para poder navegar en diversos espacios náuticos, incluyendo el fluvial y lagunar según se desprende de sus líneas de casco con fondo plano y su eje axial compuesto por una quilla y tracas de aparadura de formas particulares; sin embargo, en ámbito marino su espacio de navegación parece claramente de cabotaje, transportando en el viaje de ida vino tarraconense, cargado en las inmediaciones del mismo centro de envasado, con destino final *Narbo*, y cuya carga de retorno estaría ahora pendiente de precisar. Siendo parte de una empresa comercial layetana, que se repite con frecuencia, parece que *Cap del Vol* participa de un sistema de exportación donde los costes económicos se reducen al máximo (no hace falta infraestructuras portuarias, ni almacenamientos, ni transvase de mercancías). La lógica hace pensar que la empresa comercial se realiza por agentes de la misma etnia, también por lo que hace referencia al constructor naval, armador y marineros. Por último, en el caso de la moneda ibérica posiblemente de Bolskan localizada en la base del mástil, debemos considerar que se trata de una evidencia frágil, puesto que si bien el espacio de circulación de este tipo de monedas estuvo restringido al golfo de Valencia y desembocadura del Ebro, se trata de una moneda muy desgastada y antigua en el momento de utilización; sin embargo, parece demasiado casual que de los dos únicos casos de pecios con monedas apotropaicas ibéricas, uno sea *Cap del Vol*.

Desde nuestra óptica *Cap del Vol* es una construcción naval que podría presentar rasgos de hibridación cultural entre lo indígena de la Península Ibérica y la arquitectura naval de la Narbonensis por lo que hace referencia a unas técnicas y conocimientos que sin ser originarios o autóctonos de la Península Ibérica, se aplican por un grupo de *faber navalis* de la costa levantina, presentando unos matices de *práctica de astillero* sin paralelo arqueológico conocido en la actualidad, ya que en realidad son la reinterpretación híbrida de unos *tipos arquitecturales* dentro de una línea de construcción naval peninsular poco conocida y comprendida, que según nuestra opinión tendría sus exponentes más antiguos en las barcas de *Mazarrón* (finales del s. VII y mediados del VI a.C.) y el pecio de *Binissafúller* (s. IV a.C.).

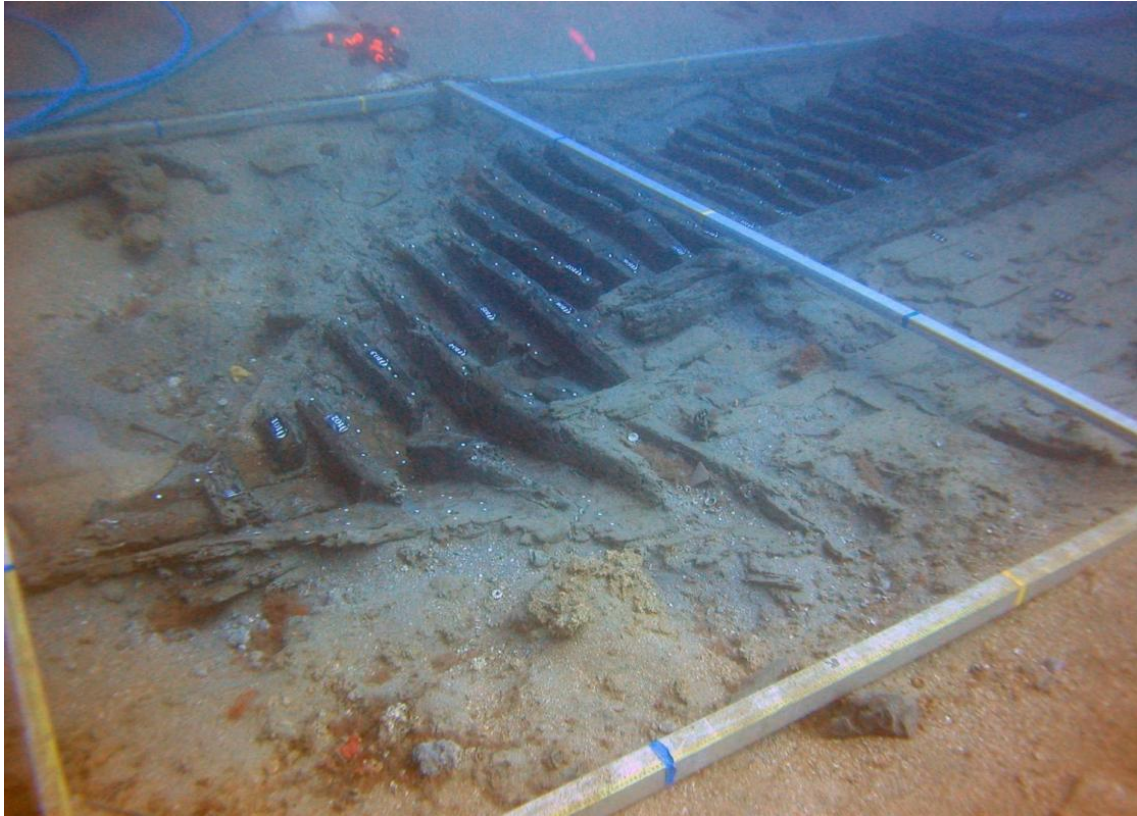


Fig. 251.- Vista del pecio de *Cap del Vol* durante la campaña de 2012. (Foto: Vivar, CASC).

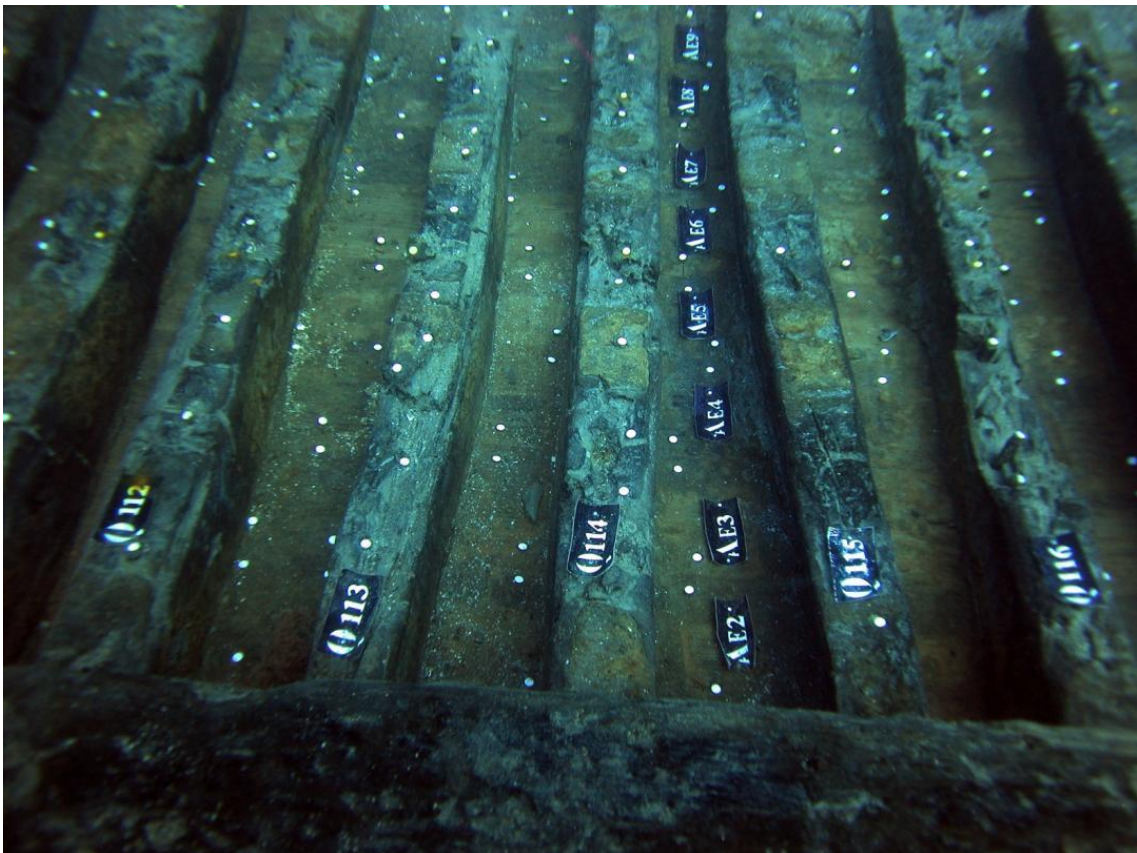


Fig. 252.- Vista de la zona central del casco, tras la limpieza mecánica de los sarmientos de vid y la resina, con el correspondiente marcaje identificativo (Autor: CASC).



Fig. 253.- Erosión importante en la traca de aparadura del costado de estribor, donde se pudo observar su sección rectangular potente y la ausencia o ángulo mínimo del alefriz en una quilla de menor anchura que las primeras tracas y de sección más ancha que alta. (Autor: CASC)

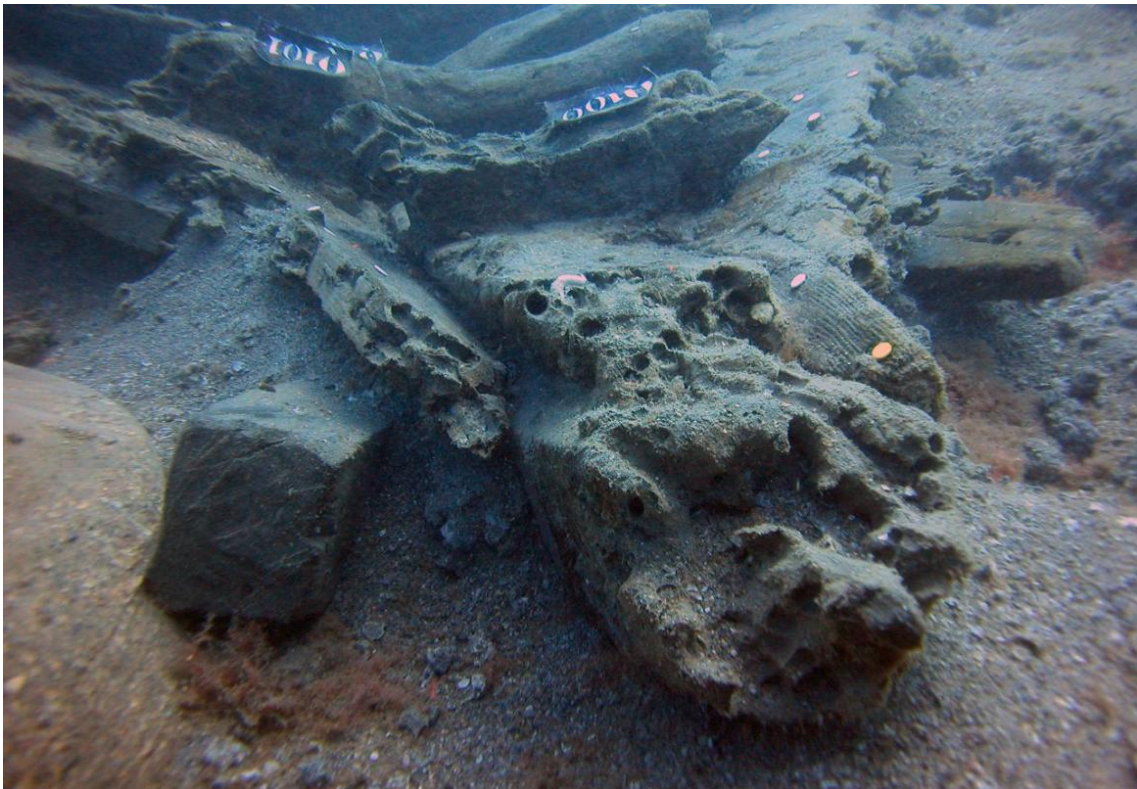


Fig. 254.- Vista del alefriz con encaje en la roda del pecio (Autor: CASC).

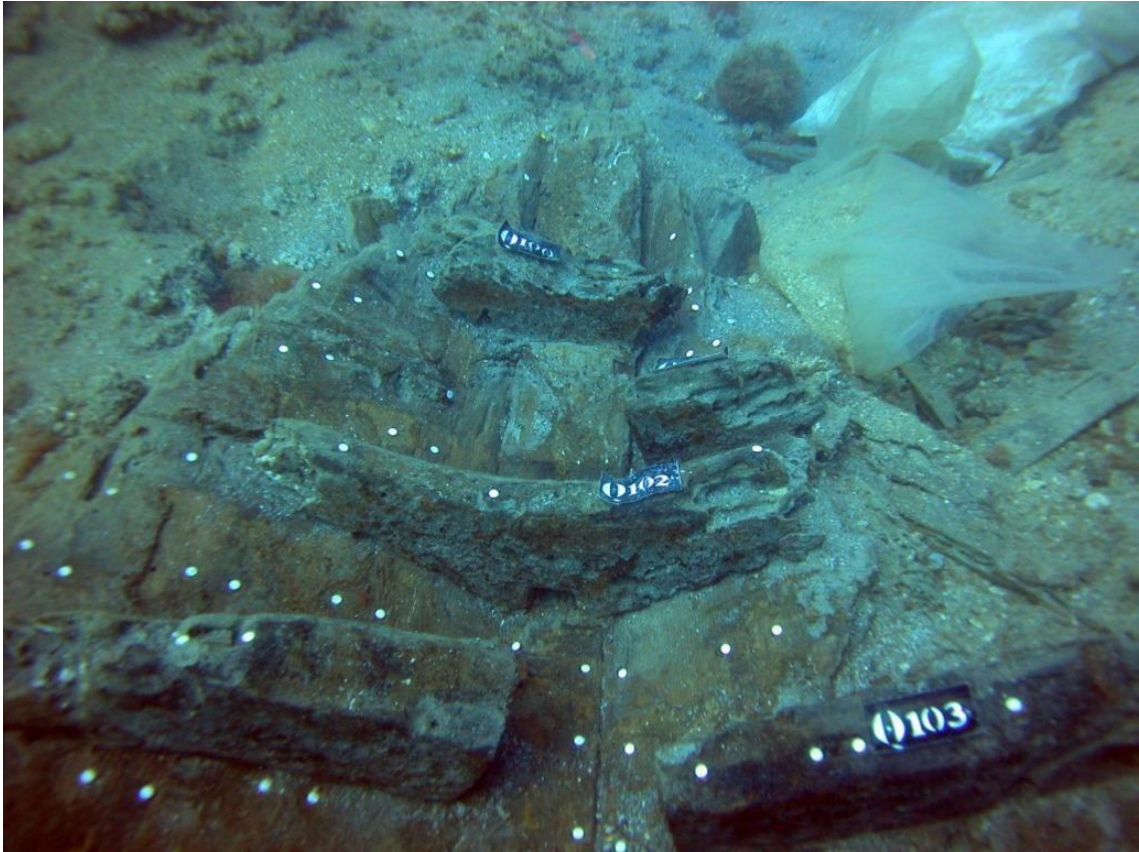


Fig. 255.- Vista de la proa con las primeras varengas. (Autor: CASC).

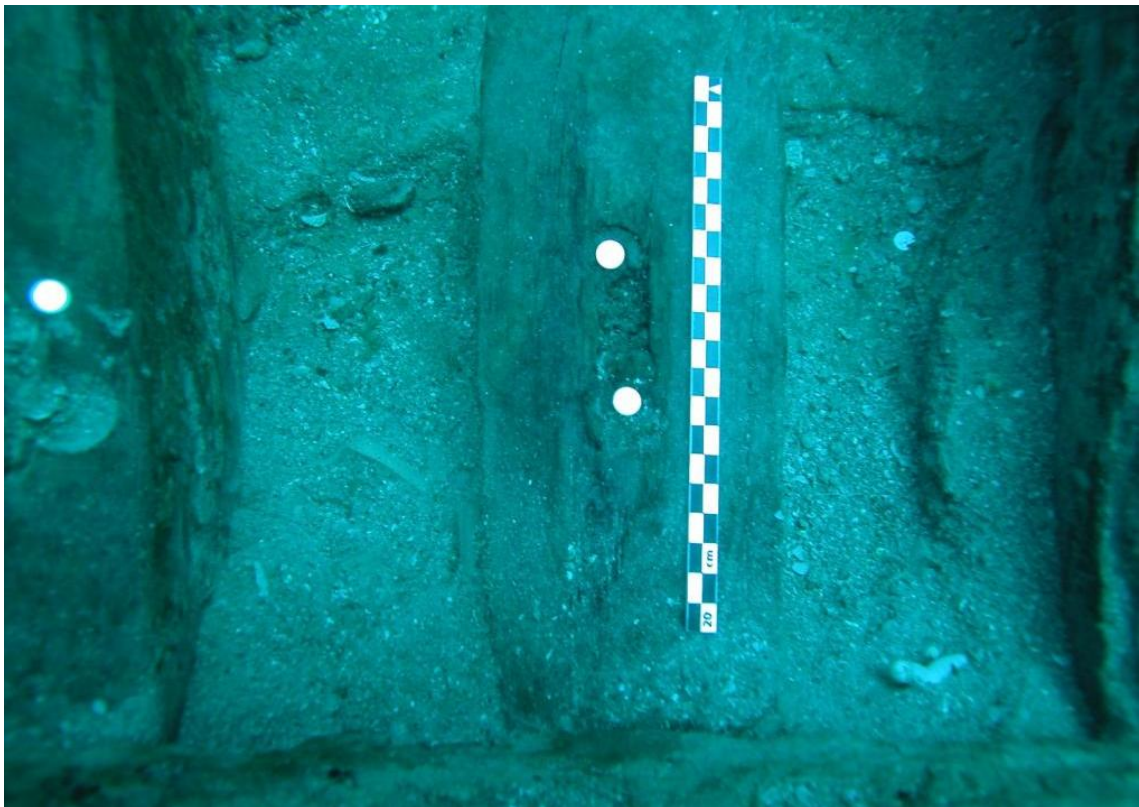


Fig. 256.- Vista cenital de una unión entre cuaderna y casco mediante ligaduras internas en bucle bloqueada por cabillas. (Autor: CASC).

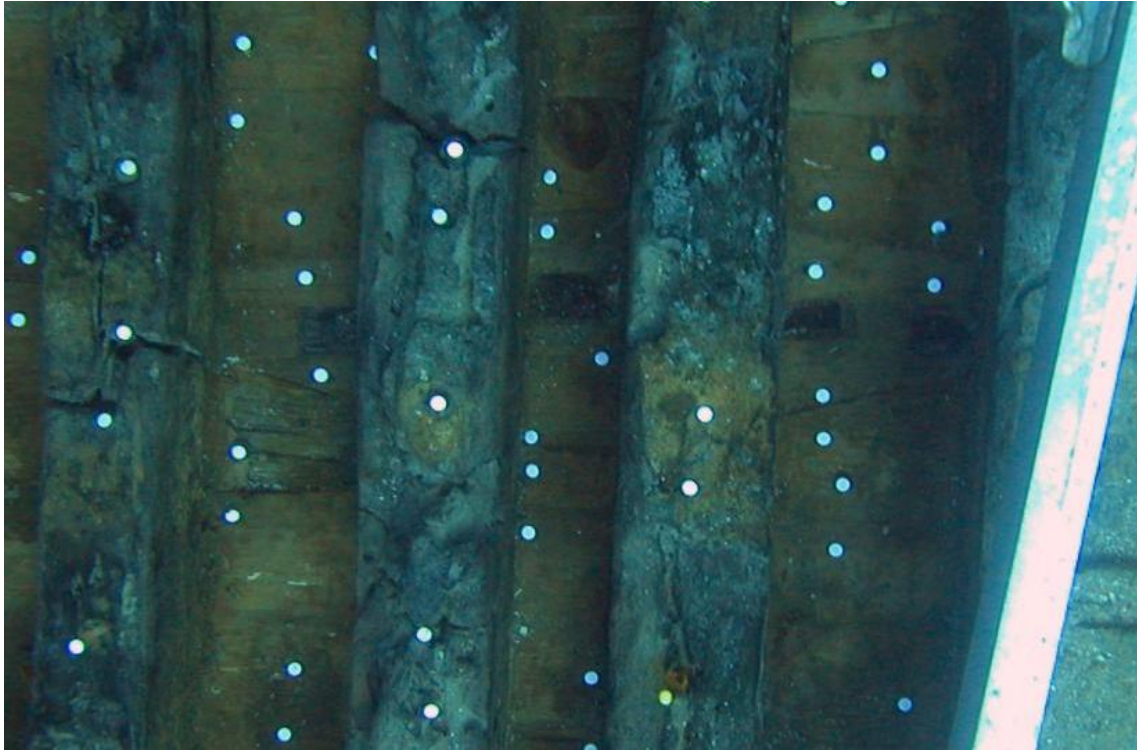


Fig. 257.- Reparación hexagonal del casco donde se aprecia la situación de las espigas colocadas *a posteriori* (Autor: CASC).

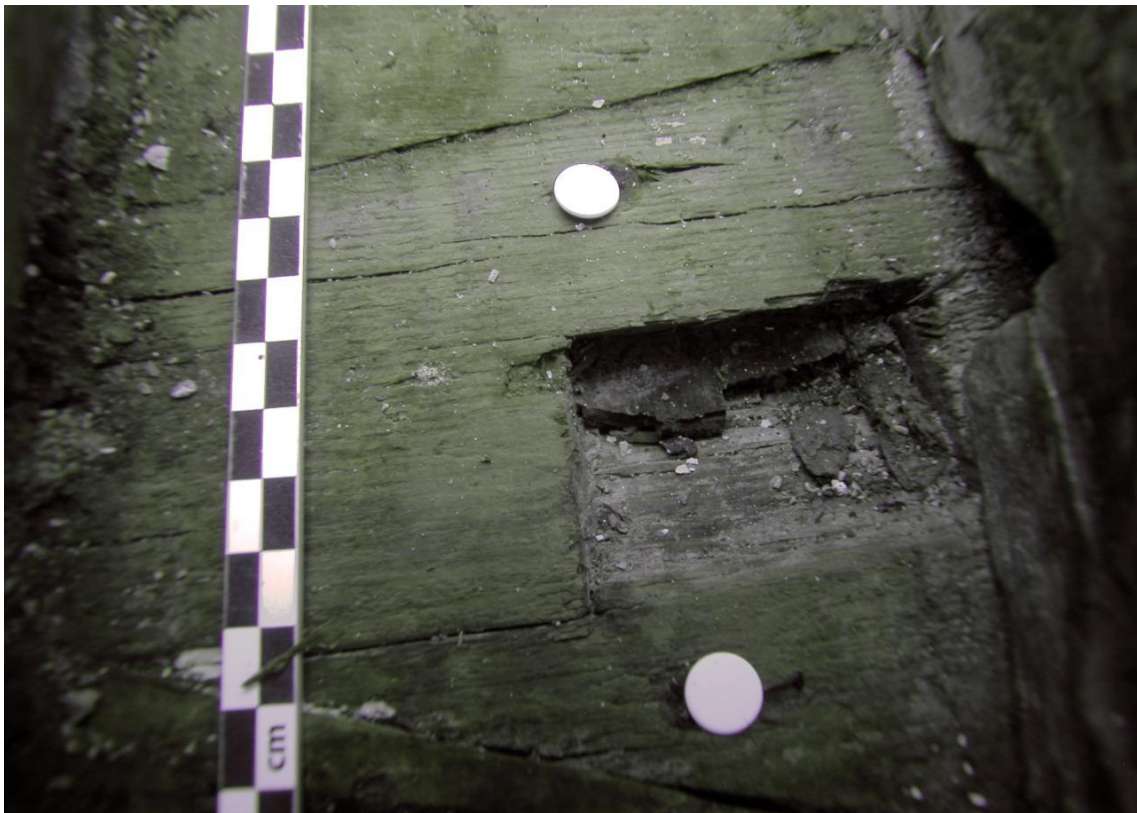


Fig. 258.- Primer plano de una espiga de reparación que no presenta un tacón superior para su martilleado, sino que son de forma común con algún tipo de trabajo para darle el perfil curvado necesario. (Autor: CASC).

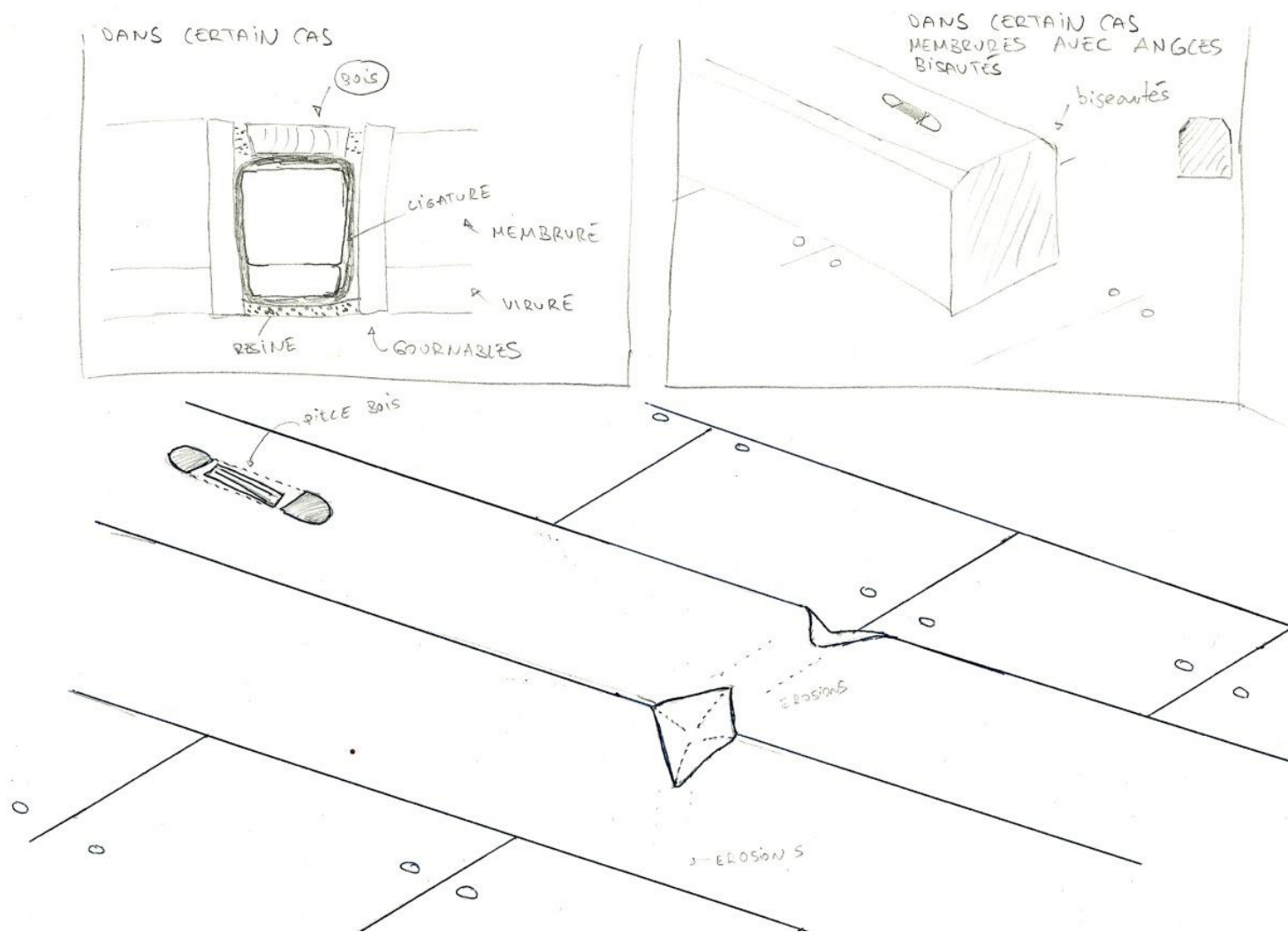


Fig. 259.-Croquis resumen con algunos detalles de la cuaderna Q115. (Dibujo: Autor).

11.5. CONQUE DES SALINS

Comunicado su descubrimiento a la administración competente en 1998, el pecio de *Conque des Salins* se encuentra a menos de un metro de profundidad y a 80 m de la orilla del lago de Thau¹⁷⁰, próximo a Béziers (Languedoc-Roussillon). Fue excavado por Rouquette, Jézégou y Wicha en 1999 (Rouquette *et al.* 2004: 35). No se le conoce cargamento asociado que apunte hacia su datación, salvo algunos fragmentos de Dr. 20. Se realizaron una serie de análisis radiocarbónicos que dieron un marco cronológico demasiado amplio comprendido entre el 15-236 d.C. (Jézégou 2011: 169).

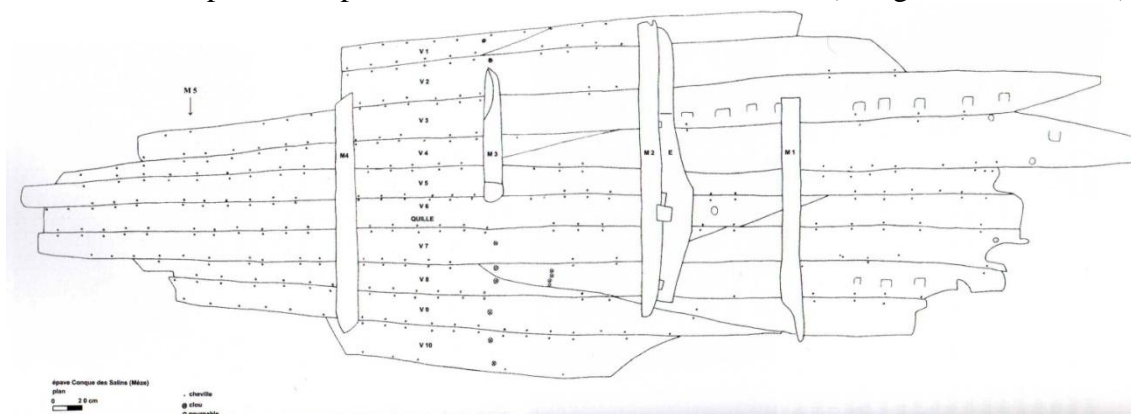


Fig. 260.- Planimetría del *Conque des Salins*. La traca de casco numerada como 6 (V6) se corresponde con la quilla. Junto con la cuaderna nº2 se observa la carlinga transversal. (Dibujo de planta de François en Rouquette *et al.* 2004: 36).

Del casco se conservan 7,7 m de largo y 2,2 m de ancho, diez tracas de forro (*Pinus sylvestris* y *Pinus nigra*) y 5 cuadernas (una de ellas ya solo presenta la impronta) (Fig. 260). Las tracas tienen una anchura variable de 14 a 36 cm estando la mayoría comprendidas entre los 18 y 21 cm, notándose como aumentan éstas en dirección a la carlinga, especialmente la nº 3 y 4, que miden respectivamente 32 y 36 cm. Las uniones entre dos tramos de una misma traca se realizan mediante rayos en bisel simple. El espesor de las tracas es de 3,4 cm hacia los extremos laterales y 4,6 cm hacia la quilla. Las espigas (*Quercus ilex*) son trapezoidales y están bloqueadas por clavijas con una equidistancia media de 14 a 20 cm. Por lo que hace referencia a las dimensiones de las mortajas (anchuras de 5,5 a 10 cm, profundidad de 5 a 9 cm y espesor de 0,7 a 1,5 cm) y las espigas (anchuras de 4,5 a 9 cm, profundidad de 10 a 18 cm y espesor de 0,5 a 0,9 cm) son enormemente variadas. Las clavijas estaban facetadas

¹⁷⁰ Se trata de una embarcación para navegar principalmente en *espacio náutico* lagunar que hemos considerado oportuna recoger en nuestro trabajo de cara a posteriores conclusiones sobre la forma de las quillas de las naves antiguas

en 8 caras, con perfil troncocónico, (diámetros mínimos 0,85-1,2 cm y máximos 1,1-1,6 cm) y se colocaron indistintamente desde el interior y el exterior del casco. Hay una espesa capa de brea en la cara interna, que no permite observar bien las juntas de unión entre tracas y la situación de las clavijas. En varias tracas se podían observar espigas de reparación como las documentadas en otros pecios (*Tour Fondue, Saint Barthélémy o Kyrenia*. Fig. 108), que indicaban la sustitución de tracas de forro¹⁷¹.

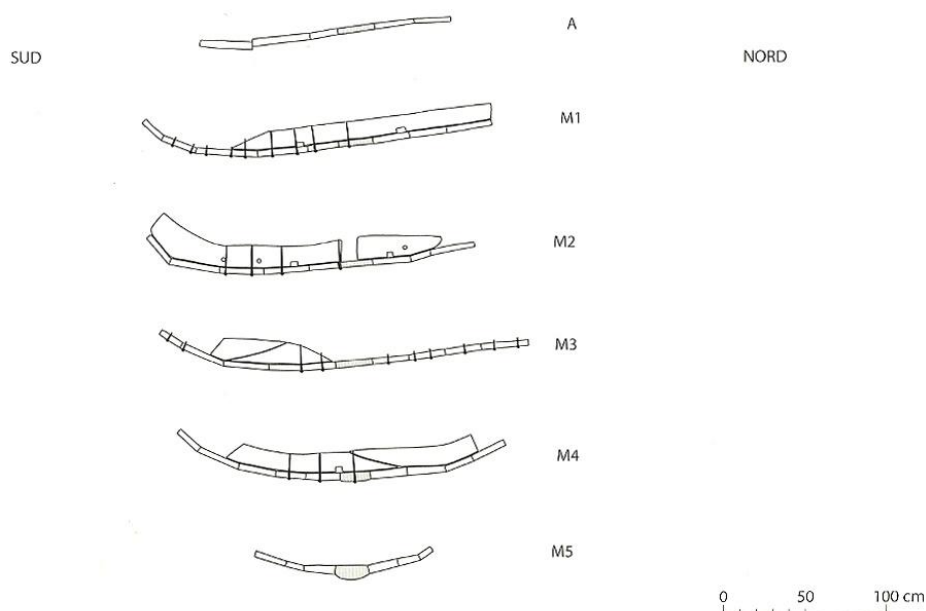


Fig. 261.- Secciones del Conque des Salins. (Dibujo de Damon en Jézégou 2011: 173).

La quilla (Fig. 262) es muy plana, con tan solo 9 cm de altura en la parte más distal, siendo tan solo de 5 cm (la misma que la traca de aparadura) en la zona central del casco y no es una pieza monóxila, sino que une dos tramos mediante un rayo en bisel, siendo de *Ulmus* para el tramo próximo a la roda y de *Pinus sylvestris* para el resto. Su anchura es de 19 cm, semejante a la del resto de las tracas, y no presenta ningún tipo de alefriz, por lo que las tracas de aparadura, de sección rectangular, se unen perpendicularmente con la quilla. Un refuerzo exterior en plomo, a modo de forro o zapata, protegía la proa de la embarcación, fijado por clavos a punta perdida. Su forma y grosor ya permitió a sus excavadores ponerla en relación con el pecio de *Cap del Vol*.

¹⁷¹ No conocemos el detalle de la técnica empleada por si puede estar en relación con *Cap del Vol* o con *Barthélémy B*.

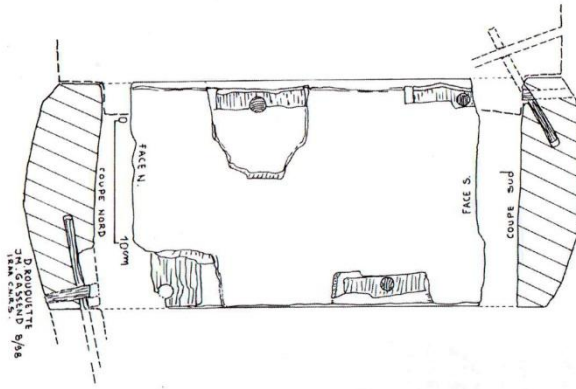


Fig. 262.- Sección de la quilla plana de *Conque des Salins*. (Dibujo de Gassend en Rouquette *et al.* 2004: 37).

La carpintería transversal, toda en *Quercus sp.*, presenta cuadernas de 12 a 14 cm de anchura, unidas al casco por cabillas de madera a un ritmo de 1 o 2 por cada traca de forro. La malla de separación entre ellas era de 80 a 96 cm (Fig. 260). La número 5 ha desaparecido y solo queda la impronta en la capa de resina interior aplicada al finalizar el casco. La n° 4 está formada por dos tramos unidos en rayo a bisel como en el pecio de *Sant Jordi 1*. La misma técnica que observa en la cuaderna n° 1. La n° 2 es la única varenga conservada y tiene función de carlinga transversal al estar unida a otra pieza mediante cabillas de madera de 2,2 cm de diámetro (Fig. 260), creando un cajón para la base de un mástil. Este tipo de carlingas transversales son comunes en embarcaciones con un *espacio de navegación* fluvio marítimo (Rouquette *et al.* 2004: 38). A la altura de la tercera traca de forro, mediante una unión de rayo dentado, se prolonga hasta el pantoque. Existen imbornales de sección cuadrangular en las cuadernas 1 y 2, más centrales en el casco y no hay en el resto, más próximas a la extremidad de la embarcación. La unión con clavos de esta carpintería en algunas ocasiones y sin ningún tipo de sistematización, coincidía con la quilla.

Queremos destacar que a pesar de ser una construcción naval para un espacio de navegación fluvio marítimo, su eslora establecida en 15 m permite tanto su navegación en las zonas de marismas y albuferas¹⁷² características del paleopaisaje de la zona, así como sobrepasar los cordones litorales para intercambiar productos con embarcaciones con una arquitectura naval destinada a la navegación de altura (Rouquette *et al.* 2004: 39).

¹⁷²Su interés en nuestro trabajo reside en que es un pecio claramente de espacio de navegación lagunar, con el que podremos establecer comparaciones en su momento.

11.6. GIRAGLIA 1

El pecio de la *Giraglia 1*, situado a 20 m de profundidad en Cabo Corso, a 500 m de la costa, fue comunicado su descubrimiento a la administración competente en 1992 por buceadores deportivos. Se trata de uno de los pocos ejemplos de pecios altoimperiales que transportaban vino a granel envasado en *dolia* y *doliola* y que conserva, aunque sea muy parcialmente, restos de su arquitectura naval¹⁷³. Se inició su campaña de excavación programada en 1997. El yacimiento ocupaba una superficie de 200 m² donde siete *dolia* se encontraban agrupadas en un área central. La presencia de un cargamento de ánforas vinarias Dr. 2-4 tarraconenses ha puesto en relación al *Giraglia 1* con la exportación del vino de la citada procedencia. La presencia de cerámica aretina ha permitido a Scialliano y Marlier (2008: 131) datar el naufragio en torno al año 20 de nuestra Era. La gran fragmentación de las ánforas se interpreta como causa del proceso postdeposicional sufrido por el pecio, con el movimiento de las grandes *dolia* por el yacimiento, que literalmente arrasaron las zonas con ánforas vinarias.

Los restos en madera del barco se localizaban en un área de 7 x 2 m en muy mal estado de conservación (Fig. 263). Se trata de 26 cuadernas, tracas de forro, vagras y palmejares, sin restos de la carpintería axial y se corresponden con la parte central del casco. Los fragmentos de tracas extraídos tienen unas anchuras de 9 a 13 cm con un espesor que varía de 2,9 a 4 cm y que según interpreta Marlier (2008: 137) pudieran corresponderse con la segunda o primera traca de aparadura. Las mortajas están prácticas en las caras laterales de las tracas de manera alineada con una equidistancia entre 6 y 9 cm. Las espigas tienen en torno a los 4,8 cm de anchura, 0,9 cm de espesor y en ninguna se pudo medir completamente la longitud ($\geq 10,7$ cm). Se observó, al igual que en otros pecios como puede ser *Madrague de Giens* o *Ladispoli*, que las mortajas son ligeramente más anchas, lo cual facilita la corrección de errores de situación de las mortajas “enfrentadas” en el momento del ensamblado entre dos tracas (Tchernia *et al.* 1978: 80). Las clavijas de fijación son troncocónicas y fueron colocadas desde el interior hacia el exterior del casco, con diámetros máximos de 1,1-1,4 cm y mínimos de 0,9-1,1 cm. A juicio de Marlier la relación entre la equidistancia de las mortajas (de 6 a 9 cm) y su anchura (4,8 cm) le da un índice (1,5) que al compararlo con el *Saint Gervais 3* le lleva a asegurar que hay gran densidad de mortajas en el *Giraglia 1*. No

¹⁷³ Éstos, aun siendo muy parciales, tienen gran interés si los estudiamos en comparación con los de *Ladispoli* y *Giraglia 2*. Por lo que hace referencia al pecio con *dolia* de *Diano Marina*, su estudio de arquitectura naval no ha sido considerado relevante y no lo hemos incluido en el *corpus* de nuestro trabajo, por lo que aprovecharemos el presente epígrafe para recoger las críticas de Marlier al estudio de Pallares sobre el referido naufragio.

hay constancia de ninguna protección exterior (p.e. forro de plomo) en la cara exterior del casco.

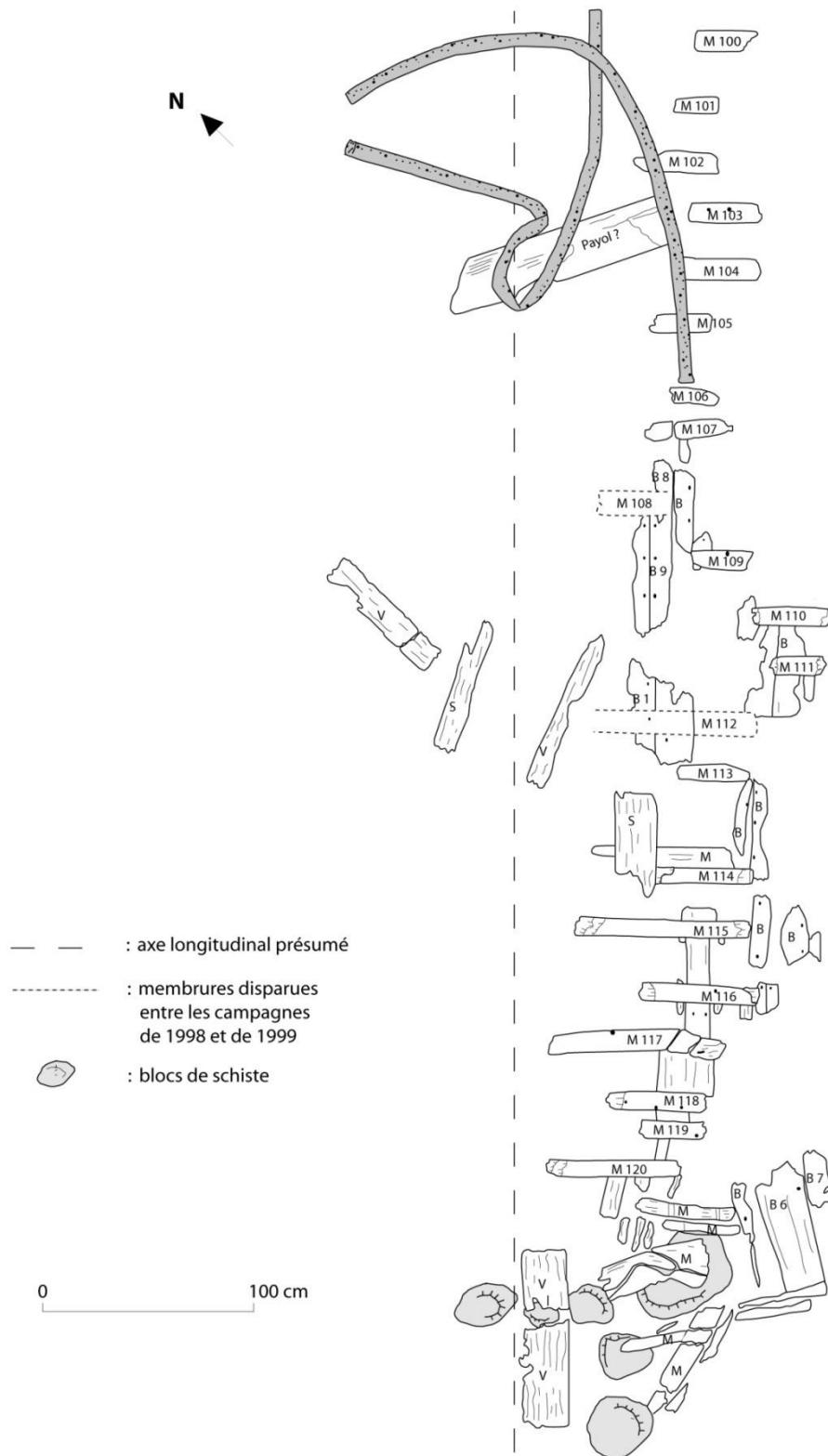


Fig. 263.- Planimetría del *Giraglia 1* (Sciallano, Marlier 2008: 136).

Por lo que hace referencia a las cuadernas, de sección bastante cuadrangular con anchuras de 8 a 10 cm y alturas de 10 a 15,5 cm, presentan una malla que varía entre los 13 y los 22 cm, siendo pues bastante cerrada, sin que se pueda establecer su patrón (varengas/semicudernas¹⁷⁴ o varengas planas centrales como en *Ladispoli*). Estaban unidas al casco por cabillas y clavos independientes entre ellos, colocados desde el exterior hacia el interior. Las cabillas son troncocónicas con un diámetro de 1,8-2,2 cm en la base y 1,6-2,1 cm en la cabeza. En la mayoría de ocasiones están colocadas perpendicularmente, llegando a la cara superior de la cuaderna. Aquellas que presentan mayores alturas (p.e. 14 cm) tienen colocadas las cabillas por las caras laterales de manera indistinta (Fig. 264). Los clavos de hierro, a punta perdida y de sección cuadrada (2-5 mm), están colocados con profusión en las cuadernas con una equidistancia media de 10 cm (min. 3,5 cm y máx. 34 cm) sin que exista ningún juego asociado a la colocación de las cabillas. No se han constatado ni imbornales centrales, ni laterales como se observaron en *Ladispoli*.

Los palmejares estaban unidos a las cuadernas mediante clavos metálicos. Por los fragmentos conservados se establece que tenían de 4 a 6 cm de espesor y una anchura de 10 cm. Las vagras móviles, por el contrario, con el mismo grosor tenían de 11 a 23 cm de anchura, sin ningún tipo de unión con las cuadernas.

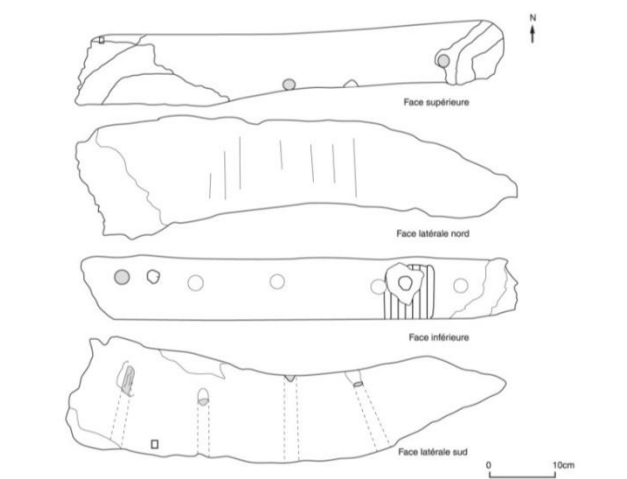


Fig. 264.- Cuaderna M117 donde se observan las cabillas introducidas por la cara lateral Sur y en ningún caso por la Norte (Dibujo: Marlier en Sciallano, Marlier 2008: 142).

¹⁷⁴ En el pecio de *Diano Marina* no se verificó la carpintería transversal en la zona central, por lo que tan solo conocemos que hay una alternancia de varengas y semicudernas en las zonas distales.

La especie vegetal documentada en las tracas de forro (*Quercus sp.*) es prácticamente inédita en la arquitectura naval antigua, donde las especies resinosas son siempre las elegidas para la fabricación del casco (Rival 1991: 53-56; Guibal, Pomey 1998: 433-434; Guibal, Pomey 1999: 19-20). Marlier analiza en su trabajo (Scialliano, Marlier 2008: 144) qué otros pecios presentan tracas de forro fabricadas en roble¹⁷⁵, siendo casos aislados: El pecio arcaico de *Cesar I* con alguna reparación de tracas, *Fiumicino I* (s. IV-V d.C.) barco de carga fluvio-marítimo donde el casco se realizó en parte con roble, así como el pecio de *County Hall*¹⁷⁶ (fin del s. III d.C.) que presenta las tracas en roble¹⁷⁷. De las hipótesis propuestas parece que la más viable es poner en relación la elección del roble en la construcción naval con el transporte específico de *dolia* si bien no existe paralelo con los pecios de *Ladispoli* y *Diano Marina* que presentan especies resinosas para la fabricación de las tracas.

Por lo que hace referencia a las especies documentadas en la carpintería transversal, el roble (*Quercus sp.*) representa el 58,8%, el olmo (*Ulmus campestris* Sm) el 23,5% y la haya (*Fagus sylvatica* L.) el 17,7%. Salvo el haya, de menor calidad en la flexión, tanto el roble como el olmo son comunes en la carpintería transversal de las naves del periodo. Por lo que hace a espigas y cabillas destaca la utilización del roble sobre el fresno (*Fraxinus excelsior* L.) utilizado en las clavijas.

Gracias a la aparición de los tubos de plomo para el desagüe en cubierta del agua de la sentina recogida por la bomba de achique, se puede orientar la situación de la proa y la popa. También por la situación del pequeño material de a bordo, normalmente relacionado con la ubicación de la cabina, si bien es este pecio no parecen ser

¹⁷⁵ A esta relación de barcos añadiríamos el pecio de *Baie de l'Amitié*, cuya quilla, tracas de aparadura y tracas de forro están fabricadas en roble (Wicha 2010: 147).

¹⁷⁶ El pecio de *County Hall* es un barco romano (de concepción y factura) descubierto en 1910 en la orilla sur del río Támesis, frente a Westminster, (Londres), datado por dendrocronología a finales del s. III d.C. así como por la cerámica asociada. Se conservaba la parte central del casco con unas dimensiones de unos 13 m de largo y 5,5 m de ancho. Fue construido completamente en roble y aunque está claramente diferenciado de la construcción romano-céltica de la Europa central y noroccidental, su factura es local según el estudio dedromorfológico. La nave tenía quilla más ancha que alta a la que probablemente se le unía una zapata inferior de protección. La carpintería transversal estaba fijada al casco por cabillas cilíndricas de roble. En la parte correspondiente con la obra viva del barco, la carpintería transversal era más densa y robusta que en la obra muerta, que se conservaba hasta una altura de 1,55 m, justo por encima de lo que fue probablemente la borda. Una cinta de carena se conservaba a una altura de 1,3 m. Un palmejar/sobre quilla lateral de los que originalmente tendría la nave, presentaba una serie de cajones para la inserción de puntales que sustentaban la cubierta (Marsden 1994).

¹⁷⁷Theophrasto en *Historia Plantarum* V, 4, 3, señala que el roble es una buena madera para la construcción naval en espacios fluviales y lagunares por sus cualidades contra la putrefacción, a diferencia de los espacios náuticos marítimos, donde el agua salada le afecta más rápidamente.

coincidentes¹⁷⁸. En relación a los tubos de plomo de la sentina se pudo establecer de una manera aproximada que la manga del Giraglia 1 estaba en torno a los 7 m y, colocándole una ratio de 1/3 de la eslora total, ésta tiene un valor aproximado de 20 m, dato comparable con *Grand Ribaud D* de 18 m de eslora y 45-50 t de porte.

11.7. SAINTES-MARIES-DE-LA-MER 24

Descubierto por un pescador local en 1998, el *SM24* está situado a 10 m de profundidad al oeste del Pequeño Ródano (*Petit Rhône*) en las proximidades de *Saintes-Maries-de-la-Mer*. Fue confundido con un pecio de cronología moderna por la presencia de barras de hierro¹⁷⁹ y no será hasta el año 2002, cuando Long (DRASSM) lo identifica como de cronología romana, con partes de su arquitectura naval conservada. En las cuadernas observadas en el sondeo se identificaron ligaduras internas para su sujeción con el casco alternadas con cabillas simples. El *SM 24* pasaba a formar parte del *corpus* de naufragios de la desembocadura del Ródano, algunos con la misma técnica de ligaduras internas bloqueadas por cabillas para la unión de las cuadernas. En la zona central del yacimiento se situaba una gran concreción férrica de lingotes y barras de hierro de en torno a las 5 t. Por lo que hace referencia a la datación del pecio, los análisis radiocarbónicos practicados en una de las cuadernas, dan una horquilla entre el 120 a.C. y el 75 d.C. si bien será el descubrimiento de una sigillata sudgálica (Drag. 29b) con una datación entre el 40 y 90 d.C. lo que permite situar el naufragio entre el 40 y 75 d.C. Los restos del casco de la nave fueron estudiados por Rival y Marlier (CCJ-CNRS) y no se excavaron en su totalidad, tan solo un área de 10 m de largo y 5 m de ancho, correspondientes con la parte central de la nave, sin que fuese posible su orientación proa-popa (Fig. 265). Dos importantes fragmentos del casco se extrajeron para su estudio en superficie (cuadernas M10, M11 y M12 y extremo oeste de la quilla). Se conservaba la quilla con ocho tracas al norte de ésta y 9 al sur, con 26 cuadernas *in situ*. La quilla presentaba numerosas fracturas a lo largo de su cara lateral norte, en la línea de las mortajas quedando el casco separado de ella tanto al norte como al sur. De la misma manera numerosas cuadernas al norte de la quilla habían desaparecido.

¹⁷⁸ Marlier recoge en su trabajo cómo en el *Grand Ribaud D* y *Diano Marina*, con cargamento de *dolia*, la cabina fue identificada en la proa de la nave.

¹⁷⁹ El pecio de *SM2* naufragado en la desembocadura del Ródano es otro ejemplo del transporte de hierro en la segunda mitad del s. I a.C. y la primera mitad del s. I d.C. Este barco presenta cuadernas con ligaduras internas para la unión con el casco.

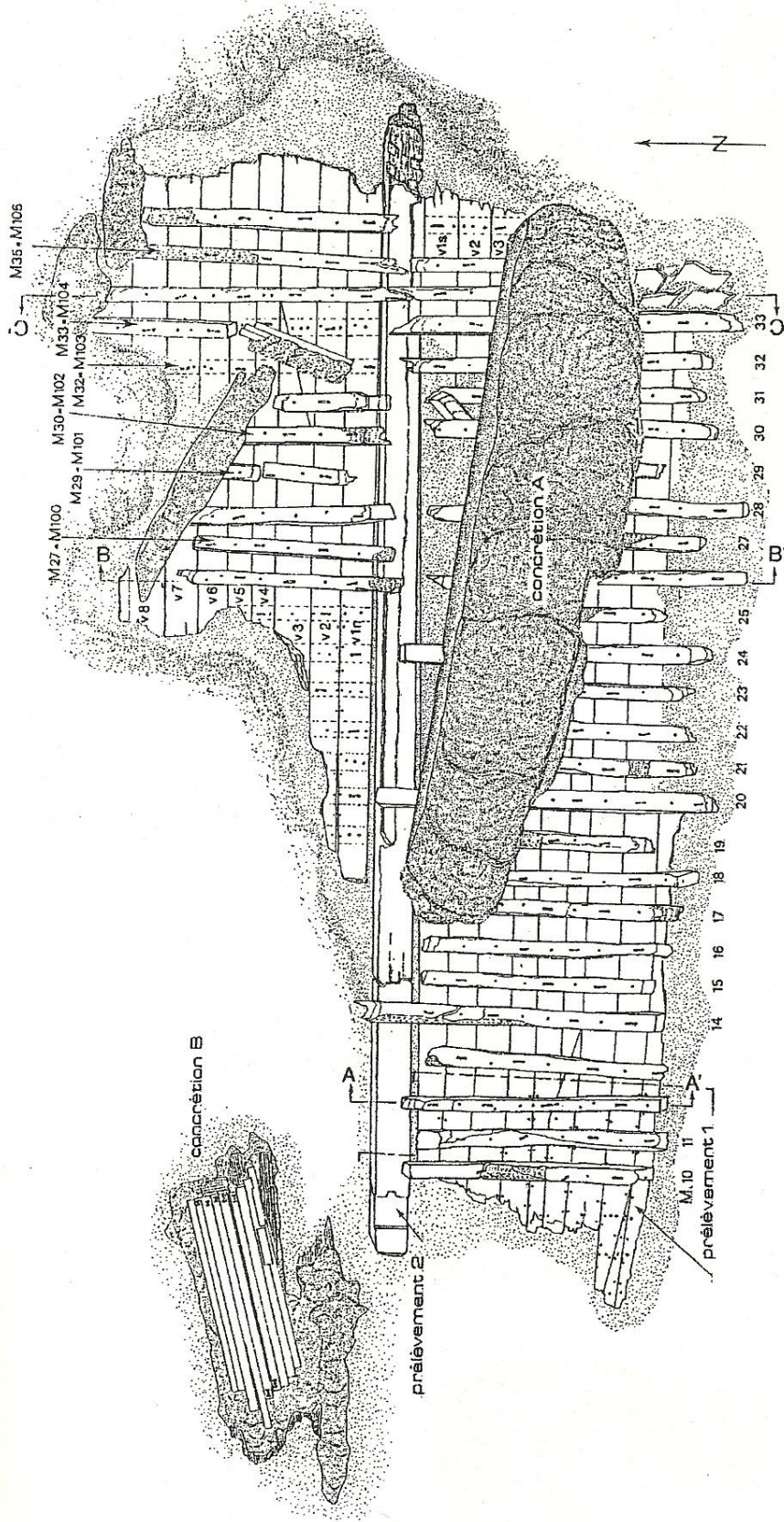


Fig. 265.- Planimetría del SM24 (Dibujo de Rival, CCJ-CNRS).

La quilla (*Quercus*) de sección cuadrangular, más ancha que alta (Fig. 267), con una anchura de 26 cm y una altura de 22 cm, conservaba 8,60 m de su recorrido finalizando en la zona oeste por un rayo de Júpiter clásico para la unión con la roda o el codaste (no conservado), de 47 cm de longitud y una inclinación ascendente de 11,25° con la horizontal. Las caras laterales de la quilla no presentan ningún alefriz, estando las mortajas de unión para las tracas de aparadura dispuestas en tresbolillo a cada una de las caras laterales del eje axial. Tienen una anchura de 3,5 cm y una profundidad de 3,3 cm, estando fijadas las espigas por clavijas que presentaban una equidistancia entre ellas de 5,8 cm desde una vista cenital del casco. La traca de aparadura en la porción de casco extraída a superficie presenta una anchura de 20 cm y un espesor regular de 7,5 cm. Su forma rectangular y la ausencia de ángulos con la quilla se presentan como evidencia de un barco con las líneas del casco muy planas.

La segunda traca de aparadura (Fig. 266), semejante a la primera, tenía una anchura de 22 cm y presenta una evolución en su espesor, desde los 7,5 cm de la cara lateral en contacto con la primera traca de aparadura a los 6 cm al nivel de la tercera hilada, gracias a un rebaje en bisel de su cara externa. La tercera traca tiene una anchura de 25 cm, haciendo de transición con un espesor de 6 cm en una cara y de 5 cm en la cara lateral en contacto con la cuarta traca, manteniéndose el espesor ahora ya constante hasta la última traca conservada. Las tracas, de especie no resinosa (*Quercus*) presentan las mortajas de unión con alternancia entre las dos caras laterales para que no haya coincidencias que debiliten la pieza. Las espigas, también en roble, tienen una longitud de 16 a 19 cm, de 6 a 7 cm de ancho y un espesor de 0,7 a 0,8 cm. Las clavijas de bloqueo en olmo tienen perfil troncocónico y fueron colocadas desde el interior del casco, con diámetros máximos entre 1,5 y 1,6 cm y mínimos entre 1,3 y 1,5 cm, con una equidistancia entre ellas que van de los 12,5 a los 19,5 cm (media de 16,35 cm), distancia mucho más elevada que la observada en la unión de la quilla con la traca de aparadura.

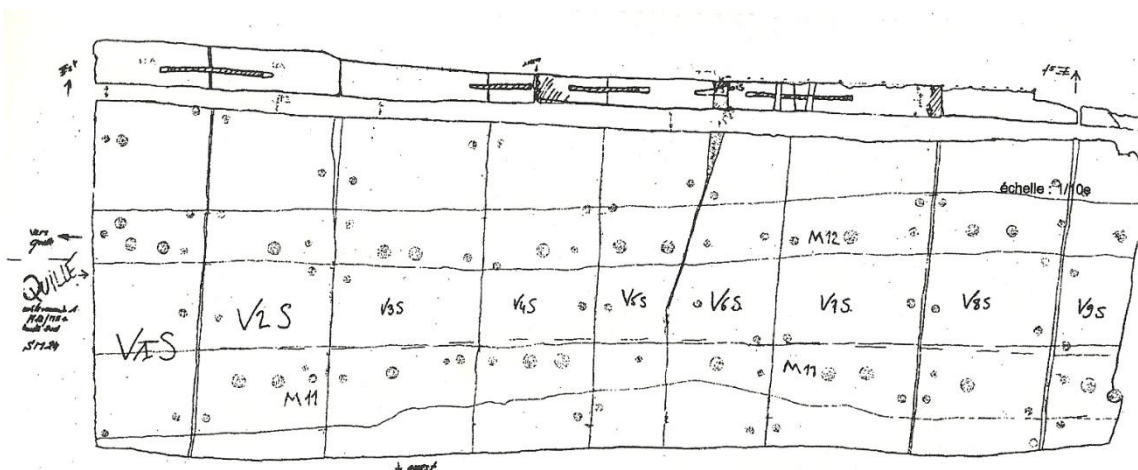


Fig. 266.- Planta y sección de una porción transversal del casco de la nave, que comprende desde la traca de aparadura hasta la novena tabla (Dibujo de Marlier).

Las uniones para dos tramos de traca de casco de una misma hilada son del tipo rayo en bisel. Este tipo de rayo une las tablas igualmente por espigas-mortajas. A la altura de las cuadernas M11 y M14 existe una unión poco frecuente, quizás motivada por la utilización de una tabla que presentaba bien nudos o fisuras y que tuvo que ser saneada.

La disposición de la carpintería transversal no pudo ser determinada con corrección, salvo la M20 que se identificó como una varenga; la concreción férrica que recubre el casco no permitió una observación detallada en la zona sur del casco y en la zona norte la desaparición de muchas cuadernas no permitió establecer de manera precisa un ritmo de colocación o alternancia; tan solo se pudo verificar la existencia de dos semic cuadernas seguidas (M10 et M11), una varenga (M12), una semic cuaderna (M13) y una varenga (M14) con una alternancia clásica de varengas y semic cuadernas entre la M26 y la M31. La *malla* de separación de la carpintería transversal es de 15,5 cm de media, por lo que es bastante cerrada si nos fijamos en las anchuras de las cuadernas que varían entre los 9 y 16 cm (12,23 cm de media). Las especies vegetales utilizadas para esta carpintería son variadas: roble, olmo, fresno, pino bosnio, álamo y abeto. Su trabajo es grosero y muchas veces están incluso poco escuadradas, pero son robustas con 14 a 18 cm de altura (de 23 a 26 cm en la quilla), teniendo pues un perfil rectangular. Las varengas a la altura de la quilla presentan imbornales de forma rectangular muy bien tallados, con un pequeño rebaje en bisel en los cantos. Las uniones de la carpintería transversal con el casco se realizaron mediante tres tipos que vienen a definir una técnica: cabillas simples, pares de cabillas que bloquean una ligadura en bucle y clavos. Las uniones de las cuadernas al casco presentan una particular distribución (de manera general): para cada traca de casco y de modo alternante, un punto de unión por ligaduras bloqueadas por cabillas, una cabilla simple, un punto de unión por ligaduras bloqueadas por cabillas, y así sucesivamente, (Fig. 268) estando esta disposición a tresbolillo cuando observamos la carpintería transversal desde una vista cenital (Fig. 265). Por otra parte los clavos a punta perdida de sección cuadrada de 1,7 cm de lado, son muy numerosos, parecen destinados a reforzar la unión con el casco.

Las cabillas (abeto) son de perfil cilíndrico, con diámetros que van de los 1,8 cm a los 3 cm y se colocaron desde el exterior del casco. Las ligaduras compuestas de fibras vegetales son colocadas en bucle. Las acanaladuras practicadas en la cara superior de las cuadernas para dar paso a las fibras vegetales tienen de 2 a 7 cm de longitud, de 1 a 3,1 cm de anchura, con una profundidad¹⁸⁰ más variable de 1,3 a 4 cm. Cuando la fibra vegetal se ha hecho pasar de dos a tres bucles completos, se bloquea por las cabillas levemente troncocónicas, que se introducen de manera inversa, una desde la cara superior de la cuaderna y otra desde el exterior del casco, para no destensar la ligadura, sino bloquearla y tensarla aun más. Estas cabillas presentan un rebaje en su lateral para dejar espacio para el paso de la cuerda. Por último se colocaba una espesa capa de pez en todo el conjunto para impermeabilizar la unión.

¹⁸⁰ Sin que se haya medido la acanaladura en la cara externa del casco para dar paso a la ligadura.

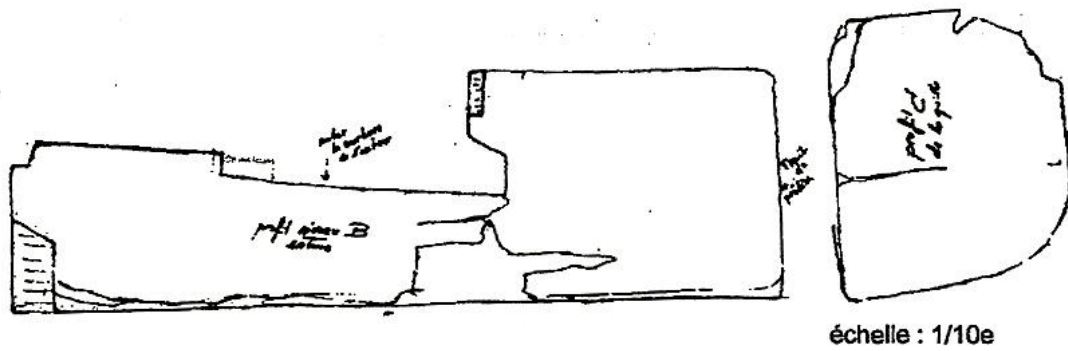


Fig. 267.- Vista lateral y sección de la quilla del SM 24, correspondiente con un extremo distal, recuperado a superficie (Dibujo de Rival, CCJ-CNRS).

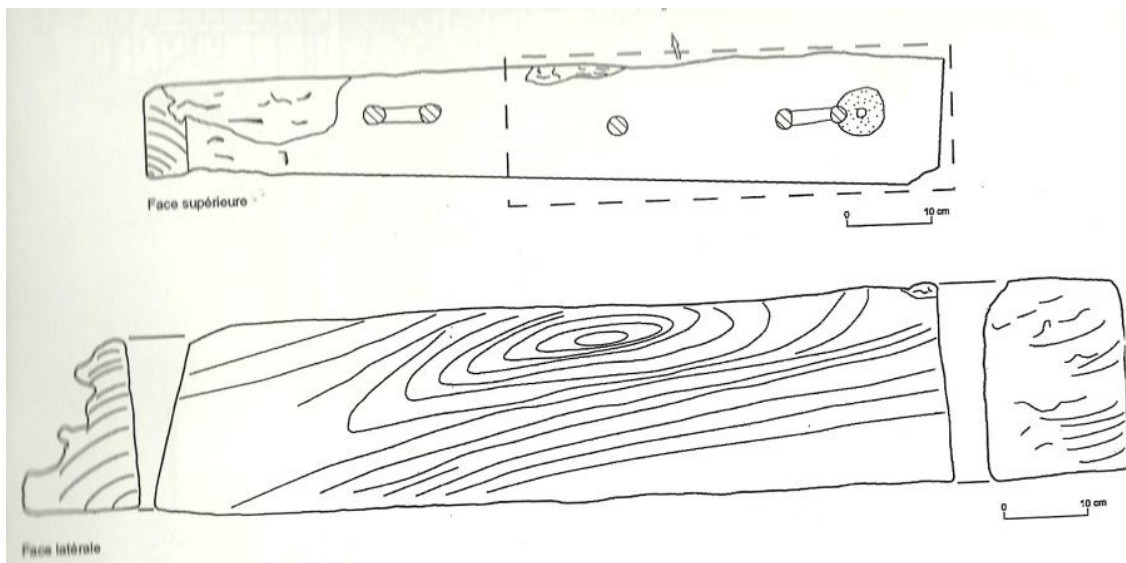


Fig. 268.- Vista de la cara superior y laterales de una porción de cuaderna donde se observa la alternancia entre pares de cabillas con una regata de unión entre ellas, con una cabilla aislada (Dibujo de Marlier).

El ritmo de colocación de los pares de cabillas, las acanaladuras y las cabillas simples presenta algunas variaciones como en un caso en la M12 en el que son tres las cabillas separadas por una regata que fijan las ligaduras.

No se localizó la carlinga del mástil, pero la sucesión de 5 varengas en la zona Este del pecio parece sugerir su implantación en este tramo, observándose los encajes practicados en las cuadernas M26 y M34 relacionados con el encaje de una sobrequilla o carlinga, si bien el mal estado de conservación de esta carpintería no permitió mayores observaciones. No se documentó ninguna tabla del piso de la bodega, salvo bajo de la concreción férrica B, con 40 cm de anchura y 7 cm de espesor con restos de clavos de sección cuadrada, por lo que podría tratarse de un palmejar. El interior del casco estaba revestido de una brea mezclada con virutas y materia vegetal, siendo destacable que entre las cuadernas había colocado una cantidad importante de sarmientos de vid, algo que recuerda rápidamente a los documentados en el pecio de *Cap del Vol* si bien en este caso no se puede determinar si cayeron a las claras al desaparecer el piso de la bodega, según Marlier¹⁸¹.

El tamaño de las piezas de madera que componen la estructura de la nave, el espesor y altura de las cuadernas y su morfología rectilínea, la disposición horizontal de la traca de apardura en una quilla más ancha que alta, llevaron a Marlier a determinar que el *SM24* era un gran barco mercante de fondo plano, con una eslora comprendida entre los 20 y 25 m. Podría tratarse de un barco de carga fluvio-marítimo, para la navegación costera y la entrada en espacios náuticos fluviales y lagunares, que naufragó llevando hierro de Narbona hacia Arles.

¹⁸¹ En la fig. 101p de la p. 147 del “Volumen de ilustraciones” de la tesis doctoral de Marlier, el parecido con los sarmientos *in situ* del *Cap del Vol* es elevada.

11.8. BARTHÉLÉMY B

El pecio de *Barthélémy B* se descubrió en 1993 a 39 m de profundidad en las proximidades de un islote que le da nombre, iniciándose su excavación en 1994. Se trata de una pequeña embarcación con un cargamento bien ordenado de un centenar de *tegulae*, (equivalente a una cincuentena de ánforas), un *foculus* en plomo, junto con cerámica común de los marineros con un posible origen de fabricación en Fréjus. El peso total estimado es de 2 t. Es una embarcación menor de 8 a 10 m de eslora (Lopez 1995; Lopez 1996: 59; Joncheray, Joncheray 1997: 106, Joncheray, Joncheray 2004) de cabotaje y redistribución. Su datación es del segundo cuarto del s. I. Un segundo equipo dirigido por Wicha intervino en el yacimiento en el año 2002.

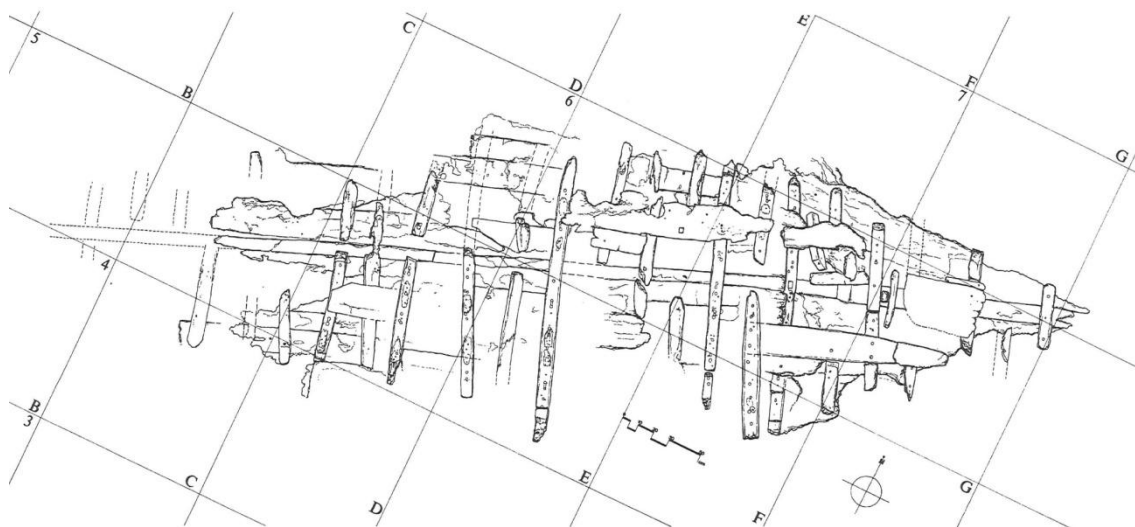


Fig. 269.- Planimetría de los restos de casco del pecio de *Barthélémy B* (Joncheray, Joncheray 2004: 27).

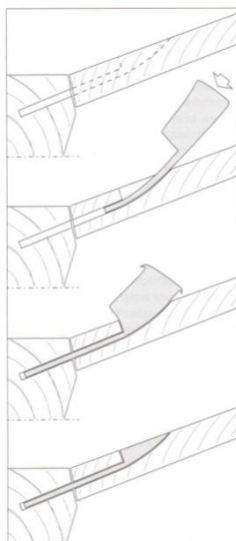


Fig. 270.- Reparación por sustitución de la traca de aparadura de estribor. (Joncheray 1997: 106).

El cargamento estaba estibado directamente sobre el palmejar claveteado sobre las cuadernas, sin ningún elemento de protección. En la primera actuación arqueológica se conservaban 4,95 m de quilla con un rayo de Júpiter para la unión con el codaste. Éste presenta el refuerzo por un clavo colocado desde el exterior del casco, que atraviesa una zapata, el mismo rayo y la espiga de fijación. Tratándose de una embarcación menor es comprensible que presente una quilla poco robusta de sección casi cuadrada (6,5 x 7 cm) que llega a ser de sección rectangular en su tramo final (7,5 x 4,5 cm) (Wicha 2003: 72) con una anchura que es inferior a la de las tracas de aparadura. Estas tracas están unidas a la quilla por mortajas de 5,9 cm de anchura y un espesor de 0,4 cm con una equidistancia entre ellas de 5,2 a 5,5 cm (Fig. 271). La presencia de una protección para quilla, unida firmemente por clavos de hierro, es lógica para una nave que tiene la posibilidad de navegar en fondos poco profundos y ser varada en riberas arenosas (Fig. 272).

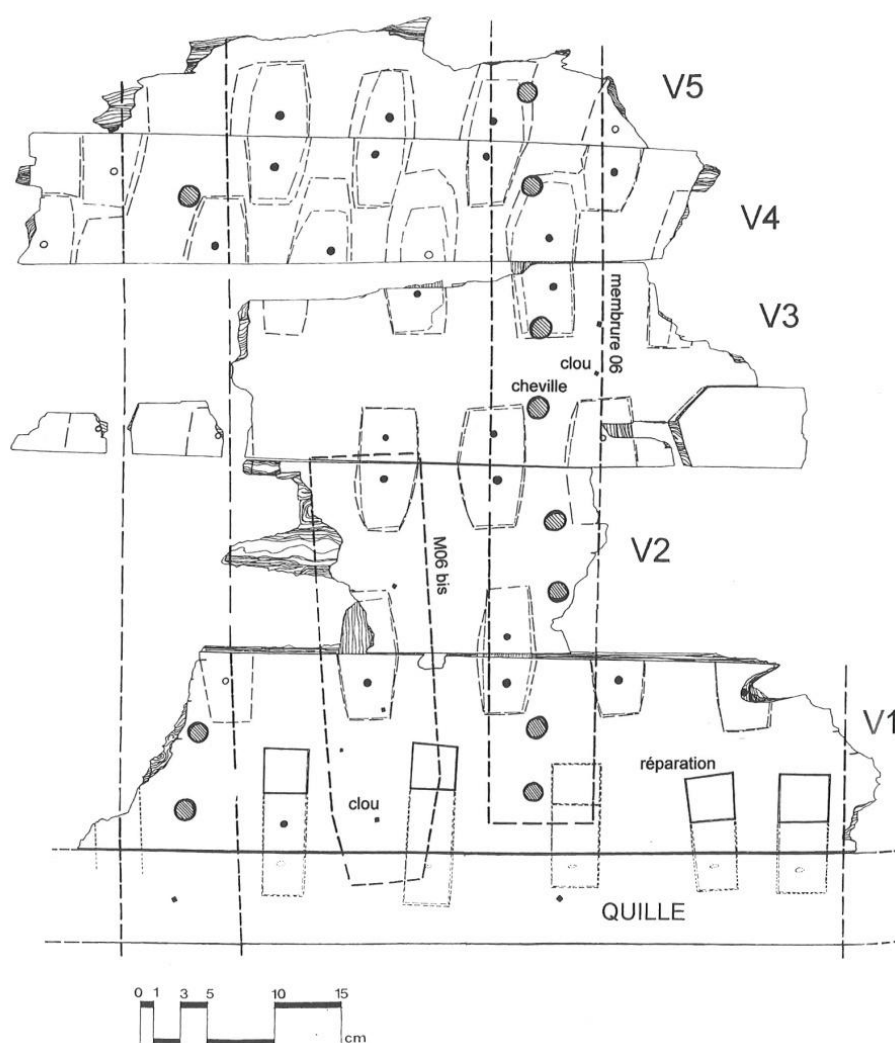


Fig. 271.- Planta de una porción del casco donde se observa la situación de la quilla y tracas, así como de las mortajas, espigas, clavijas, cuadernas y cabillas (Joncheray, Joncheray 2004: 44).

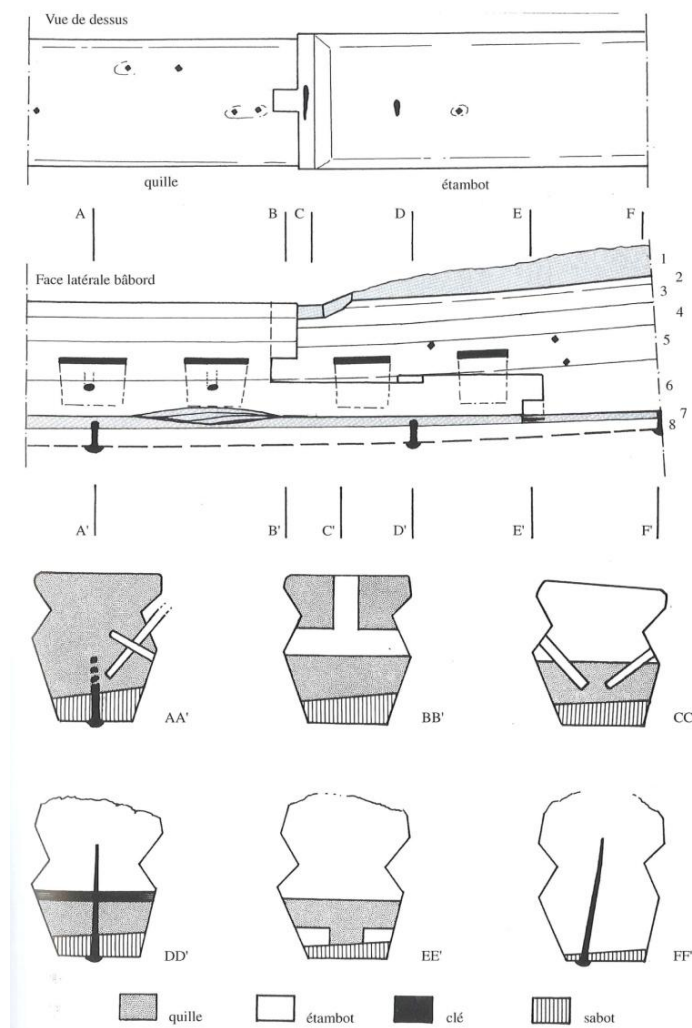


Fig. 272.- Vistas de las secciones transversales de la quilla a la altura del rayo de Júpiter, donde se conserva la forma del alefriez y la zapata de protección de la quilla. El codaste presenta un aumento de su espesor como en el pecio de *Rabiou* (Joncheray, Joncheray 2004: 33).

Destaca la manera en la que el alefriez en bisel pasa a ser en encaje llegando al codaste, para recibir a la traca de aparadura, en esta zona más pinzada del casco. Las dimensiones del codaste son aproximadas pero como es común es más ancho y alto que la quilla. La traca de aparadura del costado de estribor fue sustituida, utilizándose la misma técnica de realización de nuevas mortajas y la colocación de espigas con cabeza para insertarlas a mazo en su posición (Fig. 270) que se han observado en pecios como *Kyrenia* o *Tour Fondue*. Las espigas antiguas de la quilla son seccionadas y se practican nuevas mortajas. En las primeras intervenciones, se excavaron 21 cuadernas midiéndose la malla de separación entre ellas en 24 cm (Fig. 269). Se observó que la presencia de pares de cabillas en una de las cuadernas indicaba la posibilidad de ligaduras para la unión de éstas con el casco (Joncheray, Joncheray 1997: 106). No se localizó ningún elemento que apuntase a la presencia de una sobrequilla o a la carlinga del mástil, algo relacionado según informa Pomey a los excavadores, posiblemente con su situación muy próxima a la proa (zona no conservada) y una vela de tipo tarquina (Fig. 277).

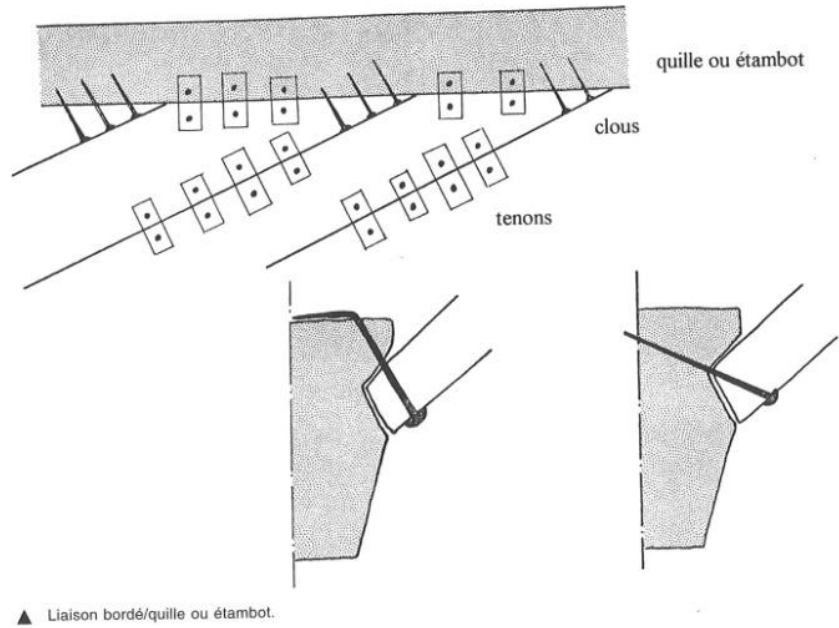


Fig. 273.- Método de unión de las tracas de forro con el codaste del *Barthélémy B* mediante la ayuda de clavos metálicos (Joncheray, Joncheray 2004: 36).

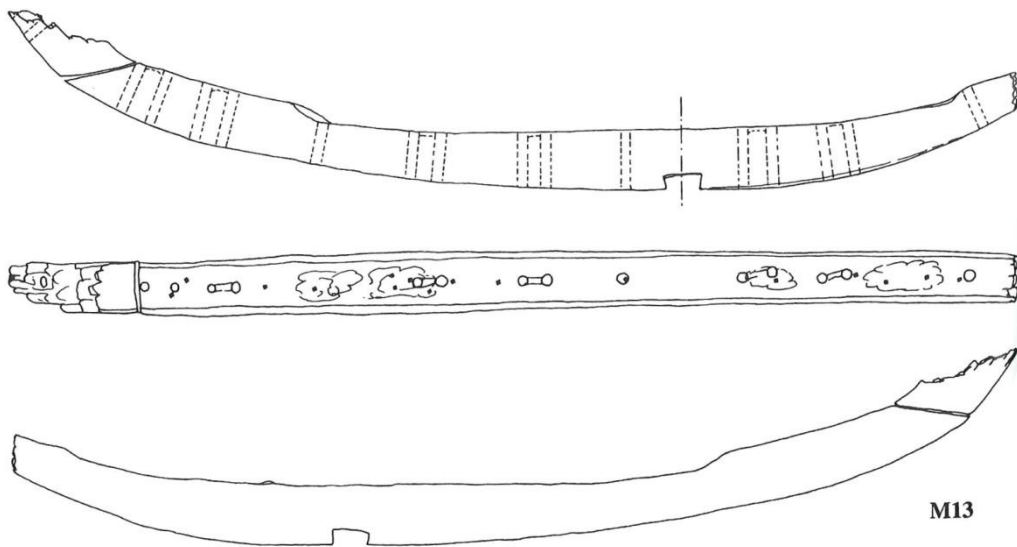


Fig. 274.- Vista de la varenga M13 del *Barthélémy B* con un imbornal de sección cuadrada. Presenta un acabado distal en bisel para el apoyo del genol. Se observan los pares de clavijas que fijan las ligaduras internas (Joncheray, Joncheray 2004: 42).

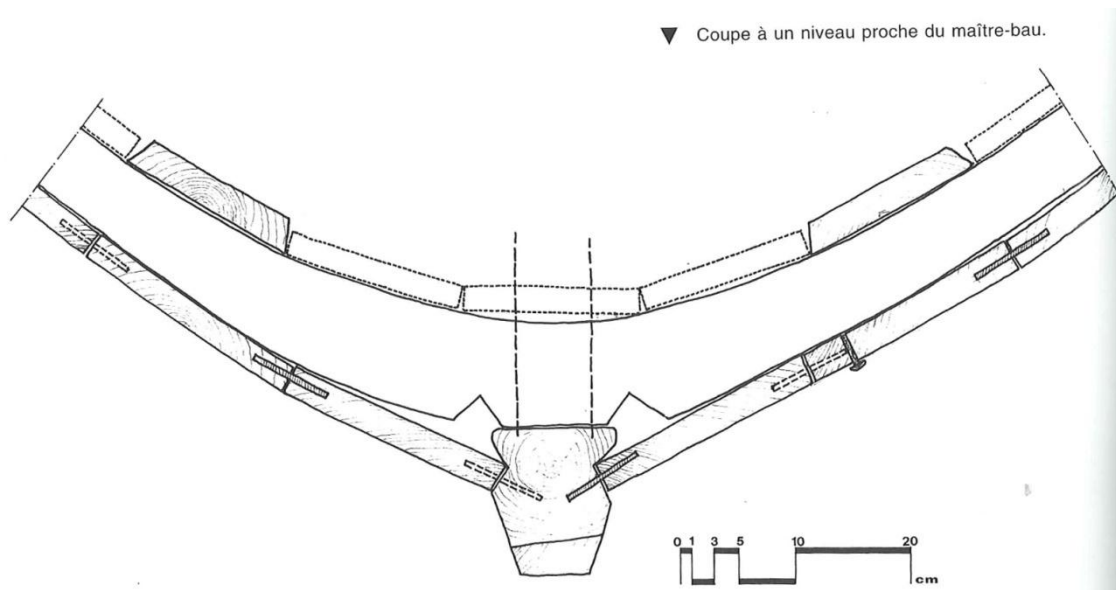


Fig. 275.- Sección del casco a la altura del codaste, a juzgar por la sección de la quilla y el ángulo del alefriz con encaje. (Joncheray, Joncheray 2004: 33).

En la campaña del año 2002, los restos se habían visto reducidos como consecuencia de las actuaciones precedentes a un pequeño tramo de la quilla, un refuerzo en la zona de unión con el codaste, once tracas de forro y ocho cuadernas *in situ*. En la zona de la unión con el codaste, hay una pieza de refuerzo (Wicha 2003: 72) que se apoya bajo la quilla y que se prolonga hacia el codaste, con una anchura igual a la de la quilla de 6,5 cm y un grosor de 2,5 cm que Wicha relaciona con el durmiente del codaste o alerón de deriva del *Cap del Vol* y también con el de *Baie de l’Amitié*. También podría tratarse de una corrección realizada en el mismo proceso de construcción. En la zona de la popa la anchura de las tracas de aparadura disminuye poco a poco llegando a los 4,5 cm estando unidos al alefriz directamente por 4-5 clavos sin la utilización de espigas (Fig. 273). Los trabajos desarrollados por Wicha con la extracción de tres secciones transversales serradas de la quilla a la altura de la M1, M10 y M12 muestran que ésta no presenta alefriz con encaje en la zona central del casco, sino que es de sección cuadrada o rectangular con las mortajas en las caras laterales superiores (Fig. 276) (Wicha 2010: 119), lo que contradice lo escrito por los Joncheray (1997: 106) pero no a la Fig. 270 (*sic*). Las tracas de forro tienen un espesor de 2,5 a 2,9 cm y unas anchuras variadas entre los 12 y los 16 cm. El casco presenta claras asimetrías¹⁸² en el caso de las tracas de aparadura, donde una tiene un espesor de 2,5 cm

¹⁸² Pomey señala que "une grande asymétrie due au façonnage de chaque bordage en fonction des disponibilités en bois, est toujours constatée dans la distribution des virures d’un bord sur l’autre. Cette

y una anchura de 13 cm y la otra 4 cm de espesor y 6 cm de anchura, algo quizás debido a numerosas reparaciones o a un proceso de construcción donde al no existir un buen aprovisionamiento de madera en el astillero, para esta embarcación menor se utilizaron restos. La carpintería transversal presenta cuadernas de medidas variadas de 6,5 a 8 cm de ancho y de 6 a 10 cm de alto. Se alternan de manera rítmica varengas y semicuaternas con una malla¹⁸³ de separación de 20 cm, es decir el doble de la anchura de las cuadernas. Su unión con el casco es mediante pares de cabillas que fijan un atado, que en la mayoría de los casos sigue un ritmo, solo roto por cabillas aisladas entre los pares para el atado y solo en algunos casos son visibles los rebajes entre las cabillas para el paso de la cuerda (Fig. 274). Las cabillas se han colocado indistintamente desde el interior y el exterior del casco. Al haber sido sustituida la traca de aparadura de estribor, se añadieron nuevos pares de cabillas para la fijación de las cuadernas a esta traca.

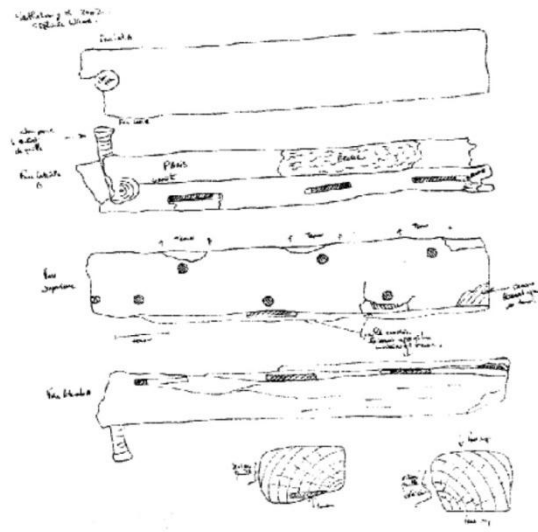


Fig. 276.- Dibujo de las caras de una porción de la quilla del *Barthélémy B.* (Wicha 2010: 124).

Las observaciones realizadas en el casco concluyen que existen numerosas imperfecciones y asimetrías en la construcción que han sido corregidas con la ayuda de clavos suplementarios o con la colocación de refuerzos en madera no previstos

asymétrie, s'ajoutant souvent à celle des galbords, rendaient nécessaire des contrôles d'exécution et un rattrapage des formes, avant qu'il ne soit trop tard". (Pomey 1998: 64).

¹⁸³ 4 cm menos que lo publicado por los Joncheray, si bien en función de la longitudinal en la que se tomen las medidas pueden haber pequeñas variaciones, ya que las cuadernas no están perfectamente alineadas y perpendiculares con la quilla

inicialmente. La especie vegetal predominante en la construcción de la nave es el *Pinus halepensis*, (quilla, codaste, cuadernas y tracas) si bien una varenga es en *Quercus ilex*, así como las espigas y clavijas. Las vagras son de *Abies alba* y la zapata de *Fagus sylvatica*. (Wicha 2003: 72).



Fig. 277.- Ejemplo de vela tarquina en un sarcófago de Ostia del s. III. Copia del Museo de Albenga, Italia. (Foto: Autor).

11.9. SUD LAVEZZI 3

El pecio de *Sud Lavezzi 3* se encuentra en el estrecho de Bonifacio (Córcega) naufragado a 38 m de profundidad. Transportaba un importante cargamento de ánforas Dr. 2-4 de la Tarraconense, junto con algún ejemplar de Pascual 1 (Liou 1982: 448) que fueron prácticamente expoliadas en su totalidad. Están datadas en el primer cuarto del s. I (Corsi-Sciallano, Liou 1985: 130). Por lo que hace referencia a los restos del casco, fueron completamente desconocidos hasta la campaña de 2001 de toma de muestras del programa de investigación *Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée* en la que se realizó una nueva intervención en el casco de la nave. Éstos, aun siendo reducidos ya que ocupan una zona de 4,50 m de largo por 3 m de ancho, son el único resto significativo del pecio (Pomey, Guibal 2002: 85-86). Quedan fragmentos de la quilla con una anchura en la cara superior de 20 cm y de 16 en la cara inferior y siete partes de traca de casco (Fig. 278). Éstas tienen un espesor medio de 4 cm y una anchura entre los 15 y los 20 cm. Las mortajas para la unión tienen de 5 a 5,5 cm de anchura, un espesor de 0,7 cm y una equidistancia entre ellas de 5 cm. Las clavijas tienen un diámetro en el interior del casco de 1 cm.

La traca de aparadura es muy espesa, con 8 cm de grosor y el diámetro de las clavijas de fijación de las espigas varían de un costado al otro (1 cm y 1,5 cm de diámetro en el interior del casco) con una equidistancia entre ellas de 10 a 12 cm. Se conservan nueve elementos de la carpintería transversal, seis en la parte inferior del yacimiento y tres en la parte superior. Se trata de una nave con alternancia entre varengas y semicuernas con un fondo del casco relativamente plano. La carpintería transversal es muy robusta. La sección de las cuernas varía de los 10 a los 15 cm de anchura y de 12 a 25 cm de altura, con una malla muy cerrada de 5 a 7 cm. Las cuernas están unidas al casco por cabillas de 2 cm de diámetro. Los restos del casco son muy fragmentarios para poder precisar las características particulares del navío. Lo más destacado es la importancia de la quilla y la traca de aparadura, que indican que se trata de un navío de grandes proporciones. Las especies documentadas para la quilla y las tracas de aparadura es *Pinus sylvestris*, lo que contrasta con las seis especies que se documentan en la carpintería transversal, tres resinosas: *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster* y *Pinus sylvestris*; y tres duras: *Quercus sp.*, *Populus sp.* (álamo o chopo) y *Celtis sp.* Los elementos para las uniones (espigas, clavijas y cabillas) son en *Quercus ilex* o *Quercus sp.*

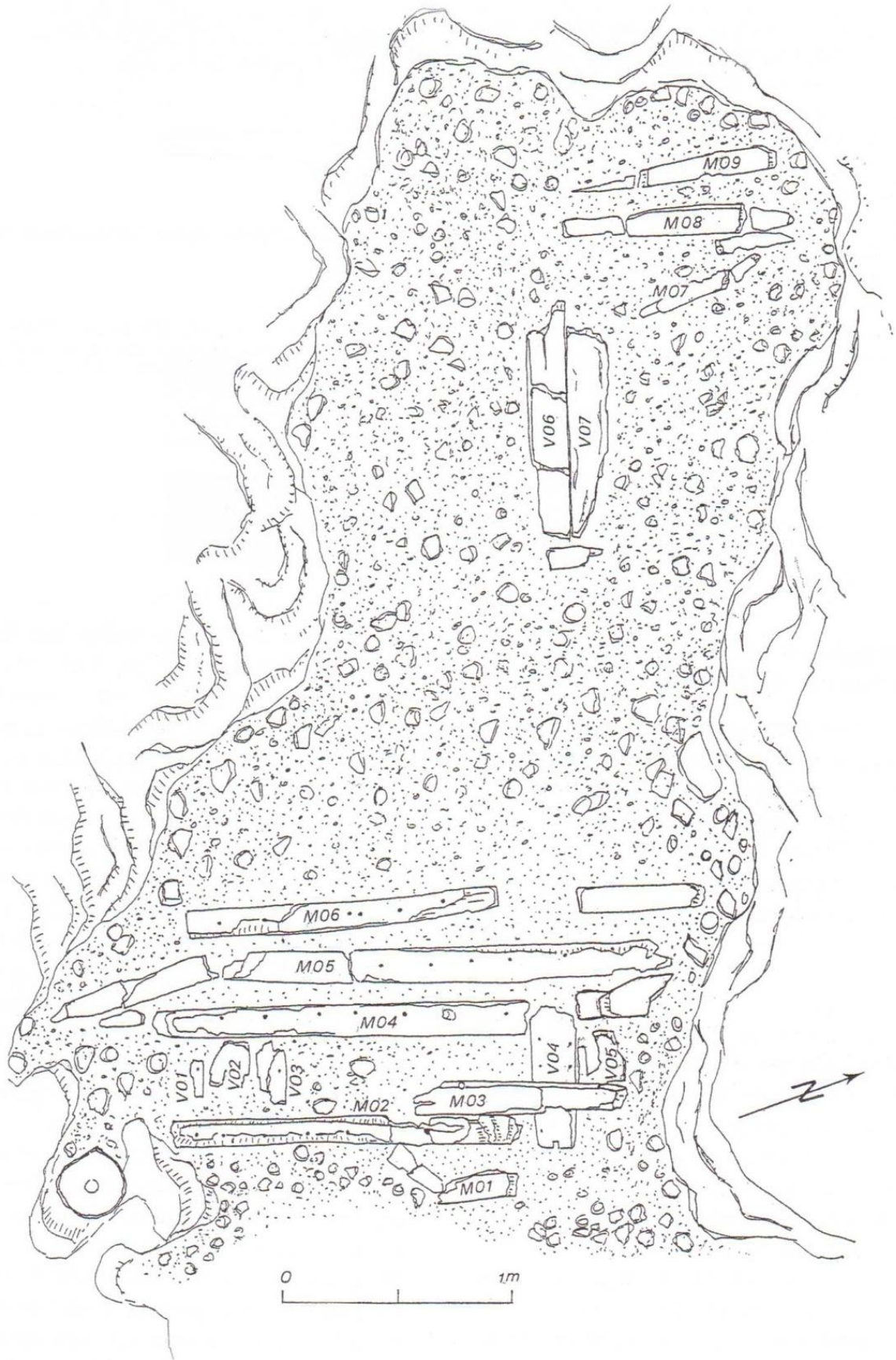


Fig. 278.- Planimetría de los restos del pecio *Sud Lavezzi 3* en el año 2001. (Dibujo de Rival CCJ-CNRS Aix-en-Provence en Pomey, Guibal 2002: 86).

11.10. BOU FERRER

El pecio romano *Bou Ferrer* fue comunicado su descubrimiento a la administración competente hace ya más de una década por dos buceadores deportivos cuyos apellidos dieron nombre al yacimiento arqueológico subacuático (Juan Fuertes *et al.* 2008: 270). El pecio reposa a -25 m de profundidad frente a las playas de La Vila Joiosa y en el momento de su descubrimiento tenía en su nivel superficial unas dimensiones de 24 x 8 m. La falta de atractivo del tipo de fondo en el que se localiza el *Bou Ferrer* para el buceo, (aguas frías, sin fauna y poco transparentes), preservó intacto al pecio hasta que fue localizado. Ha sido objeto de tres campañas de excavación arqueológica subacuática dirigidas por Cibecchini y De Juan.

Si hacemos un repaso por la joven historia de la arqueología subacuática europea vemos como todos los pecios en buen estado de conservación y de fácil acceso sufrieron en mayor o menor grado la acción de buceadores que expoliaron su cargamento, hasta el punto que en la actualidad es poco probable encontrar un pecio de las características del *Bou Ferrer* intacto. Desgraciadamente se inició su expolio, primero de algunas ánforas y a continuación de manera sistemática y organizada. Por experiencias previas, la autoridad competente en Patrimonio en la Comunidad Valenciana puso en marcha un proyecto destinado a proteger al yacimiento del expolio, con la instalación de una estructura sobre el cargamento que cumpliera los siguientes criterios: *protección, reversibilidad, no afección* y que fuese de fácil instalación a 25 m de profundidad¹⁸⁴ (Juan Fuertes *et al.* 2008: 271-272). Tras las actuaciones dentro del Proyecto Europeo ANSER (*Anciennes Routes Maritimes Méditerranéennes*-Años 2003 y 2004), se plantearon las líneas de investigación en el yacimiento (Juan Fuertes *et al.* 2011).

La *Dirección General de Patrimonio Cultural Valenciano y Museos de la Generalitat Valenciana* inicia el proyecto de excavación, investigación, musealización y divulgación del yacimiento *Bou Ferrer* con una primera campaña de excavación arqueológica subacuática en el verano de 2006. Ésta consistió en la realización de una cata de sondeo de 3 x 3 m en una zona central del yacimiento que permitiese extrapolar los datos (Fig. 279).

La segunda campaña en 2007 abarcó una superficie de 100 m², que incluía en su interior el sondeo realizado en el año 2006, para poder disponer de un sector avanzado al resto de la excavación (Fig. 280). La campaña 2007 permitió la documentación y recuperación de la totalidad de las ánforas pertenecientes a la capa nº 2 del sector

¹⁸⁴ El método de protección fue diseñado por A. Fernández, J.A. Moya y C. de Juan. La ejecución del proyecto fue realizada por C. de Juan, J.A. Moya y Subatech S.L.

delimitado, quedando a la luz los cuellos de las ánforas pertenecientes a la capa nº 3. A fin de clarificar la secuencia de pisos del cargamento del barco se optó por retomar los trabajos en el sondeo del año 2006, donde se podían distinguir perfectamente *in situ* dos pisos de ánforas con claridad y uno inferior pendiente de excavación. Se documentó la presencia de tres lingotes de plomo alineados y paralelos con la crujía del barco, sobre un tablazón.



Fig. 279.- Primer piso del cargamento de ánforas en la zona de sondeo 2006. (Foto: Autor).

Los trabajos permitieron la recuperación de un total de 274 ánforas. Hasta el momento, todas las ánforas recuperadas pertenecen a la familia de las Dr. 7-11, si bien se han podido individualizar cuatro tipos morfológicos principales (Cibecchini *et al.* 2011). No se ha realizado hasta la fecha un estudio arqueométrico pero se han llevado a cabo observaciones y descripciones básicas de las características de las pastas. Se determinaron cuatro tipos de pastas diferentes, en base al color, la textura y la tipología de las inclusiones. Planteamos como hipótesis, con los límites que presenta la investigación realizada hasta la fecha, que las ánforas fabricadas con estas pastas formen parte de diferentes producciones procedentes de una misma área o centro productivo.

Se han individualizado cuatro tipos morfológicos de ánforas en el pecio denominadas BF1, BF2, BF3 y BF4, siendo los dos primeros los mayoritarios en el área excavada (Fig. 281). Por ahora, de un total de 248 ánforas, han sido individualizados 58 ejemplares del tipo BF1, 136 para el tipo BF2 y 54 ejemplares “híbridos” o difícilmente distinguibles. Los dos tipos anfóricos principales del pecio **Bou Ferrer**, el BF1 y BF2 tienen sus mejores paralelos en los pecios de **Sud Lavezzi 2** y de **Tour Sainte Marie**.

Las pocas ánforas encontradas hasta ahora del tipo BF4 (= Dr. 9) tienen sus paralelos también en el pecio de *Sud Lavezzi 2* y en el *Lavezzi 1*, naufragados ambos en el estrecho de Bonifacio. Mientras que estos dos pecios están muy bien datados en torno al 30 d.C., el de *Tour Sainte Marie* propone una datación mucho más amplia, a mediados del s. I por la presencia de ánforas Beltrán IIB en el cargamento, no atestiguadas hasta la fecha en el *Bou Ferrer*.

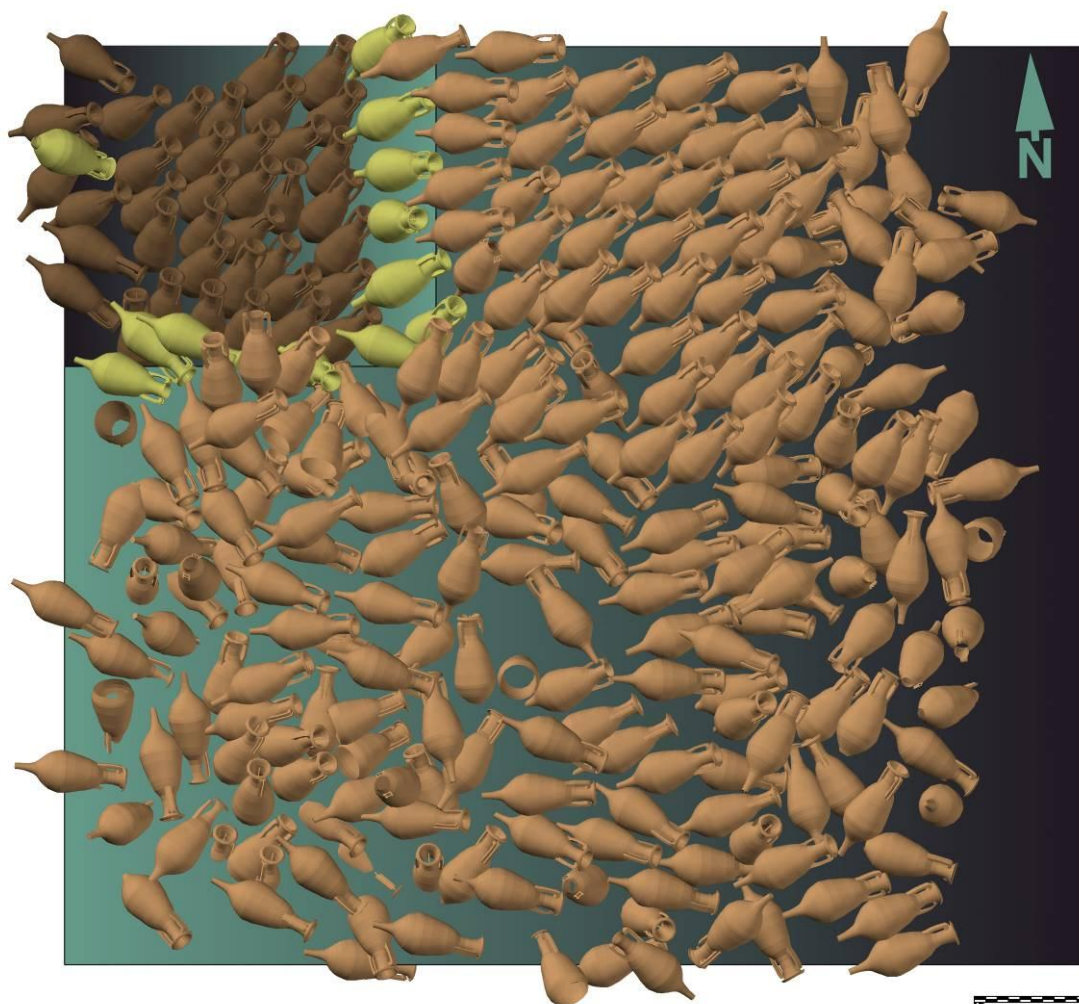


Fig. 280.- Planimetría de la excavación del año 2007. Los colores indican el piso de la estiba del cargamento. En la esquina noroeste se encuentra el sondeo 2006. En color beige-capa 2, en verde-capa 3 y en marrón-capa 4 (Dibujo: Autor).

Los análisis realizados por Piques (Lattes, CNRS-UMR 5140) sobre el contenido de las ánforas del *Bou Ferrer* se corresponde mayoritariamente con boquerón (*Engraulis encrasicolus*), caballa (*Scomber sp.*) y jurel (*Trachurus sp.*). Por ello, tras el primer análisis realizado, si bien aún no se pueden cuantificar las especies, sí que se puede afirmar que el contenido de las ánforas es un producto derivado del pescado y no simplemente salazones.

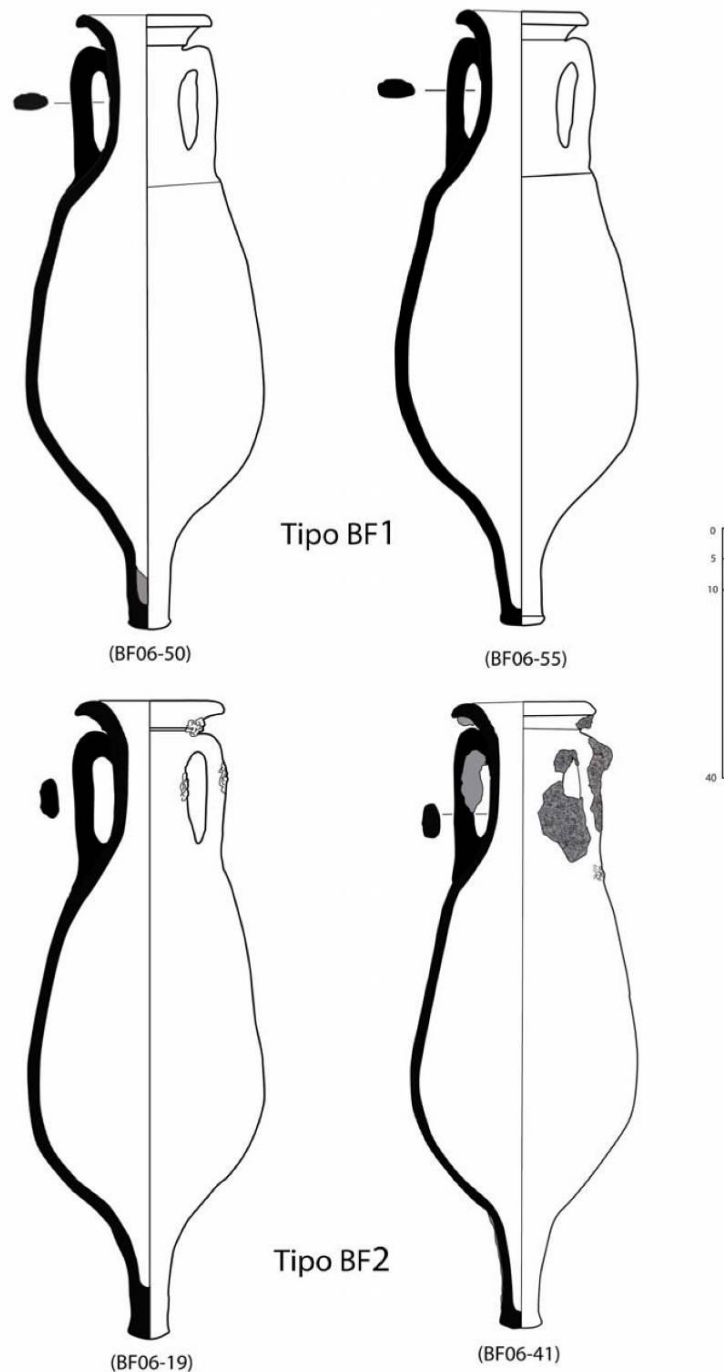


Fig. 281.- Tipos anfóricos principales en el pecio *Bou Ferrer*. (Dibujo.- Cibecchini. DRASSM).

Se han realizado unos cálculos únicamente orientativos: la eslora del *Bou Ferrer* debería estar comprendida entre los 27 m (171 t de porte) y los 30 m (235 t de porte). Con estos valores, sería posible el transporte seguro de un cargamento estimado de entre 162 y 215 t de ánforas, más algunas otras en minerales. La nave de *Bou Ferrer* deberíamos considerarla como una gran embarcación en su periodo por su eslora cercana a los 30 m.

Sobre el posible puerto de origen de la nave, el área gaditana se revela como la hipótesis más plausible:

- De allí proviene el 55 % de la producción de las principales ánforas para el transporte de salsas de pescado en época imperial (Etienne, Mayet 2005, 45).
- En una cincuentena de los talleres individualizados en la referida zona geográfica se fabricaron ánforas de la familia Dr. 7-11 y en cuatro de ellos concretamente ánforas Dr. 11.
- Son numerosos los centros en los que está atestiguada una producción previa de ánforas tardo-púnicas¹⁸⁵ como la Mañá C2.

No puede descartarse que gran parte del cargamento del *Bou Ferrer* tenga orígenes diferenciados, motivado por el almacenaje de producciones en un puerto principal, que son los que pueden dar abrigo a naves de gran tonelaje y realizar su estiba. Desde esta perspectiva, el puerto de Gades parece sin duda reunir todos los requisitos.

El hallazgo por el *DRASSM* de una veintena de pecios en el estrecho de Bonifacio, con cargamentos procedentes de la Bética de un importante tonelaje de porte (Liou 1990 y 2000) lleva a suponer que el puerto de destino más probable para estas naves era Roma. También grandes naves (p. e. *Arles IV*, Long 1998) con cargamentos de la Bética se encuentran naufragadas en el entorno de la Desembocadura del Ródano, por lo que no hay que menospreciar este posible destino. La hipótesis de ruta de navegación más lógica sería la que partiendo del área del estrecho costearía levemente el N de África o el S de la Península Ibérica, para después alejándose de la costa remontar hacia las Baleares por alta mar, dirigiéndose después hacia Bonifacio, perdiendo referencias visuales durante gran parte del recorrido. Si atendemos a las informaciones que aporta Plinio (*H.N.* 9, 3-4), el viaje desde Gades hasta el puerto de Ostia duraba siete jornadas, cruzando el Mediterráneo occidental, con los mares *Ibericum*, *Balearicum*, *Sardoum*, y *Tyrrhenum* (probablemente como una proeza). Queremos remarcar que para cuadrar distancia, velocidad y tiempo es necesaria y obligada la navegación de altura, por lo que referida la ruta quedaría muy alejada de la zona del naufragio del *Bou Ferrer*. ¿Puede derivar una nave, p. e. 50-70 millas náuticas desde las Baleares a La Vila Joiosa en una situación de problema técnico o temporal? La probabilidad de que ello ocurriese es muy alta.

La presencia de ánforas Dr. 11 de idéntica tipología a las del *Bou Ferrer* en los almacenes de material arqueológico expuestos en la actualidad en el foro de Pompeya, nos hace reflexionar sobre el destino final que pudieron tener las ánforas que contenían

¹⁸⁵ Otros centros productivos de este tipo de ánforas están situados en el área de Málaga y en el actual Marruecos (*cf.* Lagóstena 1996, 146-148).

este producto exquisito, salsa de pescado, quizás asociable al término latino *garum* descrito en las recetas de Apicio del *De re coquinaria*.

Esta salsa estaba destinada a los bolsillos más pudientes y no a la *plebs*. Si ponemos en relación la presencia de la élite de notables de ciudades como Pompeya con todo un conjunto de villas suntuosas bien conocidas en los alrededores de *Neapolis* en el s. I d.C. como las de Poppea en *Oplontis* (Torre Anunziata) o las de Arianna o San Marco (*Stabia*) sepultadas por el Vesubio en el 79 d.C. a la vez que Pompeya, bien puede justificar la presencia de estas ánforas en una cantidad que las pone en Pompeya en un segundo nivel tras las vinarias Dr. 2-4 campanas. No queremos decir con esto que el destino final del pecio *Bou Ferrer* fuese inequívocamente el puerto de Nápoles puesto que se podría tratar de una producción que se redistribuyese desde el mismo puerto ostiense. La presencia de estos contenedores en Pompeya, unida a la situación próxima de numerosas y grandes villas de la elite política romana, junto con que las salsas depuradas de pescado no es un producto destinado a las clases populares de la ciudad de Roma, como pudiese ser el vino barato o el trigo, podrían ser elementos suficientes para contemplar esta posibilidad.

A modo de conclusiones preliminares sobre el cargamento del pecio señalaremos que tras la excavación arqueológica subacuática de 100 m² del yacimiento el objetivo fue recuperar una parte significativa del cargamento para su estudio tipológico (Dr. 11 fabricadas en alfares del entorno gaditano), analizar su potencia estratigráfica (formada posiblemente por cuatro pisos de ánforas apiladas), estudiar cómo estaban éstas dispuestas en la bodega del barco (mediante una retícula ordenada a tresbolillo), conocer su contenido (salsas finas de pescado), verificar la presencia de posibles cargamentos secundarios (lingotes de plomo tipo Domergue I), comprobar el estado de conservación del casco de la nave, así como evaluar el tonelaje de porte (de 2500 ánforas aprox.) y su eslora (cercana a los 30 m).

Durante el mes de septiembre del año 2012 se realizó una campaña de excavación arqueológica subacuática bajo la codirección de De Juan y Cibecchini con el objetivo de obtener los primeros datos de la arquitectura naval del pecio. Para ello se eligió el Sondeo 2006, donde tan solo quedaba por retirar el primer piso de la estiba de las ánforas (Fig. 280, Fig. 281), para poder llegar a los lingotes de plomo conocidos de la campaña del 2007 así como al casco de la nave. Dado que había pasado un lapso de tiempo importante desde la última actuación, el sondeo se encontraba completamente colmatado de fangos, por lo que hubo que reexcavarlo, si bien se trató de un trabajo mecánico, ya que al estar todas las ánforas ya dibujadas, únicamente había que retirarlas para llevarlas a superficie. Tras esta operación, costosa en esfuerzos pero sin mayor interés arqueológico, se pudo poner en luz aproximadamente 9 m² del casco de la nave (Fig. 282).

Tras esta operación se inició la excavación de toda la madera comprendida dentro de los límites del sondeo, perfilándose una zona donde las cuadernas no presentaban un piso de bodega conservado, hacia el oeste del yacimiento. Hacia el Este, por el contrario se conservaban varias tablas del **piso de la bodega**, muy afectadas en sus caras superiores por *Teredo navalis*, hasta el punto de ser imposible en algunas de ellas determinar su grosor con exactitud. La de mayor espesor (7 cm) flanqueaba a una tabla sobre la que reposaba la hilada de lingotes de plomo ya constatados en la campaña previa y estaba fijada a la carpintería transversal por algunos clavos de hierro de sección

cuadrada con 1 cm de lado, llegando la impronta en la madera de la cabeza del clavo (desaparecida) a 4 cm de diámetro. El resto de tablas hacia el Oeste del sondeo presentaban tan degradadas sus caras superiores que fue imposible valorar su espesor. De los lingotes, señalamos que cuatro de ellos se encontraban alineados en su posición (Fig. 282) y un quinto al Norte estaba boca abajo apoyado en un sexto lingote. Los cuatro colocados en posición fueron retirados a superficie, presentando algunos de ellos las marcas incisas IMP. GER AVG.



Fig. 282.- Vista del sondeo tras retirar el primer piso de ánforas e iniciar la excavación de los espacios entre cuernas. (Foto: Autor).

Al este del sondeo, justo en el límite de intervención, una pieza de madera de importante anchura, en torno a los 50 cm, presentaba su cara superior completamente comida por el *Teredo navalis*. Trabajamos la hipótesis de que pudiese tratarse de la carlinga del barco, lo que permitiría situar la quilla de la nave, justamente bajo ella. Por

este motivo tomamos la decisión de cortar una sección de ésta de 10 cm de anchura, con el objetivo de poder interpretar la pieza, tomar muestras de identificación de la especie vegetal¹⁸⁶ y trasladar la sección al ARQUA, para su posterior restauración. El resultado fue completamente positivo, ya que el corte realizado nos permitió identificar la deteriorada madera como la carlinga o sobrequilla de la nave, comprender su sistema de encastre propio de la *familia arquitectural* republicana¹⁸⁷, a la vez que nos permitió una observación detallada de la quilla, las tracas de aparadura y las varengas sobre las que se apoyaba la carlinga (Fig. 283, Fig. 285). Las líneas del casco en el eje axial son las de un barco de fondo plano, algo que nos apunta directamente con el paleopaisaje de la zona de procedencia del cargamento, hecho coincidente con el fondo plano del pecio de *Titan*.

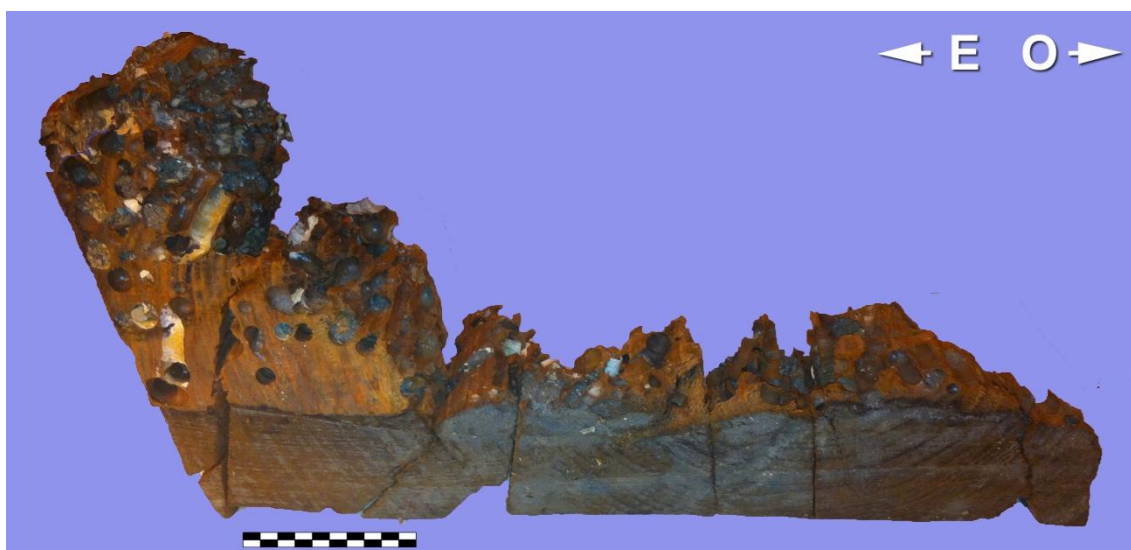


Fig. 283.- Vista de la cara lateral Norte de la sección transversal de la carlinga del *Bou Ferrer*. Puede observarse por los anillos de crecimiento que se trata de un tronco de una anchura importante, superior a los 50 cm de diámetro (Foto: Autor).

Respecto al *Teredo navalis*, todo parece indicar que al estar el pecio escorado hacia uno de sus costados (sección transversal C-123, Fig. 287), toda la madera por encima de una determinada cota ha sido devorada por los xilófagos. Por el contrario, ello nos lleva a argumentar que justo en el costado en el que todavía no se ha trabajado, al Este de la quilla (Q), el estado de conservación será excepcional.

¹⁸⁶ Pendiente de análisis.

¹⁸⁷ Por lo que por ahora no se ha introducido el cambio en el asiento de la carlinga por dos sobrequillas paralelas, como se observa en el *Saint Gervais 3*.

Las **tracas del casco** tienen anchuras que van desde los 22 a los 29 cm (Fig. 287) en la zona estudiada sin que tengamos por ahora datos de sus espesores. En referencia al sistema de espigas y mortajas que las unen no contamos por el momento con información, tan solo que el diámetro de las clavijas de fijación es constante de 1,4 cm y alguna de ellas no había sido cepillada convenientemente. Los pares de clavijas están en torno a los 18 cm separados entre ellos (Fig. 286). Las clavijas en la unión de la quilla y las tracas de apardura observada, tenían por el contrario 2 cm de diámetro.

La **carpintería transversal** se percibe enormemente robusta pero hemos de señalar que estamos justo en el eje axial del barco, algo que visualmente podemos comparar con el pecio con cargamento bético de *Sud Perduto 2* (Pomey *et al.* 1997: 154). La *mallá* es apretada de 12 cm de media para unas cuadernas que tienen 25 cm de altura en la sección longitudinal de la tercera tabla del casco del Oeste del sondeo (Fig. 287, Fig. 290). Hemos podido constatar que dos de ellas son varengas seguidas, pero no podemos establecer ningún patrón de disposición con semicudernas. El sistema de fijación de las cuadernas al casco es mediante cabillas circulares de madera de 1,8-2 cm de sección, reforzado, a juzgar por una zona al oeste donde las cuadernas habían desaparecido completamente, por una serie de clavos a punta perdida colocados desde el exterior del casco y que se situaban en el eje longitudinal central de la cuaderna, con una equidistancia entre ellos de unos 10 cm. Respecto a las varengas observadas en el corte de la carlinga, hemos de señalar que siguen fielmente las líneas planas del casco presentando un imbornal central de unos 7 cm de anchura y 5 de altura (Fig. 287) que recuerda a los documentados en el pecio de *Ouest Giraglia 2*. No existe ninguna variación en la altura, dentro del casco, entre la quilla y las tracas de apardura, sino que forman un plano en el que parece vislumbrarse un pequeño ángulo de salida para las tablas.

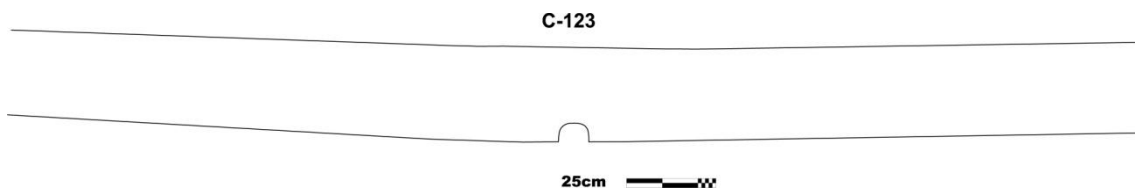


Fig. 284.- Sección idealizada de las formas de la cuaderna 123 del *Bou Ferrer*. (Dibujo: Autor).



Fig. 285.- Vista inferior del fragmento de carlinga situado hacia el E. En él puede observarse 1.- Todos los bordes del tacón que encaja entre las varengas estaban biselados, dando aspecto lateral de una media luna; 2.- Podemos observar el ángulo recto que se forma entre el tacón de entrada entre las varengas y la cara inferior de la carlinga que se apoya en la cara superior de la varenga; 3.- Se ha producido una acanaladura por fricción producida por la tabla al E sobre la que reposa otra hilada de lingotes no excavada durante la campaña 2012. (Foto: Autor).

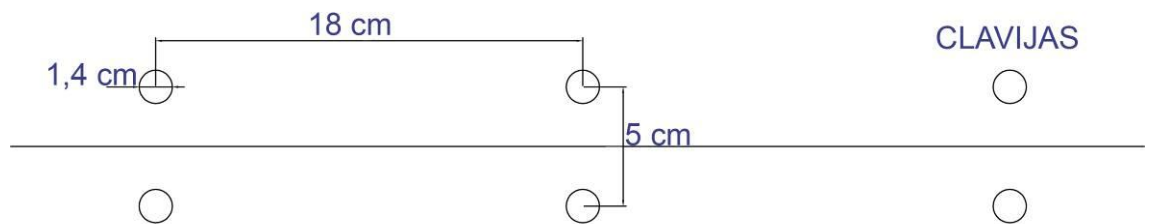


Fig. 286.- Esquema de las equidistancias medias de las clavijas de fijación en la unión de las tablas en el pecio *Bou Ferrer* (Dibujo: Autor).

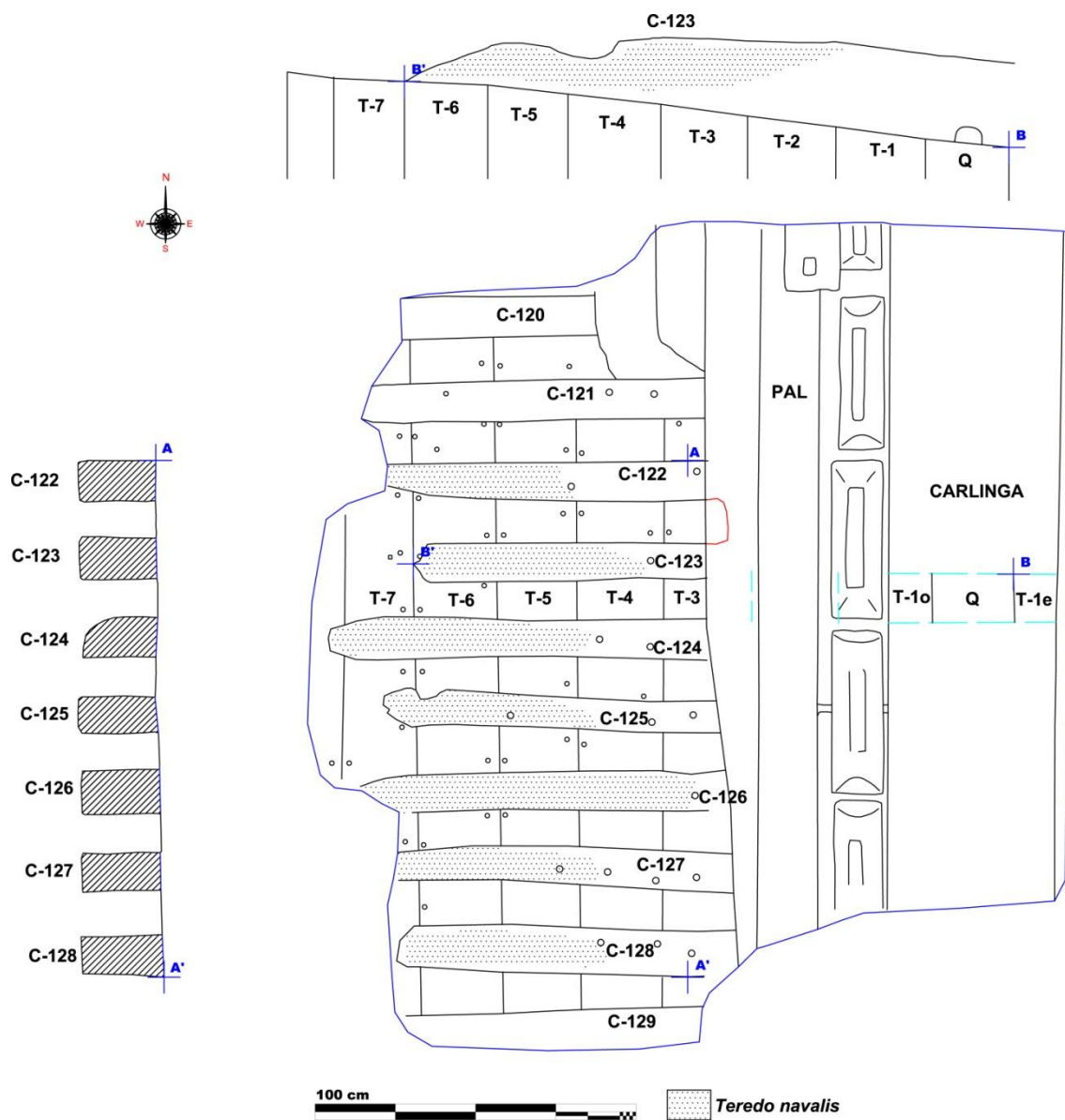


Fig. 287.- Planta y secciones del casco de la nave en el "Sondeo 2006". (Dibujo: Autor)

No podemos evitar el realizar comparaciones con el pecio *Albufereta 1*, (Vid. *infra*) ya que se trata de dos naufragios que comparten la misma cronología y una misma zona marítima de hundimiento (Sur del Cap de la Nao, en la actual provincia de Alicante) y un mismo origen geográfico del producto transportado (la Bética) si bien son naves que representan dos fórmulas de comercio bien diferenciadas.

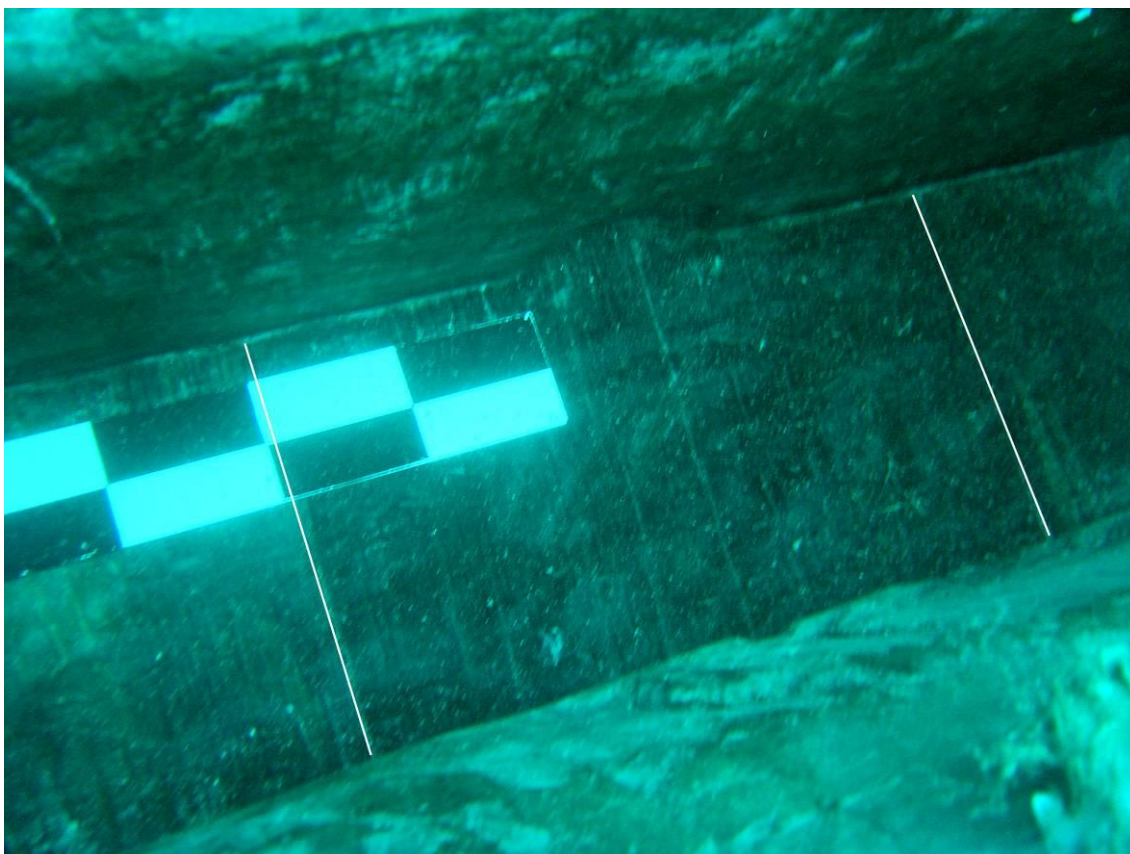


Fig. 288.- Foto del espacio entre la C-123 y C-124 donde podemos observar la anchura de la quilla, identificada por dos líneas en blanco. Se puede observar el imbornal central de sección rectangular con la cara superior redondeada. (Foto: Autor)

Respecto a la arquitectura naval de la nave *Bou Ferrer* y la comparación que podemos establecer con la *Albufereta I* es por el momento únicamente en el tipo de técnica utilizada para la unión de las cuadernas al casco. Ésta no es excesivamente particular, puesto que se trata de cabillas de madera que unen la carpintería transversal con el casco y esta unión esta reforzada por clavos de hierro a punta perdida colocados a lo largo de las cuadernas y que presentan un espaciado en torno a los 10 cm de media, bien constatado en el pecio de la *Albufereta I* y que se ha podido observar en una cuaderna del *Bou Ferrer*. Ello nos ha hecho poner ambos naufragios en relación.

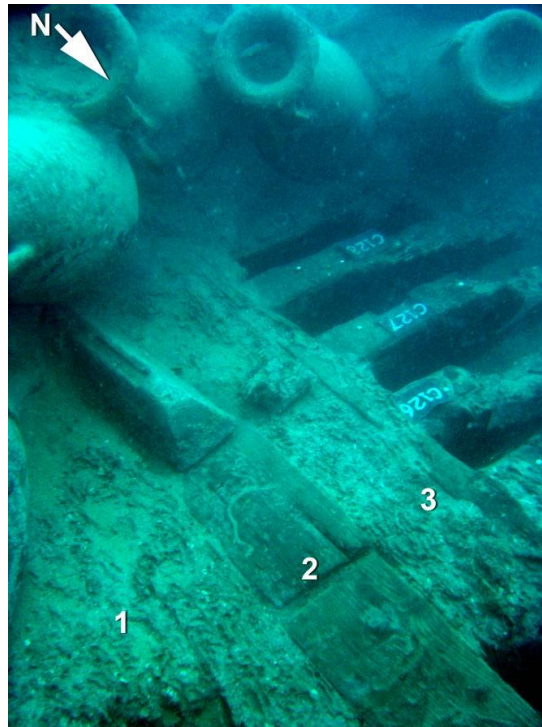


Fig. 289.- Vista del sondeo en la zona sureste tras la retirada de lingotes de plomo. 1.- Carlinga; 2.- Vagras adyacentes a la carlinga sobre las que están colocados alineados los lingotes de plomo, 3.- Palmejar de 19 cm de anchura y 7 cm de grosor. (Foto: Autor).

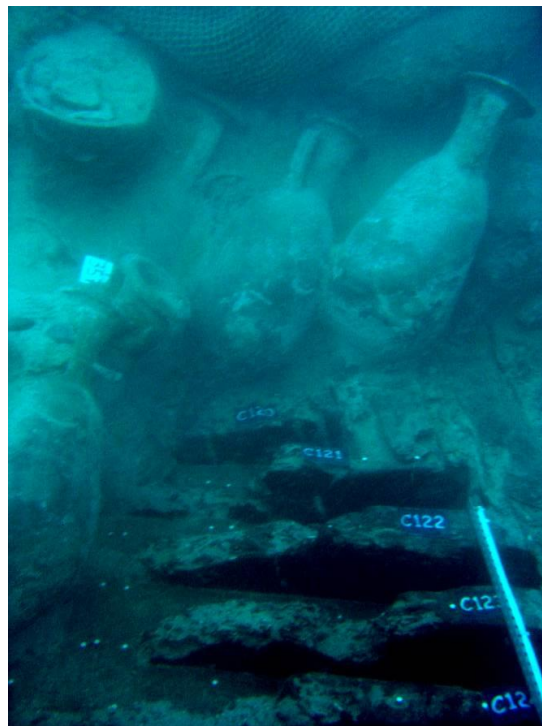


Fig. 290.- Vista en dirección Norte de las cuadernas C-120 a C-124, justo en la zona de menor cota de enterramiento, donde han quedado afectadas por *Teredo navalis*. Puede observarse la potencia de la carpintería transversal. (Foto: Autor).

Es sorprendente para nosotros que el pecio de *dolia* naufragado en Cap Corse, el *Giraglia 1* (20 d.C.), presentase idéntica técnica para la unión de la carpintería transversal. El motivo por el que hacemos esta observación es porque la construcción de los barcos a *dolia* es específica por algunos motivos de nuestro interés¹⁸⁸. La posibilidad más probable es que estas naves tuviesen un proceso de construcción particular, debido a los contenedores fijos transportados y que siendo éstos de factura campana, podría tratarse de una arquitectura naval de las proximidades de la desembocadura del río Garigliano en Minturno. Ello lo atestigua las inclusiones volcánicas de sus pastas y los sellos *planta pedis* relativos a la familia de los *Piranii*, por lo que el astillero de origen de estas naves se encontraría en la costa de la referida región itálica.

Este argumento nos lleva a proponer igualmente, con la cautela necesaria, que el pecio *Bou Ferrer* y el pecio de la *Albufereta*, podrían tener sus astillero de construcción en una zona geográfica donde la referida técnica para unir las cuadernas al casco es la común en el saber consuetudinario de los *faber navalis*. Ello nos lleva a señalar el sur del Lacio o la Campania como posible área de factura de estas naves, basándonos en la comparación con el pecio *Giraglia 1*.

¹⁸⁸ Como atestigua el estudio comparativo entre el pecio de *Ouest Giraglia 2* y *Ladispoli*.

11.11. ALBUFERETA 1

El pecio, con un cargamento procedente de la Bética se encuentra naufragado en la Bahía de la Albufereta (Alicante) a 5 m de profundidad y a relativa poca distancia del puerto de *Lucentum*, en una zona de sombra y protección de los temporales. Durante el año 2002, gracias a un acuerdo de colaboración entre varias instituciones públicas, se realizó la excavación (Márquez, Molina 2005; Fernández *et al.* 2008; Juan Fuertes 2008). Transportaba un cargamento homogéneo que fue estibado en una única acción en el puerto de partida. Éste era de ánforas olearias Dr. 20, sobre aproximadamente una tonelada de lingotes circulares de cobre, conocidos como galápagos. El fragmento de casco conservado se corresponde con uno de los flancos del casco próximos al pantoque, sin que se localizase la quilla del barco. Los restos de 8 x 1,80 m conservaban 29 cuadernas y 6 hiladas de tracas de forro con subdivisiones. Su naufragio se data, gracias al estudio de un rico conjunto conservado de *tituli picti*, en torno a la segunda mitad del s. I. Apareció un rosario de émbolos de acebuche-olivo (*Olea europaea*) pertenecientes a la bomba de achique del barco, todavía con conexión entre ellos. Asociado al fragmento de casco también se localizó parte de lo que podría ser una estera, algún asa de cestería, así como fragmentos de una red. También se hallaron numerosos cabos de diversa mena, destacando uno por su grosor, interpretado como la estacha del barco, que se alejaba del yacimiento.

El piso de la bodega, bajo los lingotes de cobre y los sarmientos, estaba formado por una serie de tablas paralelas (Fig. 292). Algunas de ellas estaban muy deformadas y quebradas, con presencia de restos de concreciones cúpricas. Aparentemente ninguna de ellas cumplía la función de refuerzo longitudinal, ya que no parecían estar físicamente unidas a las cuadernas. Su colocación juega con la disposición ordenada de una hilada compuesta por varias tablas cortas alternándose con otra hilada longitudinal conformada por un tablón largo, ambos tipos de tablas con el mismo grosor. El piso de la bodega aparentemente no estaba físicamente adherido al casco, ya que no se observaron concreciones férricas en las caras superiores de las cuadernas en el momento de su retirada, lo cual podría indicar que era desmontado con frecuencia para realizar labores de limpieza en la sentina. Al quedar las tablas colocadas dentro del casco, éstas apoyarían unas contra otras *a tope*, por gravedad y una vez la nave es estibada, el peso del cargamento las mantendría sin movimientos durante toda la travesía. La comparación con el pecio *Napoli A* y *Napoli C* da un paralelo muy próximo de su colocación, si bien las tablas que harían de palmejar sí que están unidas a la carpintería transversal en estos pecios y tienen un espesor mayor.

Las tracas de forro tienen de media 5,9 cm de grosor y 29 cm de anchura (*Pinus halepensis*). Sus longitudes son variadas, siendo la más larga la T3 con prácticamente 8 m de longitud. El único tramo de traca que se conserva completa es la T4 con 5,90 m. Las uniones son por mortaja y espiga (*Olea europaea*) teniendo éstas unas dimensiones de 9,4 cm de anchura, 11,4 cm de profundidad y 1,2 cm de grosor. Para las uniones entre dos tramos de traca se emplean rayos en bisel simple.



Fig. 291.- Distribución de las cabillas de madera y los clavos de hierro a punta perdida en la cuaderna 7, desaparecida en el pecio. (Foto: Autor).

El casco presenta una cinta de carena colocada directamente, unida sobre una de las tracas de forro, por lo que de acuerdo a la lógica del proceso de construcción, esta pieza de refuerzo longitudinal se colocó con posterioridad al armado del casco, bien en la fase de construcción o bien *a posteriori*, incluso como una reparación como en el *Napoli A*. Está unida a la traca de casco numerada como T-6 mediante numerosas cabillas cilíndricas de madera de 1,8 cm de diámetro. Su extremo distal presenta un acabado anguloso que sin duda tiene que estar en relación con la popa de la nave¹⁸⁹.

La carpintería transversal es robusta con piezas bien aserradas de sección rectangular de 18 cm de altura media y 9 cm de anchura, donde la *malla* de separación se sitúa en 14 cm. La unión de la carpintería transversal con el casco es mediante

¹⁸⁹ Si atendemos a la situación en la que apareció el rosario de émbolos de la bomba de achique

cabillas utilizándose una media de 9 por cada metro lineal de cuaderna, con 1,8-2 cm de diámetro. Por el exterior del casco se colocaron numerosos clavos en hierro a punta perdida sin relación con la colocación de las cabillas y con una equidistancia de en torno a los 10 cm (Fig. 291). La alternancia observada en la carpintería transversal, de manera rítmica, indicaría que existe una sucesión alternante de varengas y semicuaernas.

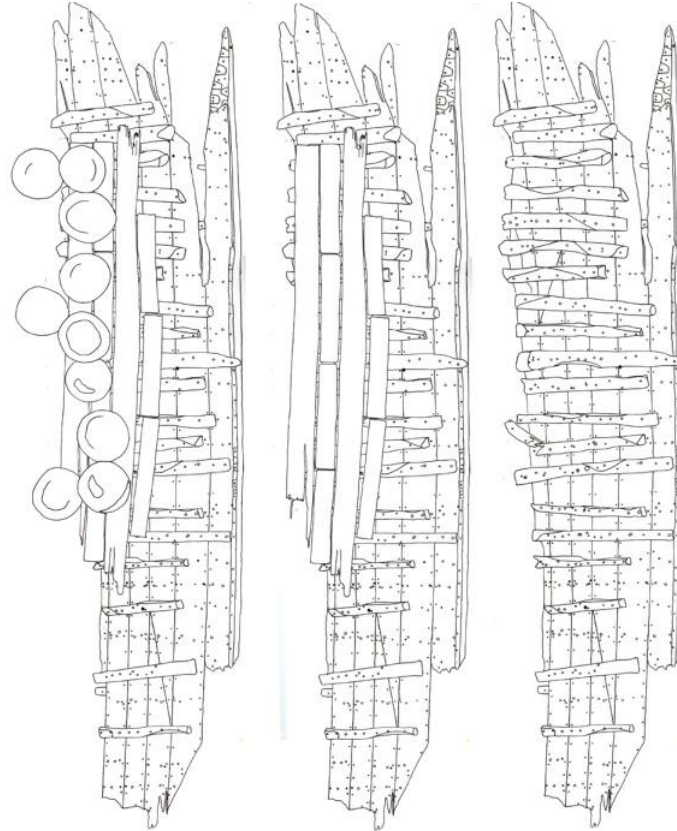


Fig. 292.- Vistas de la planimetría. En el centro se observa la disposición de las tablas del payol, donde se alternan lo que podrían ser tablas fijas y móviles (Juan Fuertes 2008: 166).

Se trata de una nave de pequeña eslora estimada por observación entre 13 y 14 m, con un tonelaje de porte que podría estar comprendido según la fórmula¹⁹⁰ de la marina francesa del s. XVIII entre las 19 y 34 t. Su calado obtenido de manera aproximada podría corresponderse con 1,30 m (2/3 de su puntal teórico). Interpretamos

¹⁹⁰ Según la fórmula de la marina francesa: $Eslora=43,20 \text{ pies.} * \text{manga}=14,19 \text{ pies.} * \text{puntal}=7,09 \text{ pies.} / 94 * 0,75 * 0,979 = 34 \text{ t.}$; $E=43,20 \text{ p.} * m=10,80 \text{ p.} * p=5,40 \text{ p.} / 94 * 0,75 * 0,979 = 19 \text{ t.}$ (cfr. Pomey, Rieth 2005: 44)

que es una nave que entraría en el Guadalquivir hasta el puerto de *Hispalis* para cargar lo más próximo al centro de producción y envasado de aceite, de ahí su reducida eslora y calado, si bien por el grosor de sus tracas y lo apretada que es su malla parece una embarcación muy robusta.

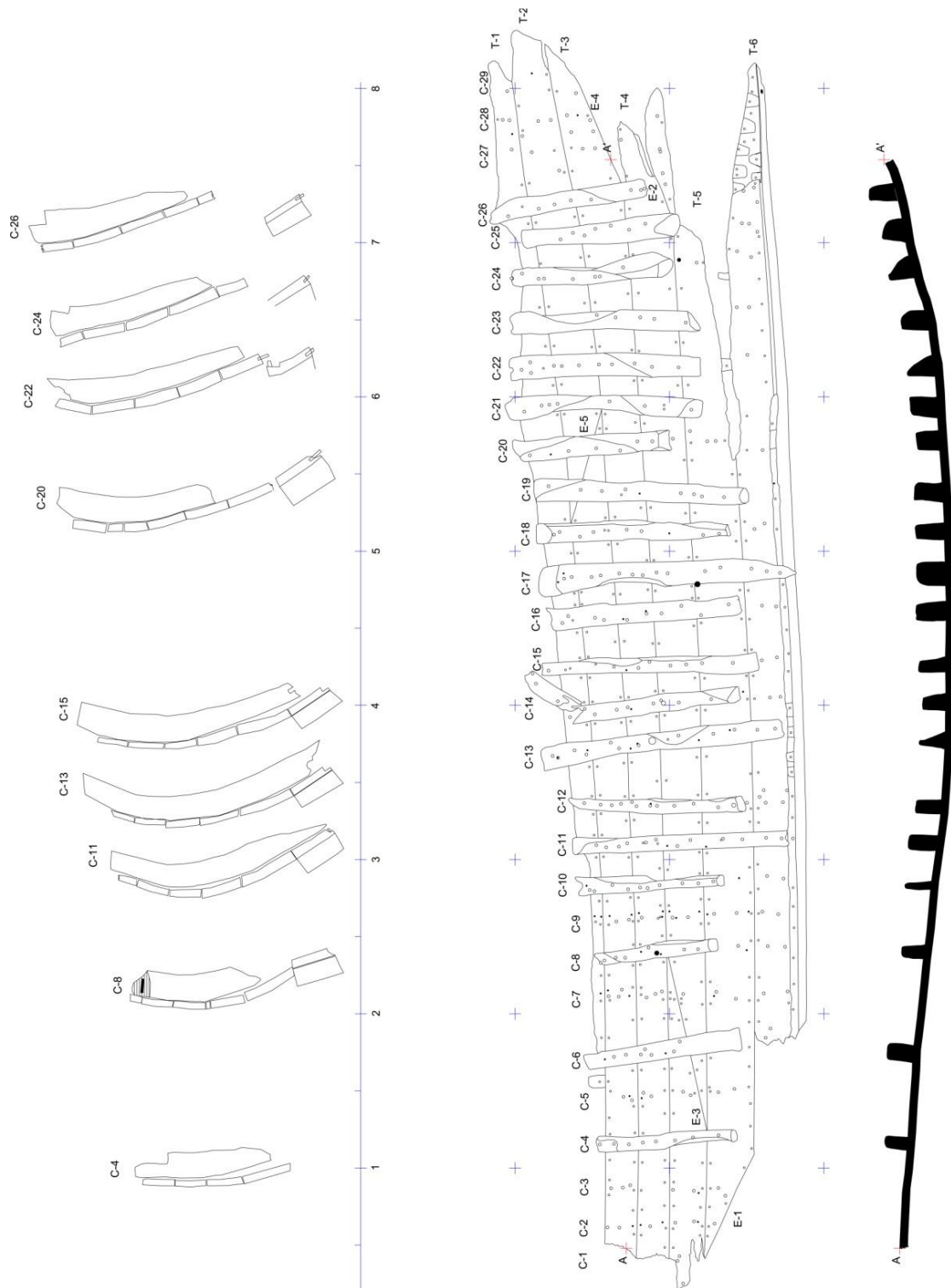


Fig. 293.- Planimetría y secciones del pecio de la Albufereta (Juan Fuertes 2008: 165).

11.12. PERDUTO 1

El pecio de *Perduto 1* se encuentra en el estrecho de Bonifacio (Córcega) a 25 m de profundidad, al parecer expoliado desde los mismos inicios del buceo con escafandra autónoma, por lo que los hallazgos han sido escasos: fragmentos de ánforas Dr. 2-4, partes de anclas y restos escasos de la arquitectura naval. El registro de ésta se realizó por un único buceador apasionado, W. Schultheis, que con escasos medios excavó una pequeña porción del casco bajo las indicaciones de Federico Foerster (1988: 178). Las dos únicas ánforas enteras conocidas pertenecen a una colección particular y hay noticias de la presencia de restos de forro exterior de plomo (Bebko 1971: 6) en el casco.

Una actuación del *Archéonaute* en el año 1971, permitió la recuperación de varios pivotes de ánforas Dr. 2-4 (Sciallano, Liou 1985: 145) con estampillas de CISSI y HILARI, que permitieron determinar su origen de producción en la zona norte de Barcelona (Horno de El Mujal) (Pascual 1988: 180).

Por lo que hace referencia a la arquitectura naval, los datos que se poseen son relativamente escasos y únicamente permiten hablar de rasgos generales, pero no por ello cargados de información. La quilla en la porción del casco conservada es de sección plana rectangular, de 19 cm de anchura y una altura comprendida entre los 8 y los 12 cm (Fig. 294-3). Prácticamente parece la evolución como eje axial de una traca de casco más. No presenta zapata de protección para el varado y la navegación en espacios náuticos lagunares¹⁹¹, si bien la forma de fondo plano del casco del *Perduto 1* lo hace *a priori* más apto para una navegación costera marítimo-lagunar. Hay que destacar que la quilla no presenta alefriz, ni en bisel, ni con encaje.

La unión con la traca de apardura se realiza por *punicana coagmenta* estando las mortajas practicadas en la cara lateral de la quilla, en su tercio superior, de manera alternante, (Fig. 13-b). Viendo la cara superior de la quilla, se observa que las mortajas se han practicado a su vez de manera rítmica en el costado de estribor y en el de babor, para no ser coincidentes y debilitar la pieza tal y como se observa también en muchos otros pecios como en el de *Palamós* (Fig. 168). Las mortajas tienen 7 cm de anchura, 0,8 cm de grosor y están practicadas con una equidistancia de 6 cm.

¹⁹¹ Podría tratarse de una arquitectura naval realizada por astilleros especializados en espacios de navegación lacustres y fluviales, que evoluciona para hacerse marítima, llegando a ser válida para las travesías de altura, tal y como atestigua el *Perduto 1*.

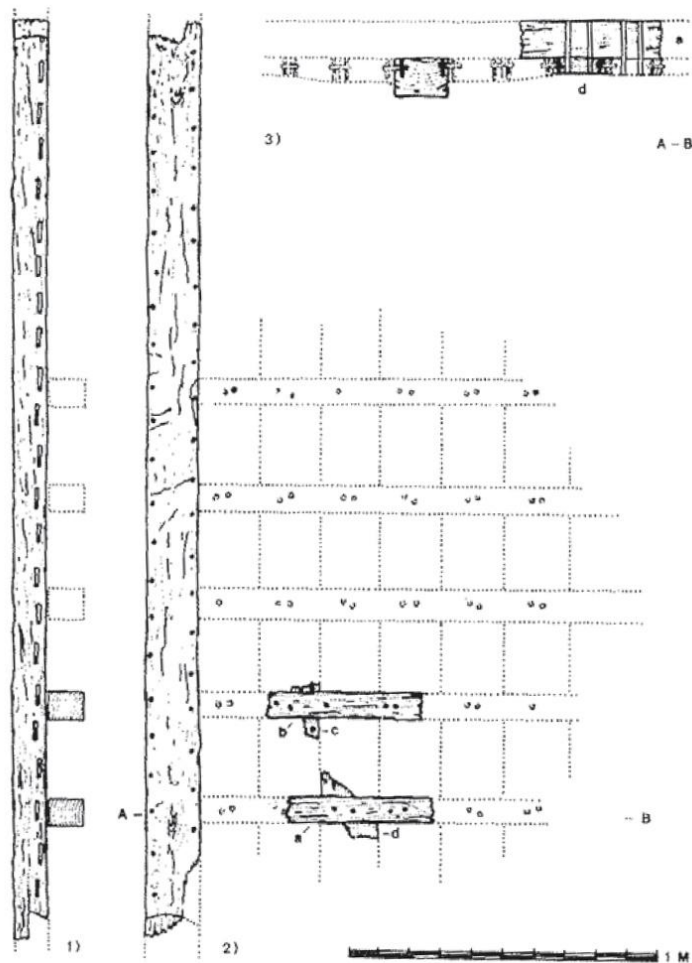


Fig. 294.- Dibujos de planta y secciones de los restos conservados del *Perduta I* a partir de los datos de W. Schultheis. (Foerster 1988: 179).

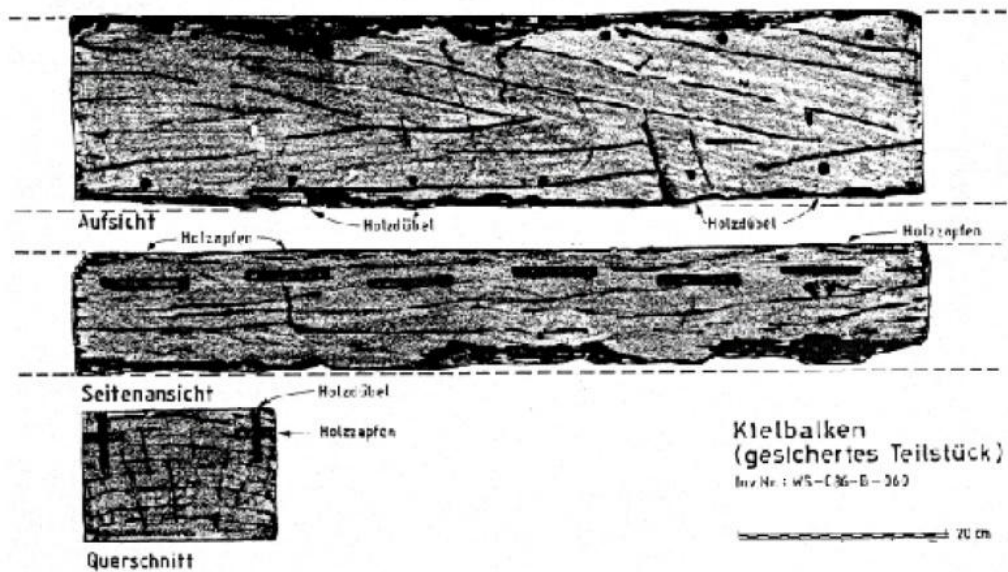


Fig. 295.- Vista de la quilla. En la cara superior se ve la alternancia en la situación de las espigas en ambas caras laterales así como la disposición a tresbolillo en la cara lateral. (Schultheis).

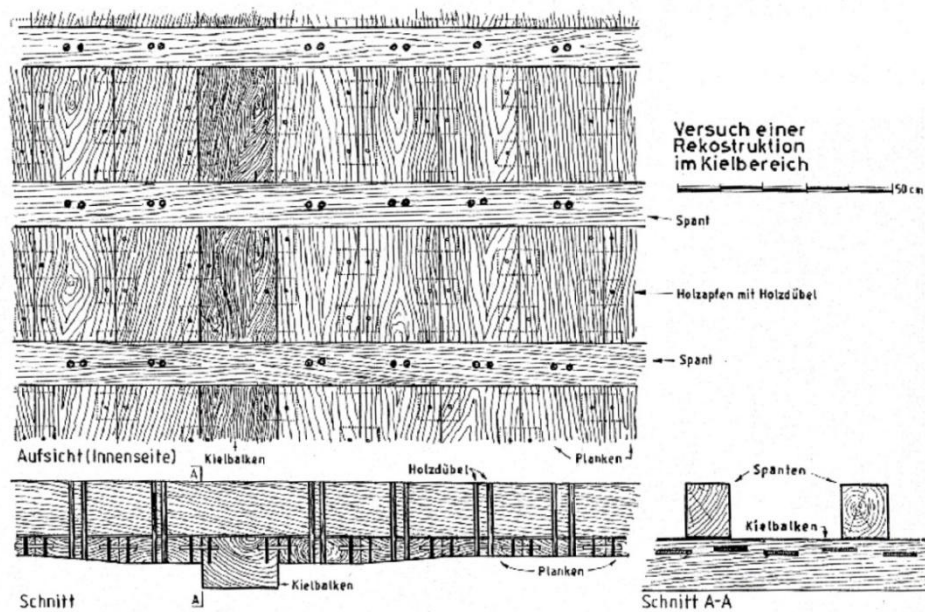


Fig. 296.- Esquema teórico de la arquitectura naval del *Perduto 1* realizada por Schultheis.

La traca de aparadura es de sección casi rectangular, con un espesor de 5 cm. La segunda traca de aparadura tiene sección poligonal y pierde espesor progresivamente desde los 5 cm hasta llegar a los 3 cm, como tienen el resto de tracas del casco. La quilla rectangular más ancha que alta, la traca de aparadura de la misma forma y la segunda traca con sección poligonal, recuerda sobremanera al aje axial del pecio de *Giraglia 2*. Las tracas del casco tienen una anchura media de 18 cm (Wicha 2010: 158). Las clavijas para fijar las espigas tienen 1,2 cm de diámetro, están equidistantes 12,5 cm y su disposición en una misma traca es alternante en cada una de sus caras laterales (Fig. 13-b). La carpintería transversal, según el trabajo de Schultheis¹⁹², está compuesta únicamente por varengas bien serradas y rectangulares de 10 cm de anchura y 13 cm de altura, unidas al casco por pares de cabillas de 2,4 cm de diámetro, colocadas de manera rítmica (Fig. 296), lo que permitió a Wicha su interpretación como ligaduras fijadas por cabillas como las del pecio de *Cap Béar 3* y el resto de su *firma arquitectural*, sin que se haya podido determinar si existe alguna regata de rebaje para el paso de las ligaduras en la cara superior de las varengas o en el exterior del casco (Fig. 297).

¹⁹² En el que caben errores de interpretación dada su ausencia de formación arqueológica.

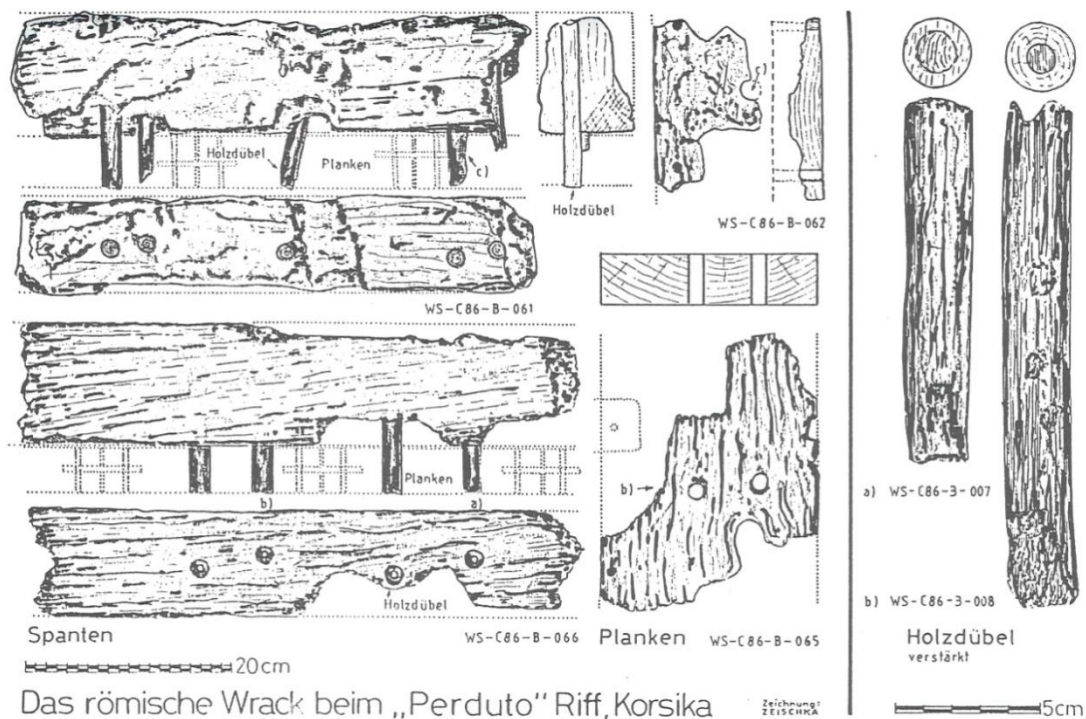


Fig. 297.- Dibujo arqueológico de dos cuadernas, una traca de casco con las perforaciones. No se observa una preparación en los flancos de las cabillas para dejar espacio a la ligadura interna de la cuaderna, ni acanaladuras en la cara superior e inferior de las cuadernas. En el primer caso sí se distingue un ritmo de par de cabillas/cabilla aislada (Dibujo: Schultheis en Foerster 1989: 179).

La forma plana de la sección del casco permitió a Foerster (1988: 178) hablar de una construcción a 0° para el ángulo de unión de la quilla con la traca de apardura y la vinculación de este tipo de construcción con los cargamentos procedentes de la actual Cataluña en el cambio de Era¹⁹³. Esta clasificación en función de los ángulos de la sección transversal es demasiado imprecisa por lo que no ha encontrado reflejo en la bibliografía, tanto por la variación que el referido ángulo forma en función de la parte del casco que se documente, como por la amplia casuística de naves que presentan el fondo completamente plano a mitad de su eslora (p.e. *Chrétienne C*, s. II a.C. y *Dramont E*, s. V). Desde nuestro punto de vista lo verdaderamente importante y destacable de la arquitectura naval del eje axial del *Perduto I* es la forma rectangular

¹⁹³ Esta es la única referencia a la datación del *Perduto I* que tenemos. Por su tipo de cargamento de ánforas Dr. 2-4 preferimos darle una horquilla un poco más amplia, abarcando todo el s. I d.C.

achatada de la quilla junto con la ausencia visible¹⁹⁴ de alefriz, así como la particular forma de la segunda traca de aparadura. Sí que encontramos una cierta justificación en la observación señalada por Foerster entre esta construcción naval y la provincia romana de la Tarraconensis, al valorar en su breve trabajo sobre el *Perduto 1* que pueden ponerse en relación con los pecios de *Ullastres* y *Cap del Vol*, al que nosotros añadiríamos en función de la sección de la quilla, la ausencia de alefriz y la sección de las tracas de aparadura al *Saintes Maries 24*.

¹⁹⁴ Seguramente, éste será en bisel simple, pero con un ángulo tan leve en este tramo que visualmente parece inexistente.

11.13 DRAMONT I

El pecio de *Dramont I* se encuentra a 31-33 m de profundidad al sudoeste de la isla d'Or, próxima a Saint Raphaël (Francia). Fue excavado por el matrimonio Joncheray entre 1992 y 1993. Su datación por el material transportado (tres enormes bloques de mármol de Asia Menor) es algo imprecisa: en el s. I basándose únicamente en la presencia de algunos fragmentos de ánforas Dr. 20 y Dr. 7-11. Transportaba un pequeño cargamento de piedra pómez (que no flotaron) y de algunas decenas de kilos de corindón (Joncheray, Joncheray 1997), un mineral quizás transportado como piedras preciosas en bruto, abundante en Grecia y Turquía.

Los restos de la arquitectura naval son reducidos, tratándose de un fragmento del costado sin conexión con dos tramos del eje axial. En la zona Este del yacimiento se conservan 8,5 m x 3 m del casco con 11 tracas de forro, donde dos de ellas son cintas de carena, con 34 cuadernas y parte del piso de la bodega (Fig. 298).

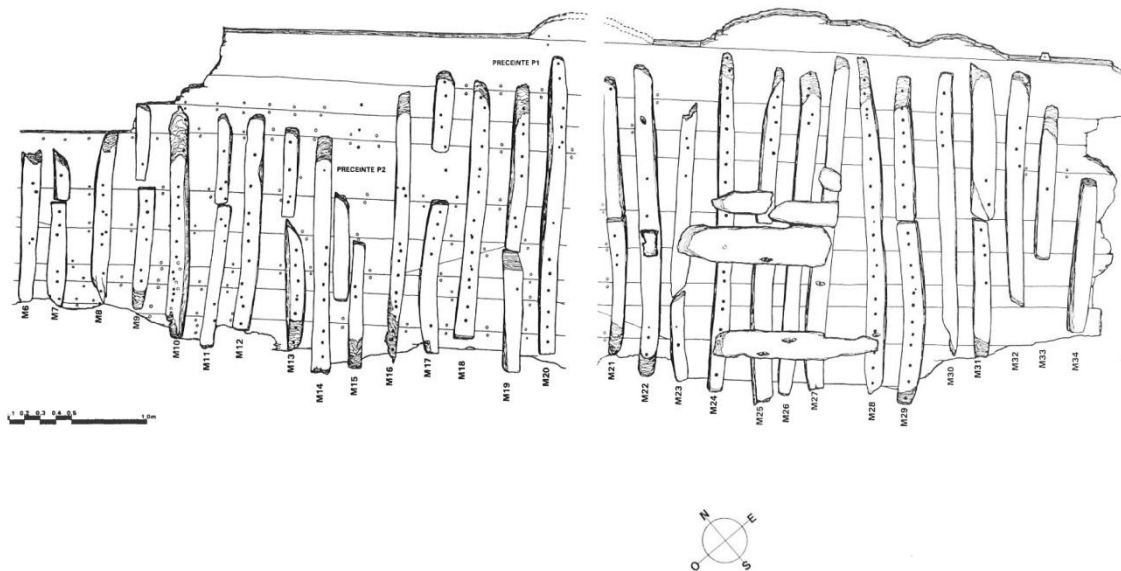


Fig. 298.- Planimetría de la porción principal del pecio de Dramont I (Joncheray, Joncheray 1997: 176).

Por lo que respecta a la porción de quilla y tracas de aparadura, en muy mal estado de conservación, la publicación señala que se conservaban 23 cm de la quilla de sección trapezoidal, con alefrices en bisel simple. Tenía unas dimensiones de 26 cm de altura (Fig. 299 – izquierda), 18 cm en la base y 21 en la cara superior entre alefrices. Adyacente a la quilla se conservaban las dos tracas de aparadura con espesores de 5 cm. También se localizó un tramo de roda o codaste de 19,5 cm de ancho con forma trapezoidal de 29,6 cm de altura, 22,8 cm de anchura en la cara superior y 15,8 de anchura en la base, esta última con perfil redondeado. Presenta un acusado alefriz con encaje (Fig. 299 – derecha) para alojar a las tracas de aparadura. Para la unión de estas piezas se observan algunas espigas que no están fijadas por clavijas a la quilla. Se realizó la unión de las tracas de aparadura con la porción de roda/codaste mediante clavos metálicos, colocados cada 6 cm independientemente de la posición de las mortajas.

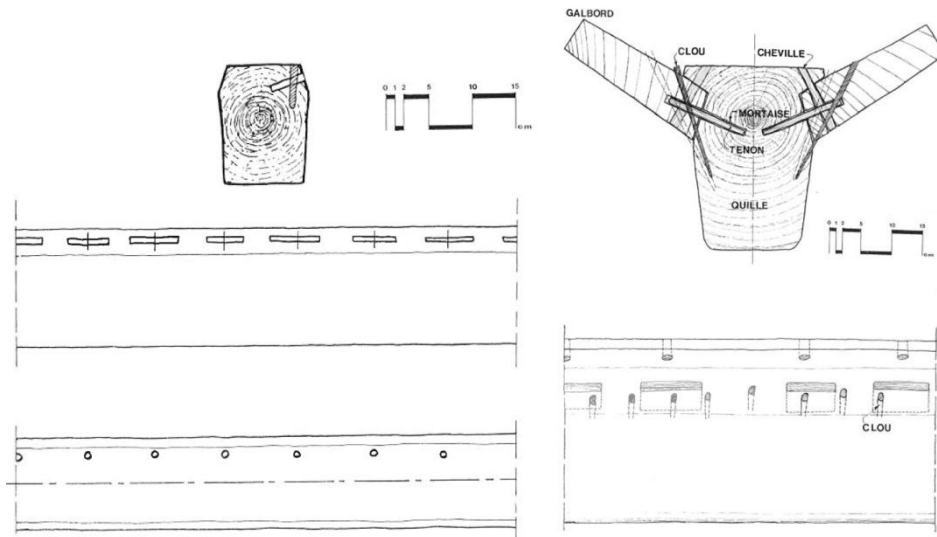


Fig. 299.- Secciones de los dos tramos de quilla excavados. El primero presenta alefriz en bisel y el segundo, posiblemente parte de la roda o el codaste, presenta alefriz con encaje. (Joncheray, Joncheray 1997: 168-169).

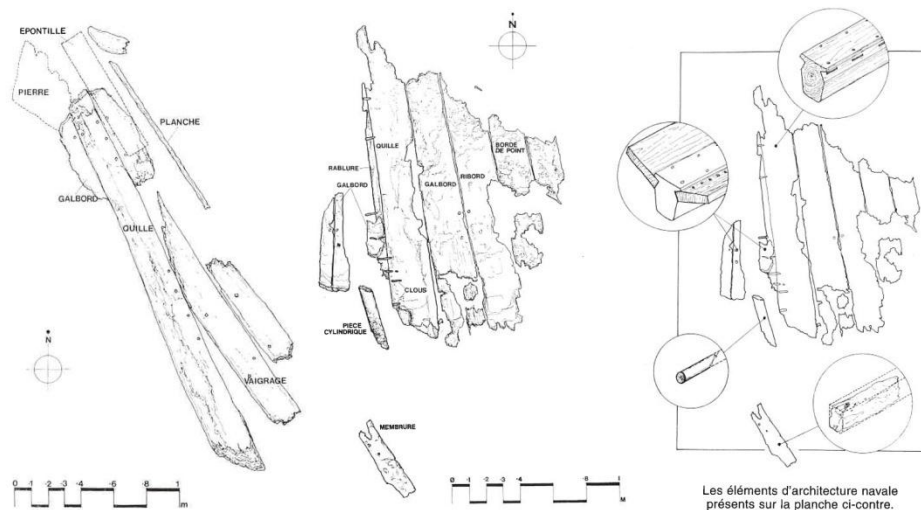


Fig. 300.- Plantas de los dos conjuntos de arquitectura naval donde se conserva parte de la quilla y las tracas de aparadura. (Joncheray, Joncheray: 185-187).

Las tracas de forro (*Pinus sylvestris*) tienen una potencia considerable con un espesor de 5 cm, con anchuras variables que pueden llegar a los 30 cm. Hay hasta cuatro uniones en rayo simple en bisel para dos tramos de una misma traca. Hay presencia de dos cintas de carena con espesores respectivamente de 10 y 16 cm teniendo la segunda 42 cm de anchura. Por lo que hace referencia a las espigas (*Quercus ilex*) la publicación señala que solo una fue medida (14 x 9 x 0,6 cm) y que sus ejes longitudinales están equidistantes unos de otros 18 cm. Las clavijas se realizaron en *Fraxinus sp.*

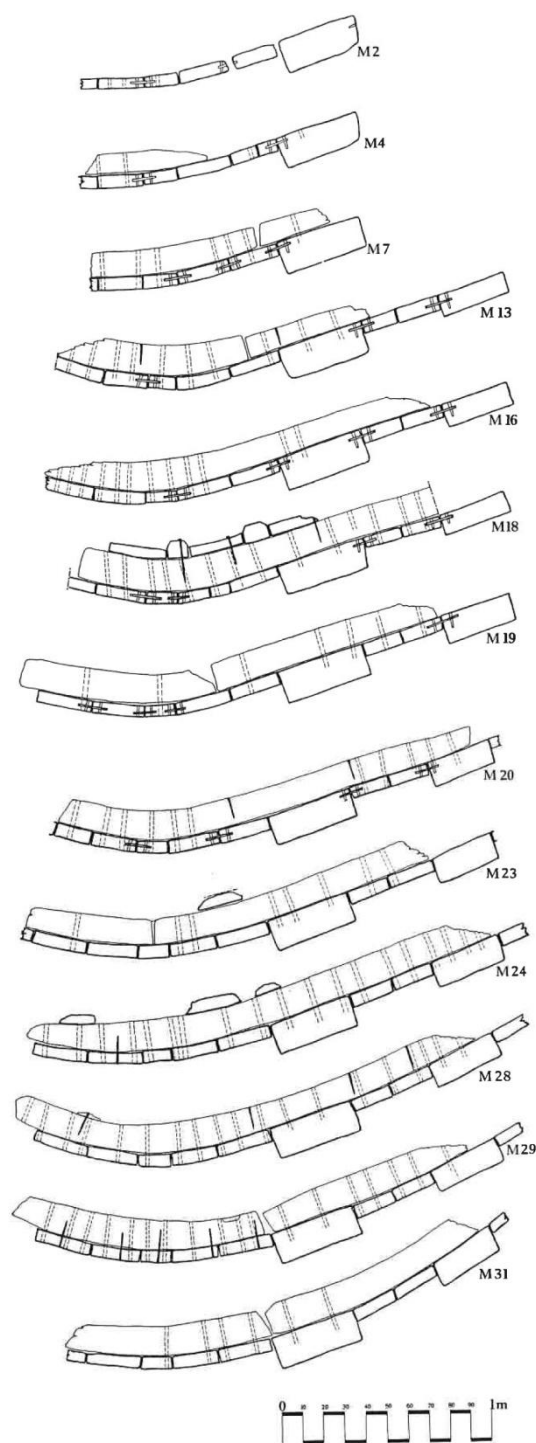


Fig. 301.- Secciones transversales de la porción del casco del *Dramont I*, donde se distingue la evolución del pantoque, así como el espesor de las dos cintas de carena (Joncheray, Joncheray 1997: 181).

La carpintería transversal está compuesta por cuadernas de hasta 17 cm de altura y 10 cm de anchura media, con una *malla* de separación de 15 cm. El tramo de cuaderna mejor conservado llega a los 2 m de longitud. La revisión de la planimetría y la comparación con la del pecio de la *Albufereta I* nos lleva a asegurar que la alternancia que se observa entre cuadernas de una sola pieza y de dos piezas, está motivado casi con completa seguridad por una alternancia de varengas y semicuaternas a la altura de la

quilla (zona no conservada) cuyas prolongaciones son las que se han preservado en el *Dramont I*. La altura de la carpintería transversal aumenta ligeramente en sentido Suroeste, dato que apoyaría la interpretación anterior. Los excavadores señalan que entre la M14 y la M15, sin numerar, existe un tramo de cuaderna que podría tratarse de un refuerzo¹⁹⁵. La fijación de esta carpintería con el casco es mediante cabillas en encina (*Quercus ilex*) y si bien se menciona (Joncheray, Joncheray 1997: 184) la utilización de clavos colocados desde el exterior del casco (entendemos a punta perdida), es una información no reflejada en las secciones realizadas (Joncheray, Joncheray 1997: 181) salvo en el caso de la M29 (Fig. 301). Llama la atención cómo hay mayor densidad de cabillas en el tramo de las cuadernas que presentan una mayor curvatura, algo relacionado seguramente con el pantoque y los esfuerzos que sufre esta zona, como puede observarse en la sección de la M16 (Joncheray, Joncheray 1997: 181). En el caso de las cabillas de fijación que coinciden con dos cintas de carena (*Larix europaea*), no se practicó una perforación completa de estas tablas.

Sobre la carpintería transversal quedan restos de palmejares y vagras (*Pinus sylvestris*) clavadas someramente a las cuadernas. Las más anchas con 5 cm de espesor contrastan con las más estrechas de 8 a 10 cm de espesor y con los cantos biselados.

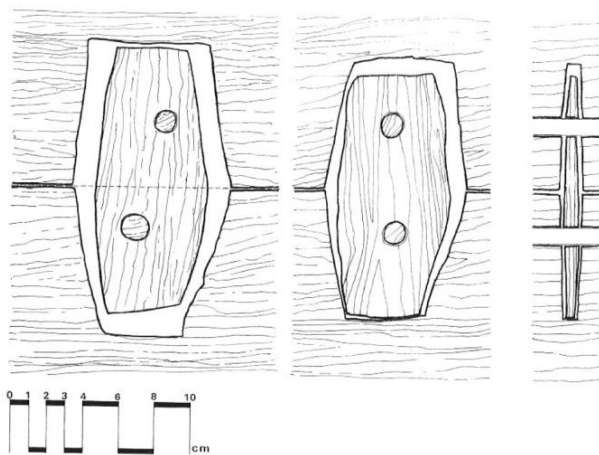


Fig. 302.- Dos dibujos de las mortajas, las espigas y las clavijas. Por el dibujo de sección las clavijas parecen cilíndricas, algo poco probable. (Joncheray, Joncheray 1997: 190).

¹⁹⁵ La falta de una planimetría de detalle no permite conocer, a través de cabillas y/o clavos, cuál puede ser el recorrido real de esta pieza, o si por el contrario tiene relación con la M15.

11.14. OUEST GIRAGLIA 2

El pecio de *Ouest Giraglia 2* se encuentra naufragado a 35 m de profundidad, próximo a la isla que le da nombre en Cabo Corso (Córcega). Transportaba vino envasado en *dolia* junto con ánforas Dr. 2-4 del s. I y una porción importante del casco de la nave se conservaba bajo la arena. Ha sido objeto de excavación arqueológica durante los años 2010, 2011 y 2012 por el DRASSM bajo la dirección de Cibecchini, por lo que los datos que hacen referencia al cargamento son aún preliminares. El estudio de arquitectura naval ha sido responsabilidad de Marlier y nuestro, junto con un amplio equipo de especialistas.



Fig. 303.- Vista del casco del *Ouest Giraglia 2* al final del estudio de arquitectura naval de la campaña 2010 (Foto: Autor).

La justificación científica de la intervención se basaba en que el pecio de la *Giraglia 2* podría ayudar a una mejor comprensión del sistema de comercio marítimo del vino envasado a granel, fundamentalmente durante el s. I. Una de las hipótesis de trabajo con la que se iniciaron las investigaciones en el yacimiento era que los contenedores fijos (*dolia*) y el sistema de comercio marítimo¹⁹⁶ del vino envasado a granel, podría llevar asociada la construcción de barcos con una arquitectura naval diseñada específicamente para este tipo de transporte, lo que abriría la puerta a la posible existencia de un *sistema/firma arquitectural*, no valorada hasta la actualidad.

¹⁹⁶ Comercio directo desde los centros productores del vino, hasta los puertos de estocaje y redistribución.

La reflexión sobre la posible existencia de una construcción naval enfocada a un cargamento concreto y muy diferente del habitual, aunque no vaya acompañada de datos numéricos, es de fácil justificación: la *ratio* entre el peso del contenedor y volumen contenido para un m³ de bodega, es más que favorable a una estiba con *dolia*, que no a una con ánforas, pero de la misma manera, el peso total del conjunto (contenedores mas volumen contenido para un m³) no se reparte de igual forma por el casco, entre los cientos de pivotes de las ánforas, que como si de una retícula se tratase distribuyen las fuerzas homogéneamente, que con las *dolia*, que concentran todo su peso en puntos muy concretos (p.e. 11 en el *Grand Ribaud D*) de la zona central del casco (Fig. 304). Si a este razonamiento le unimos el argumento de que los barcos con *dolia* deberían navegar hasta los mismos centros productores de vino, entrando en espacios náuticos fluvio-marítimos o lagunares, cruzando por ello lenguas de arena costeras de desembocaduras, restingas y albuferas, su arquitectura naval debería estar adaptada a las necesidades del modelo de comercio.

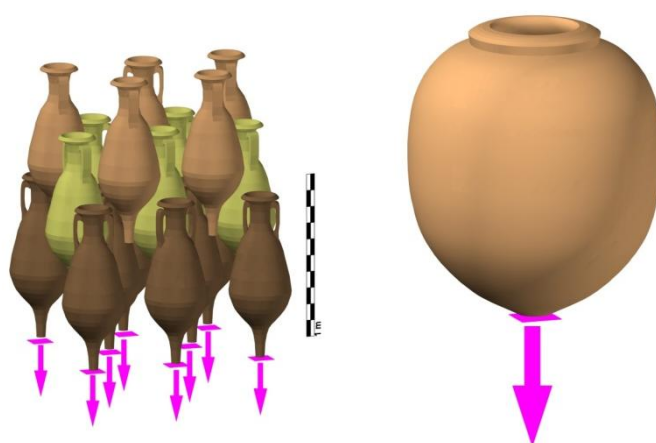


Fig. 304.- Esquematzación de como se distribuye el peso de la carga sobre el casco cuando se trata de ánforas o *dolia*. El cargamento de ánforas, en este caso Dr. 7-11, para un volumen métrico semejante, tenemos un peso de aproximadamente 1200 Kg que se reparte mediante 8 puntales en 2,25 m², a diferencia del peso aproximado del *dolium* de 2000 Kg que se apoya únicamente en un cuadro de 25 cm de lado (0,0625 m²).

Por lo que hace referencia a los trabajos de excavación, documentación y estudio del *Giraglia 2*, se desarrollaron de acuerdo a la metodología (Pomey, Rieth 2005). En el año 2011 se excavó la zona central del casco de la nave, en la que la presencia de un *dolium* había impedido la documentación en la campaña anterior (Fig. 303), al igual que sucedió en la zona Norte de éste, que fue excavada y estudiada *in situ*. También se serró y recuperó a superficie parte de una sección transversal del casco a la altura de la cuaderna M109, para completar el estudio de arquitectura naval, resolviendo lagunas imposibles de aclarar sin esta acción. Gracias a la realización de una reproducción experimental de esta porción de casco, se ha obtenido una mejor comprensión de la arquitectura naval del *Giraglia 2* (Vid. *infra* p. 530). El pecio, aun encontrándose a una profundidad asequible (-35 m) y en unas aguas de excelente visibilidad, no permite inmersiones prolongadas. Su ubicación en una isla mediterránea y en una zona geográfica de complejo clima marítimo, lleva a considerar al pecio como de difícil acceso, por lo que cada paso en su documentación y estudio requirió de números esfuerzos. Estos condicionantes a los que nos hemos referido, motivaron que en la campaña 2010, tras el marcaje e identificación de todos los elementos estructurales conservados del naufragio, la toma de medidas y el dibujo de unas secciones, la

documentación del casco se basase en fotogrametría¹⁹⁷. El fragmento de casco conservado de la nave se corresponde con la parte central del navío, con unas dimensiones *in situ* de 7,10 m de largo y aproximadamente 3 m de ancho, donde se conservan: quilla, 5 hiladas de tracas de forro al Este de ella y 9 al Oeste, con subdivisiones empalmadas o unidas por rayos a bisel simple; 28 piezas de la carpintería transversal en diverso estado de conservación, donde se suceden sin ritmo, varengas, semicuadernas y cuatro genoles (Fig. 308).

La quilla es la pieza que mayor longitud ha conservado¹⁹⁸ en el pecio con 7,10 m. Presenta para la unión con las tracas de aparadura (por espigas y mortajas), un alefriz en bisel simple en el canto superior de sus caras laterales que en el tramo central del casco es tan suave (casi 180 ° con la horizontal) que se hace imperceptible a la vista. Tiene una anchura de en torno a los 6,5-7 cm. Este alefriz evoluciona en dirección distal, desde un ángulo 88°/102° con la horizontal en la zona central del casco, hasta prácticamente 60°/120° en su extremo Sur, sin que su anchura varíe (Fig. 314). Se pasa pues de unas líneas de agua muy planas y con la quilla muy poco prominente en la zona que se podría corresponder con la manga máxima, a otras algo más angulosas, según nos aproximamos al inicio del codaste¹⁹⁹. Las mortajas se practicaron, desde una vista cenital, a tresbolillo entre las dos caras laterales a lo largo de toda la quilla. El orden y equidistancia de éstas evoluciona a lo largo del alefriz entre la zona central del casco y el extremo distal, ya que su colocación es *alternante* en la zona centro (Fig. 305), pasando a ser *alineada* en el extremo (Fig. 306). En la zona central, las dimensiones medias de las mortajas en la quilla son de 8,5 cm de ancho, 9 cm de profundidad y tienen entre 1 cm y 0,9 cm de grosor con una equidistancia en el fragmento observado de 5 cm. Las espigas tienen los bordes de sus lados estrechos trabajados en bisel y en algunos casos acoplan perfectamente en la mortaja y en otros tienen un poco de juego lateral.

¹⁹⁷ Metodología desarrollada por nosotros y que ha sido considerada válida a pesar de una serie de hándicaps. Al contar con la información métrica tomada *in situ* en el yacimiento (cotas acumuladas), así como secciones transversales y longitudinales, fue posible finalizar una planimetría de detalle.

¹⁹⁸ Sin contar un fragmento de 30 cm extraído a superficie (Fig. 306) en una verificación realizada por Sciallano y Minvielle (Inédita 2009, archivo DRASSM) y que se corresponde con el extremo distal más a popa del pecio.

¹⁹⁹ La orientación del casco de la nave se explica más adelante.



Fig. 305.- Vista de la cara lateral Este de la quilla (tramo central) extraída a superficie, donde se puede observar el alefriz. Se evitó realizar las mortajas en la misma veta de la madera, quedando por ello de manera *alternante*, prácticamente separadas por una línea imaginaria que toca el lado inferior de una y el superior de la siguiente. (Foto: Autor).

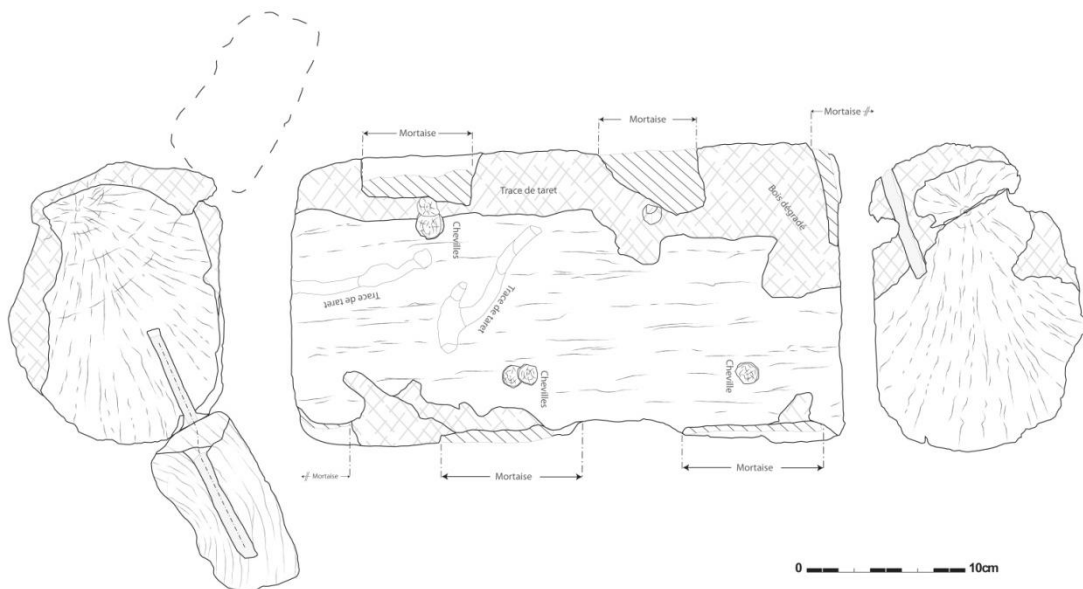


Fig. 306.- Sección de la quilla más ancha que alta y de la traca de apareadura B1₀. Obsérvese en la cara superior la disposición a tresbolillo de las mortajas. (Dibujo: Poveda, CCJ-CNRS Aix-en-Provence).

Las clavijas de fijación en el tramo central de la quilla se colocaron oblicuamente, parece que desde el interior del casco hacia el exterior, si bien no se ha

podido precisar más que los diámetros de las clavijas en la cara superior de la quilla, que rondan los 10 mm. De la misma manera, se pudo observar en la sección de casco extraída a superficie que las clavijas en la quilla son algo cónicas, pero es un dato que no se ha confirmado con completa seguridad. En la zona distal (Fig. 306), en cada cara lateral de la quilla, las mortajas se han practicado rítmicamente a tresbolillo con una equidistancia entre 6,3-6,5 cm. Las medidas de las mortajas prácticamente iguales a las de las espigas son: 7,5 cm de anchura media, de 6,8 a 7,8 de profundidad y de 0,9 a 1,1 cm de grosor²⁰⁰. En el fragmento distal de quilla recuperado a superficie en el año 2009 (Fig. 306) se procedió al vaciado mecánico de dos mortajas, observándose en un caso que ésta tiene una forma trapezoidal, con los ángulos más profundos bien definidos y no redondeados (Fig. 310-1). Solo se pudo medir una semi-espiga con una profundidad levemente inferior a la de la mortaja, con 6,8 cm.

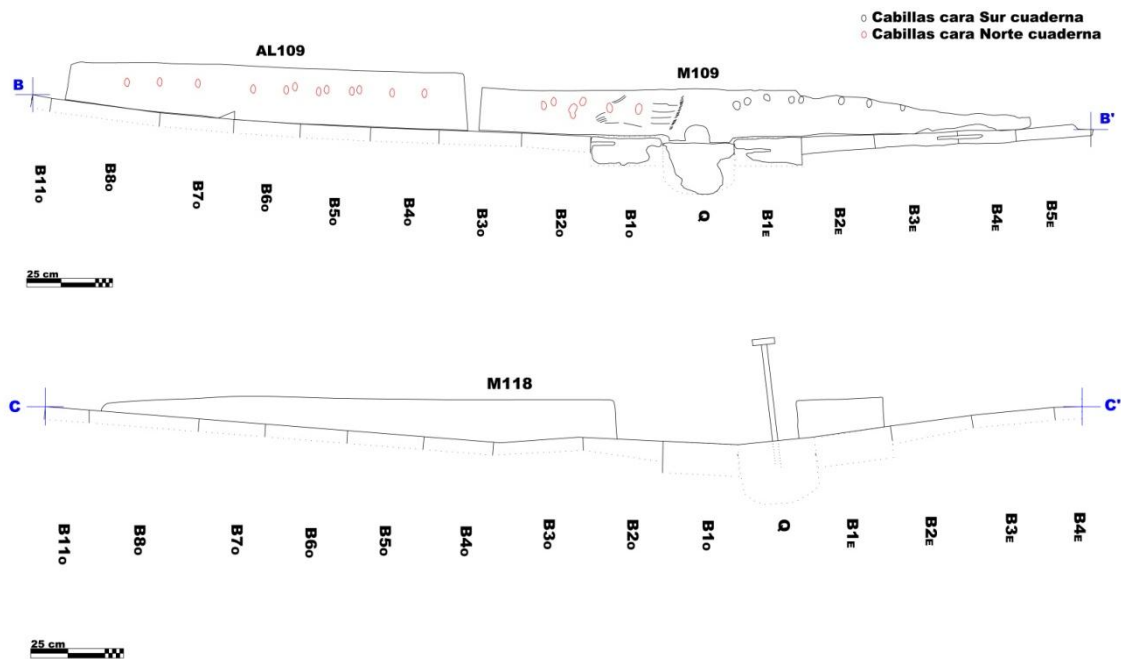


Fig. 307.- Secciones transversales a la altura de la M109 y la M118. En la primera se observa una curiosa diferencia de altura entre la varenga asimétrica (M109) y su genol (AL109). En esta última se observa la diferencia de altura entre el cierre de la Perno y la cuaderna, que sugiere la presencia de una carlinga o sobrequilla. (Dibujo: Autor).

²⁰⁰ Marlier estableció una *ratio* de la densidad de la presencia de mortajas basada en la equidistancia entre éstas (6,3/6,5 cm) y su anchura media (7,5 cm), con el resultado de un coeficiente de 0,85 para la unión de la quilla y la traca de aparadura, en la zona distal del casco.

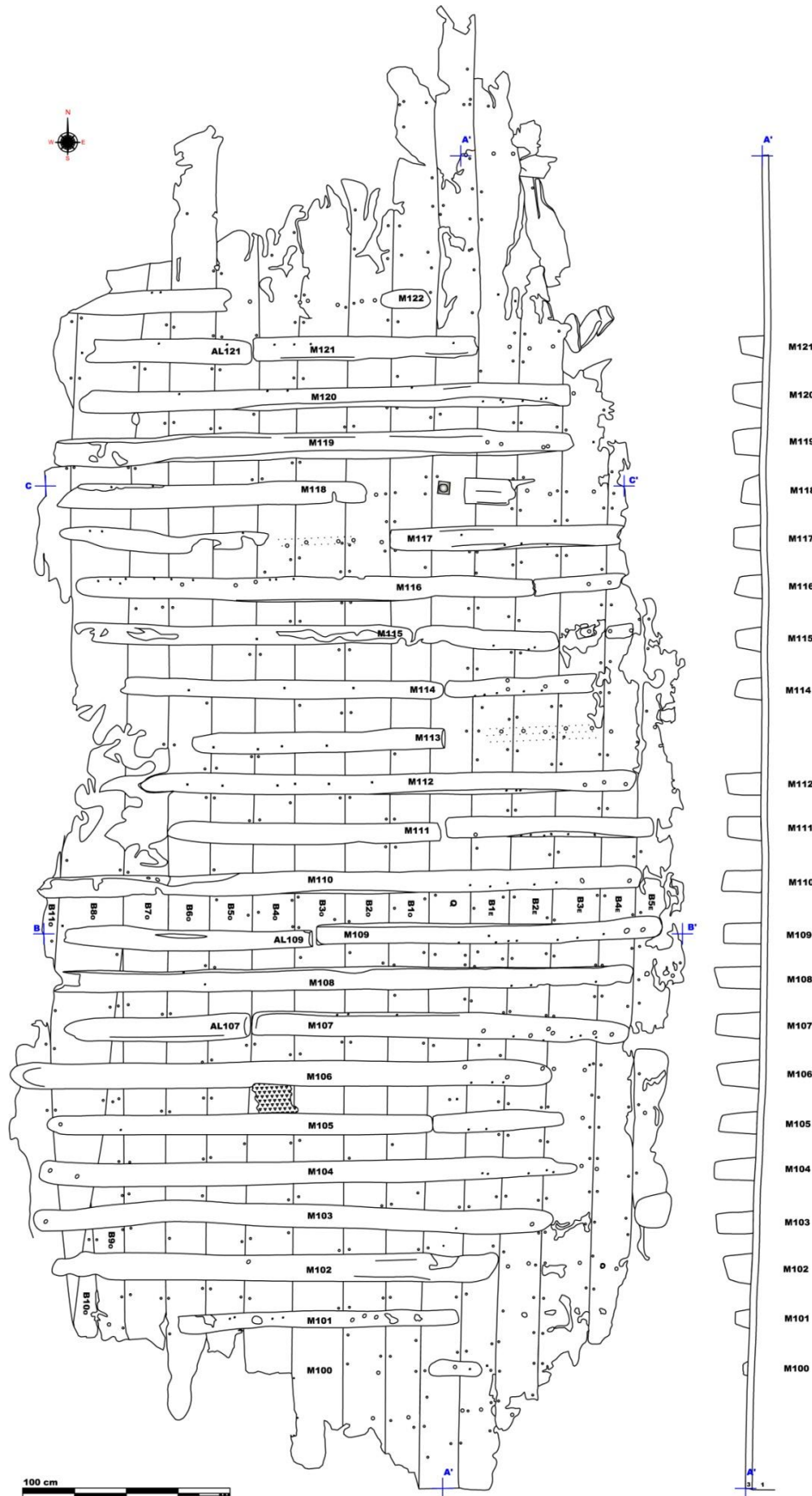


Fig. 308.- Planimetría del *Ovest Giraglia 2* al final de la campaña de 2011 junto con sección longitudinal asociada (Dibujo: Autor).



Fig. 309.- Vista del corte sur de unión entre la quilla y la traca de aparadura B1E. Hay una aparente inexistencia de alefriz, pero podría tratarse de un ángulo tan suave que es de difícil observación. La espiga en la mortaja de la quilla tiene una forma angulosa en su extremo distal que denota su acabado simétrico en bisel. Ambas caras superiores están erosionadas por la acción marina. Solo bajo la cuaderna se apreciará una diferencia de altura entre estas dos piezas. (Foto: Autor).

Las clavijas de fijación son troncocónicas de diámetros comprendidos entre los 0,9 y los 1,5 cm y están separadas en entre ellas de 13,9 a 14,5 cm para cada unión de la quilla con la traca de aparadura y están situadas cenitalmente en torno a 1,5 cm del borde del alefriz. Una de ellas, que pudo ser bien observada tras el vaciado mecánico de parte de la madera, no presentaba en su factura marcas de cuchilla teniendo forma de fabricación a torno, a diferencia de otra troncocónica facetada fabricada posiblemente a cepillo carpintero, cuchilla o pequeña azuela, que estaba colocada desde el exterior del casco y que o bien mejoraba la unión o bien era redundante (Fig. 310-2 y Fig. 311). Salvo esta excepción, las clavijas no atraviesan de lado a lado la quilla por lo que en este tramo distal, fueron colocadas por el interior del casco en la fase de construcción. En un caso, una de ellas tapaba una perforación errónea que no llegaba a atravesar la espiga (Fig. 310-3).

En el estudio *in situ* del eje axial de *Giraglia 2* en el año 2010 se pudo observar que la quilla estaba en un plano inferior al de las tracas de aparadura a lo largo de todo el casco, algo que quedó reflejado en una las secciones transversales dibujadas (M109), pero la erosión de las caras superiores de estas piezas es de tal calibre que era difícil apreciar sus formas con corrección (Fig. 315), al igual que la escasa distancia entre las cuadernas en este sector no permitía una correcta observación, como más tarde se pudo comprobar (Fig. 312). En la zona distal esta diferencia de altura también se pudo apreciar (Fig. 314). En la sección de casco extraída a superficie en la campaña 2011 se pudo clarificar como bajo la cuaderna M109 las erosiones de las caras superiores de la quilla y las tracas de aparadura eran de menor calibre, constatándose que estas últimas estaban en torno a 1,5 cm por encima del plano de la quilla, creándose una especie de

canal de sentina tal y como se había documentado en *Ladispoli* (Carre1993: 14, fig. 5), sin otro paralelo conocido en la actualidad salvo en las particulares naves de *Nemi*. Su interpretación, evolución de la arquitectura del eje axial con tracas de aparadura “retorcidas” (*retour de galbord*) la relacionamos más con el acople y refuerzo de la carpintería transversal que no con facilitar el tránsito de agua. Tras la remoción a superficie de la porción transversal del casco, se pudo observar la referida posición de la quilla en la clara o espacio entre cuadernas comprendido entre la M109 (ya retirada) y la M110 (Fig. 313)



Fig. 310.- Vista cenital de uno de los dos fragmentos de la quilla (zona distal sur-popa) (cara lateral oeste arriba). 1.- Forma trapezoidal de las mortajas con los ángulos internos bien definidos. 2.- Clavija de corrección o redundante. 3.- Mortaja a la que una segunda clavija no llega a perforar (*comparar con Fig. 306; clavijas superior izquierda de la quilla*). (Foto: Seguin).



Fig. 311.- Vista de la cara lateral Oeste donde tras el vaciado mecánico se observa la factura de las dos clavijas. La insertada (flecha) desde el exterior del casco, facetada, está fabricada a cepillo carpintero. En la introducida desde el interior del casco y que no atraviesa completamente la quilla no se distinguían tales marcas (Foto: Seguin).



Fig. 312.- Vista de la B10, la quilla y la cuaderna M109 remontadas artesanalmente en superficie. Obsérvese como hay fuertes erosiones en las caras superiores y laterales de B10 y la quilla, al igual que en la cara inferior de la M109. (Foto: Autor)



Fig. 313.- Vista del corte Norte tras la extracción de la porción de casco a superficie. Se puede observar la forma de la quilla, las tracas de aparadura y la cuaderna M110, a pesar de las afecciones. La cuaderna presenta un tacón central donde se ha practicado un imbornal y las tracas de aparadura con sus cantos superiores en contacto con la quilla, algo biselados, están en un plano superior, creándose una especie de canal. (Foto: Seguin).

Como última observación sobre la quilla, aportamos el apunte de que en el corte en la zona distal sur realizado en el año 2009, apareció un clavo de modestas dimensiones clavado justo en el alefriz²⁰¹ con anterioridad a la unión con la traca de aparadura (Fig. 314), sin una finalidad arquitectónica aparente. Al ser coincidente el límite interior de la cabeza del clavo con el de la traca de aparadura, planteamos como hipótesis de trabajo que podría estar en relación con la fase de marcaje y construcción de la *carena* del barco y/o la colocación de hilos guía, plomadas, etc.

La especie elegida para la fabricación de la quilla es la encina²⁰², fagácea con las densidades más altas conocidas (robusta y menos flexible) y de propiedades mecánicas

²⁰¹ El pecio de *Rabiou*, datado entre el fin del s. I a.C. y el I d.C., presenta un clavo semejante en la cara lateral de la quilla sin que se le haya dado una explicación aparente. (Joncheray 2009: 71).

²⁰² El trabajo de identificación de las especies vegetales del pecio ha sido realizado por Greck.

elevadas, pero poco habitual en la construcción de la carpintería longitudinal antigua, con un solo paralelo conocido²⁰³ en el pecio *Dramont C* (Guibal, Pomey 2002: 95).

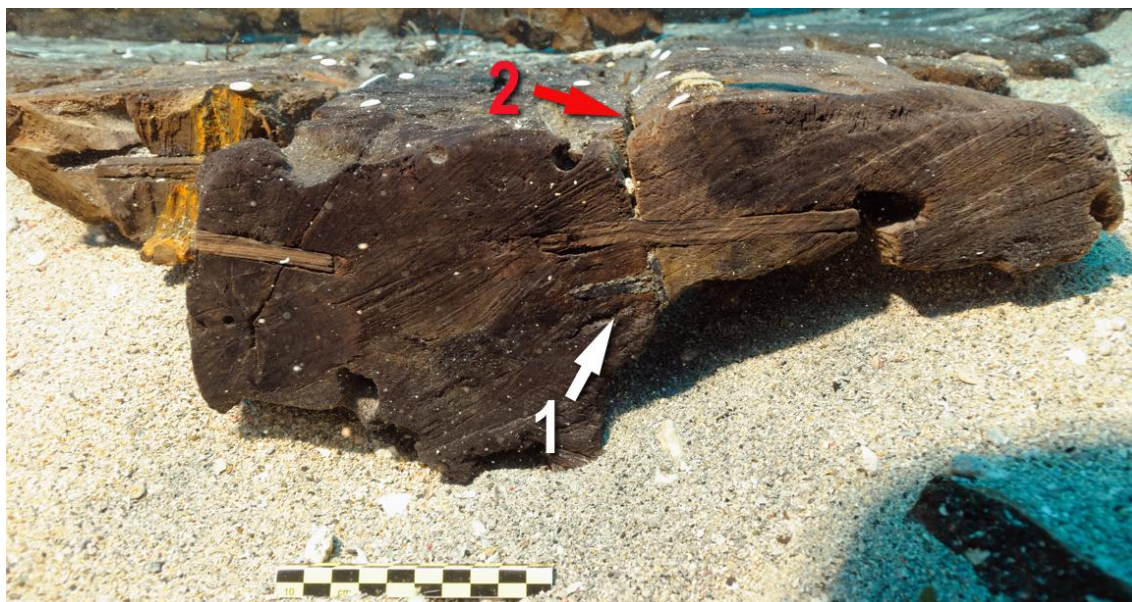


Fig. 314.- Vista del corte/sección en la zona distal sur de la quilla, donde se observa el clavo colocado en el alefriz de la quilla (1) y como la traca de aparadura se sitúa en un plano superior al de la quilla apreciable por el bisel de su esquina superior izquierda (2). La deformación de la espiga derecha denota que la traca de aparadura se encuentra en un ángulo inferior al original. (Foto: Seguin).

Por otra parte, el *Quercus ilex*, con una altura media que se encuentra entre los 12 y los 15 m (Rival 1991: 84), no tiene un tronco completamente aprovechable para la fabricación de una quilla, lo que condiciona *a priori* la eslora máxima que podría alcanzar la nave de la *Giraglia 2*. A pesar de no contar con datos numéricos, podríamos afirmar que debería estar acorde con los valores expresados para otros pecios con *dolia* como *Giraglia 1*, *Grand Ribaud D* y *Ladispoli* (Marlier 2008: 158). Aun desconociendo los rayos de unión de la quilla con la roda y el codaste, así como el tamaño y orientación de éstos, la eslora no debería sobrepasar los 20 m.

²⁰³ El proyecto de “Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée” de Pomey y Guibal sí que ha constatado la utilización de otras fagáceas como el *Quercus* sp. y *Ulmus campestris* (Madrague de Giens, Pointe de Pomègues, Laurons 1 y 2), *Castanea sativa* (Tradelière), *Juglans* sp. (Dramont A), *Carpinus* sp. (Chrétienne C) y *Fagus silvatica* (Chrétienne A). *Quercus ilex* aparecería pues en *Dramont C* y en *Tour Fondue* (s. III a.C.) donde una porción de la quilla era de encina.

La morfología de la quilla también es poco frecuente en la arquitectura naval antigua, porque tanto en su tramo central (anchura 20,5 cm y altura 15 cm) como en los extremos distales (anchura 18 cm y altura 14 cm) es más ancha que alta, si bien al final del tramo conservado al sur del yacimiento tiene forma algo poligonal y achatada que recuerda a la que presenta igualmente en su extremo distal el pecio de *Ladispoli* (Carre1993: 14, fig. 5). En su tramo central, la quilla de *Giraglia 2*, muy rectangular, se asemeja en su forma a las de, por ejemplo, el pecio de *Cap del Vol* (Nieto, Foerster 1980: 171) o *Perduto 1* (Foerster 1988: 179), si bien como hemos señalado, esta morfología es menos frecuente en la construcción naval antigua (Gianfrotta, Pomey 1981: 237), pero no excepcional.

Las tracas de aparadura tienen una morfología algo particular, que evoluciona a lo largo del casco a juzgar por las muestras extraídas a superficie desde la zona central hacia la distal, sin que tengamos datos para analizar esta evolución. Éstas son a la altura de la cuaderna M109 completamente rectangulares con aproximadamente 20 cm de anchura y 8,5 cm de grosor y tienen los ángulos bien definidos, salvo el canto superior de cada tabla coincidente con la quilla que parecen levemente redondeados o biselados (Fig. 313). Por otra parte, en la zona distal de la quilla (Fig. 314) tienen una sección algo poligonal con una anchura de 18,8 cm y un grosor máximo de 7 cm. En ambas zonas se distingue que hay una diferencia de altura entre la quilla y las tracas de aparadura. En la zona distal con vista en sección, se puede observar que las tracas de aparadura presentan un pequeño resalte biselado en los cantos superiores adyacentes a la quilla, de ángulo más suave que en la zona central.

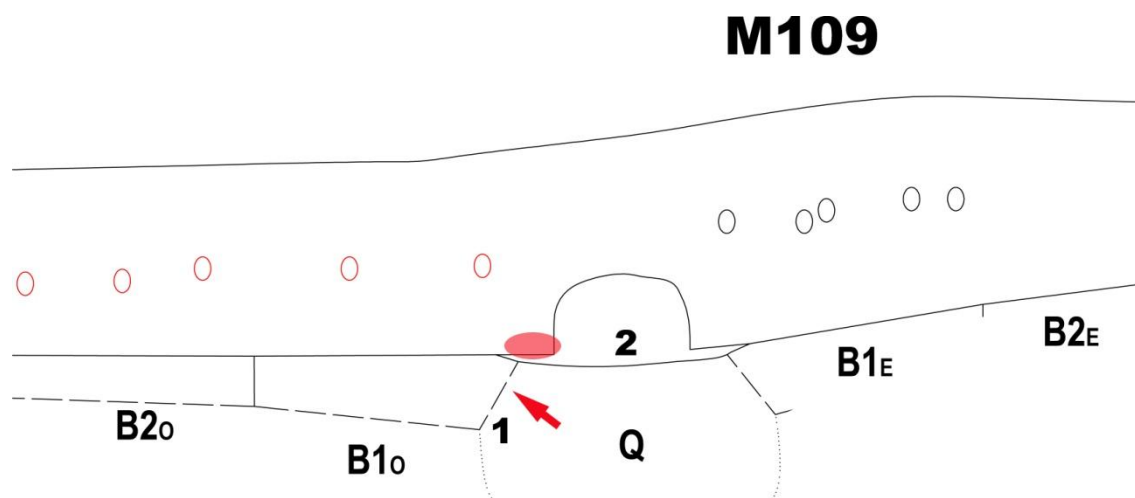


Fig. 315.- Parte de la sección transversal a la altura de la cuaderna M109 (cara Sur) realizada en 2010, donde se reflejan algunas incorrecciones mencionadas en el texto. Por una parte no se reflejó correctamente la forma del tacón interior de la cuaderna (señalado en elipse), y la translación de las formas de la quilla, alefrices (flecha roja) y tracas de aparadura (1) desde la zona distal a la central fue completamente errónea. Por otra parte (2) se reflejó bien la diferencia de cota entre la quilla y las tracas de aparadura adyacentes, así como el ángulo de salida de estas tablas (5°).

Por lo que hace referencia a las líneas que dibuja el casco, parece que las tracas de aparadura forman un ángulo de 0°/180° con la quilla, quizás en parte por las deformaciones sufridas por el casco (Fig. 314) que ha tendido a aplanarse. En la sección tomada en 2010, a pesar de algunas incorrecciones posteriormente corregidas (Fig. 315), se plasmó muy bien un ligero ángulo de 5° con la horizontal. En la zona distal, las

mediciones realizadas en 2009 en la muestra extraída a superficie dieron como resultado un ángulo de 18° entre la cara superior de la quilla (la horizontal) y la traca de aparadura.



Fig. 316.- Repartición de las especies vegetales en el casco del *Giraglia 2*. Obsérvese la homogeneidad de la carpintería axial y transversal con especies de gran dureza (roble, encina y olmo) (Dibujo: Greck).

Por lo que hace referencia a la disposición de las mortajas en las tracas de aparadura para la unión con las segundas tracas (B2_E y B2_O), éstas tienen una disposición alineada a 2 cm del canto superior y con medias de 7,5 cm de anchura, 7 de profundidad y 0,9 cm de grosor y con una equidistancia de 5 cm en la porción de casco sacada a superficie, lo que denota una fuerte densidad. Las clavijas de perfil troncocónico tienen unos diámetros máximos de 1,3 cm y mínimo de 0,8/0,9 cm y su colocación fue realizada tanto desde el interior como desde el exterior del casco, algo que está en relación con el *proceso de construcción* como más adelante explicaremos.

A las tracas de aparadura llegan también las cabillas de fijación de las cuadernas al parecer atravesándolas desde la cara superior a la inferior como se observó en el casco de la M109. Da por ello la impresión, por las mediciones realizadas de los diámetros tanto en la cara superior como en la inferior de las tracas de aparadura, que estas cabillas tienen un perfil ligeramente cónico, habiendo sido introducidas desde el

exterior del casco. En la sección extraída a superficie se observó que en las tracas de aparadura se habían colocado desde el exterior del casco clavos de hierro a punta perdida de sección cuadrada de 8 mm de lado, para fijar la cuaderna M109. Eran de cabeza redondeada de 2 cm de diámetro, quizás de forma troncopiramidal, si bien la concreción férrica no permitía una correcta visualización (uno en la B1_O y dos en la B1_E).

La especie vegetal elegida para las tracas de aparadura (*Quercus*) es poco común, sin paralelos documentados (Guibal, Pomey 2002: 95-96); tan solo disponemos del ejemplo de los pecios de *Giraglia 1*, *Fiumicino 1* y *County Hall* (Scialliano, Marlier 2008: 144) para señalar que existen otros casos de barcos con tracas de forro en roble, siendo únicamente el pecio naufragado en el Támesis, el *County Hall*, ejemplo de una construcción naval completa en *Quercus*²⁰⁴. Desde nuestro punto de vista, las especies vegetales elegidas para la quilla (*Quercus ilex*) y las tracas de aparadura (*Quercus*) del *Giraglia 2*, crean de por sí una *carena* algo particular que no podemos poner en relación con otro pecio por el momento.

Por lo que hace referencia a las **segundas tracas** de aparadura, éstas tienen a la altura de la M109 una sección levemente poligonal, puesto que la cara lateral del canto en contacto con la traca de aparadura tiene 4,9 cm de anchura, pasando a 3,9 cm en la cara lateral de contacto con la tercera traca del casco; su papel es claramente de transición. El único caso de una mortaja completa que pudo ser medida en esta tabla tiene unas dimensiones de 7,5 cm de anchura, 0,9 de grosor y una profundidad de 6 cm. La equidistancia entre las mortajas ha aumentado a 9,5 cm en la cara de contacto con B3_E, a diferencia de los 5 cm medidos en la cara de unión con B1_E. Esta equidistancia de 9,5 cm no es valor extrapolable al resto del casco, ya que las mediciones de la equidistancia de las mortajas en la cara E de la referida tabla en otras zonas del casco son de 7,5 cm (con 8,5 cm de anchura y 0,8 cm de grosor). Las clavijas de fijación son troncocónicas colocadas en la B3_E (en la porción sacada a superficie), desde el exterior del casco, con diámetros máximos de 1,4 y 1,2 cm y mínimos de 0,8 y 0,9 cm.

Para estas tablas se han abandonado las fagáceas para utilizar una especie resinosa muy común como es el *Pinus halepensis/brutia* tanto para la segunda traca como para las restantes en el costado Este (estribor) del *Giraglia 2*.

²⁰⁴ ¿Podría estar en relación la elección de esta especie vegetal con una forma de construir los barcos en astilleros de tradición fluvial? Theophrasto en *Historia Plantarum* V, 4, 3, señala que el roble es una buena madera para la construcción naval en espacios fluviales y lagunares por sus cualidades contra la putrefacción.

En referencia al conjunto de **tracas de forro**, como se ha señalado con anterioridad, se conservan 5 hiladas en el costado este y 9 en el oeste. La hilada 8ª está compuesta por las tracas B8_O, B9_O y B10_O, que presentan subdivisiones unidas por rayos en bisel simple. Las tracas están unidas a tope y son completamente rectangulares en su sección. No se observa a partir de la sección extraída ninguna diferencia significativa en el espesor de estas tablas ni en la forma de la cara externa de éstas²⁰⁵. Las anchuras que presentan las tracas son variadas, entre 15,5 cm (B4_E) y 37 cm (B8_O) con un espesor medio de 3,8 cm en la zona central del casco, si bien se realizaron otras mediciones *in situ* en el pecio con resultados de 3,3 cm. Las equidistancias entre las mortajas/espigas, colocadas básicamente a tresbolillo a cada lado de la traca (desde una visión cenital), son bastante semejantes, por lo que se deduce de la posición de las clavijas, separadas linealmente en torno a los 15 cm, sin que este valor sea preciso, ni constante. Una mortaja medida en la traca B9_O, a la altura de la M109, tiene 8,7 cm de anchura y un grosor de 0,7 cm. Las de las tracas B3_E y B4_E a la misma altura, tienen 8,5 cm de anchura y un grosor de 0,8 cm con una equidistancia de 7,5 cm, fijadas por clavijas que en el cara interna del casco tienen 1,2 cm y en la exterior 1,4 cm. Por lo que hace referencia a la colocación de las clavijas, hay demasiados casos en los que faltan al menos una de ellas para la fijación de la espiga. En las zonas del casco en las que no se observa presencia alguna de clavijas, está motivado con gran probabilidad a que estarán situadas bajo las cuadernas (Fig. 308). La interpretación que hacemos a esta la falta de clavijas está en relación con errores de factura de los carpinteros navales ya que también hay casos en los que hay dos clavijas redundantes. ¿Puede estar este hecho en relación con una realización muy rápida de la nave?

La **carpintería transversal** estaba compuesta por 28 piezas de sección básicamente rectangular-trapezoidal²⁰⁶ (Fig. 308-sección longitudinal), donde muchas de ellas estaban en mal estado de conservación por la acción del *Teredo navalis* (Fig. 317 y Fig. 318), quedando de otras solo parte de las cabillas e improntas en el casco. Si bien se identificaron tres semicudernas, la carpintería transversal no presenta una alternancia clásica, sino que hay una sucesión muy generalizada de varengas planas, con 18 unidades identificadas²⁰⁷. Por lo que concierne a las semicudernas documentadas, la M105 tiene los dos arranques de éstas a la altura de la quilla en contacto directo entre sí a diferencia de la semicuderna M111, donde existe una leve separación de 3 cm aproximadamente. Los cuatro genoles documentados se sitúan en el costado Oeste del

²⁰⁵ Realizamos esta observación en función de lo documentado en el *Chrétienne A* (cfr. Pomey, Guibal 1997: 103).

²⁰⁶ Con el lado más estrecho coincidente con la cara superior.

²⁰⁷ Varengas: M101, M102, M103, M104, M106, M107, M108, M109, M110, M112, M114, M115, M116, M117, M118, M119, M120, M121 ; Semicudernas : M105, M111, M113 ; Genoles :AL107, AL109, AL117, AL121 ; Sin identificar : 2 casos.

casco y su colocación, al igual que la de sus varengas (descentradas o asimétricas), no parecen seguir ningún patrón claro, si bien la situación del AL107 y 121, que tienen su arranque en la B5_O, nos lleva a pensar que existirían posiblemente otros genoles (imposibles de documentar en el pecio en el costado Este), en las inmediaciones de la traca B5_E. Seguramente, la disponibilidad de madera con las longitudes máximas que podían alcanzar estas piezas monóxilas han condicionado la disposición final de la carpintería transversal. Otra interpretación es que el *proceso de construcción* de este barco, con *cuadernas activas*, como más adelante explicaremos, pueda tener relación con la situación de los genoles. Entre varengas y genoles hay una leve separación de entre 2 y 4 cm, sin ningún tipo de unión entre estas dos piezas acabadas con ángulos rectilíneos.

La pieza más larga conservada tiene 267 cm (M108) y las anchuras medias de las cuadernas son en torno a los 10 cm con una altura²⁰⁸, en la zona de la quilla, comprendida entre los 11 y 22 cm (16,8 cm de media). En la B4_O tienen una altura media de 17,75 cm. Sin embargo, estas medidas deben ser tomadas siempre con prudencia ya que toda la carpintería transversal está fuertemente erosionada por una corriente submarina que ha hecho desaparecer, en la mayoría de ellas, las formas angulosas propias del serrado de estas piezas, hasta incluso rebajar la altura de ellas varios cm, como se pudo comprobar al observar concreciones férricas en las caras superiores de M112, 113 y 114. La M113, pasa de tener una altura de 12 cm en la zona más próxima a quilla (con erosiones), hasta los 20 cm en el punto donde tanto el *dolium* (Fig. 303) como una concreción férrica mantenían a la madera con una gran dureza (Fig. 317). Lo más lógico es que en realidad la altura de las piezas de la carpintería transversal fuera en origen muy homogénea, con sus valores máximos coincidentes con la quilla. Las formas observadas en las varengas planas de la zona suroeste del pecio sugieren que van perdiendo algo de la altura que tenían en la quilla, respecto al costado, quizás para compensar levemente las formas del casco y crear así un piso de bodega mejor nivelado.

Respecto a la morfología de las cuadernas queremos destacar la zona coincidente con la quilla. Como hemos señalado con anterioridad, ésta se encuentra en un plano inferior al de las tracas de aparadura y se pudo observar a pesar de las erosiones (Fig. 318) que casi todas las cuadernas presentaban un tacón en su cara inferior (de 2 cm de profundidad media) para apoyarse directamente en la quilla “hundida”, detalle arquitectural que analizaremos más adelante. Son pocos los paralelos conocidos, como en parte podría ser el pecio de ***Roche Fouras*** (Joncheray, Rochier 1976: 178), ***Titan***

²⁰⁸ Descartamos en estas mediciones valores mínimos relacionados con piezas muy afectadas.

(Benoit 1958: 13), ya más claramente en *Ladispoli* (Carre 1993: 22-23) y también en las particulares naves palacio de *Nemi* (Ucelli 1950).

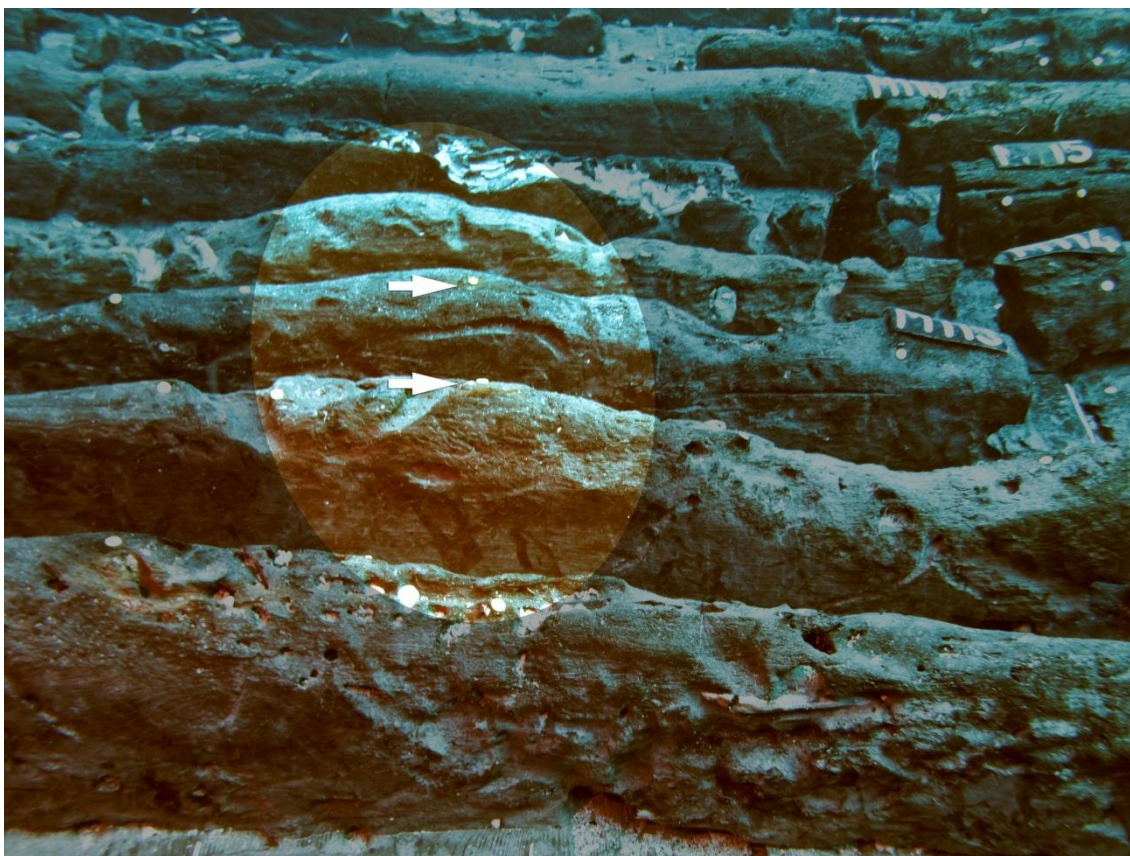


Fig. 317.- Estado general de la carpintería transversal entre M111 y M116. Obsérvese la altura superior de varios cm de las cuadernas M112, 113 y 114, coincidentes (zona resalta en la imagen) con la situación del *dolium* (Vid supra Fig. 303). La madera estaba reforzada por concreciones férricas (flechas blancas) relacionadas con los clavos de un palmejar desaparecido. (Foto: Autor).

Las cuadernas presentan un imbornal principal centrado, con forma rectangular y con el lado superior algo redondeado, justo a la altura de la quilla (Fig. 318) (7,5-8 cm de altura) y unos secundarios de sección triangular y de pequeño tamaño (2-3 cm de altura) hacia los extremos del barco²⁰⁹, como por ejemplo el del genol AL109, situado

²⁰⁹ Únicamente constatados en el costado de babor, pero que presumiblemente tendrían sus simétricos en el costado de estribor, que en el pecio conserva una menor porción.

entre las tracas B6₀ y B7₀, a 1,20 m de la quilla²¹⁰ (Fig. 319). En la quilla, bajo la cuaderna M109, como en otro puntos del eje axial (Fig. 320), se documentó una masilla fijadora de aspecto resinoso, posiblemente brea, cuya presencia ponemos en relación como hipótesis de trabajo con el *proceso de construcción*, ya que mecánicamente no encontramos cometido para la colocación de esta masilla en la arquitectura del casco, más que la de nivelar piezas de la carpintería transversal y corregir imperfecciones del aserrado con anterioridad a su unión definitiva con el casco (Fig. 321).



Fig. 318.- Vista de las cuadernas M103 y 104 desde su cara Sur (Campaña 2010). Obsérvese como presentan un imbornal central con forma rectangular para la circulación del agua por la sentina, coincidente con la situación de la quilla. A pesar de las erosiones, se aprecian dos tacones de la cuaderna en la cara inferior, a cada lado del imbornal, con una anchura total coincidente con

²¹⁰ En la zona Este no se han conservado tracas de forro hasta la 6 o 7 hilada para poder observar sus imbornales simétricos.

la de la quilla. La traca de aparadura B1_E (parte inferior derecha) se observa como ha perdido el ángulo de salida original por el paso del tiempo (Foto: Seguin).

El espacio entre cuadernas, o *malla*, tiene 14 cm de media (entre 11 cm y 22 cm), un valor que puede ponerse en relación con el de otros pecios del periodo (p.e. *Albufereta I* – 60 d.C.; Juan Fuertes 2008: tabla 6), pero la altura de la carpintería transversal, sobre todo en la zona suroeste de casco²¹¹ justo donde se observan menores afecciones por *Teredo navalis* y erosión, da un aspecto a esta carpintería de muy apretada y robusta.



Fig. 319.- Imbornal con forma triangular realizado mediante dos aserrados en la cara inferior del genol AL109, coincidente con la B6_O (Foto: Seguin).

Tras la revisión sistemática de la carpintería transversal realizada en la campaña 2011 así como sobre la documentación fotográfica del 2010, se puede concluir que las cabillas de fijación de las cuadernas en el costado Este de la quilla (estribor), están sistemáticamente en la cara lateral Sur y en el costado Oeste (babor), en la cara Norte de las cuadernas. La densidad de colocación es importante habiéndose observado entre 2 y 4 cabillas por traca de forro. El cierto orden y ritmo que presentan las cabillas colocadas

²¹¹ Las alturas de las cuadernas en este sector son muy elevadas, con más de 20 cm de media.

en bisel en las caras laterales, nos lleva a argumentar como hipótesis que las perforaciones debieron realizarse desde el interior del casco²¹² bien ordenadas en las caras laterales y con unos ángulos de inserción de la barrena precisos para poder situar las perforaciones centradas en la cara inferior de la cuaderna. Ello no condiciona que las cabillas, muy levemente troncocónicas, pudieran colocarse desde el exterior del casco, si bien no tenemos datos para afirmar si este proceso se realizaría así o desde el interior.

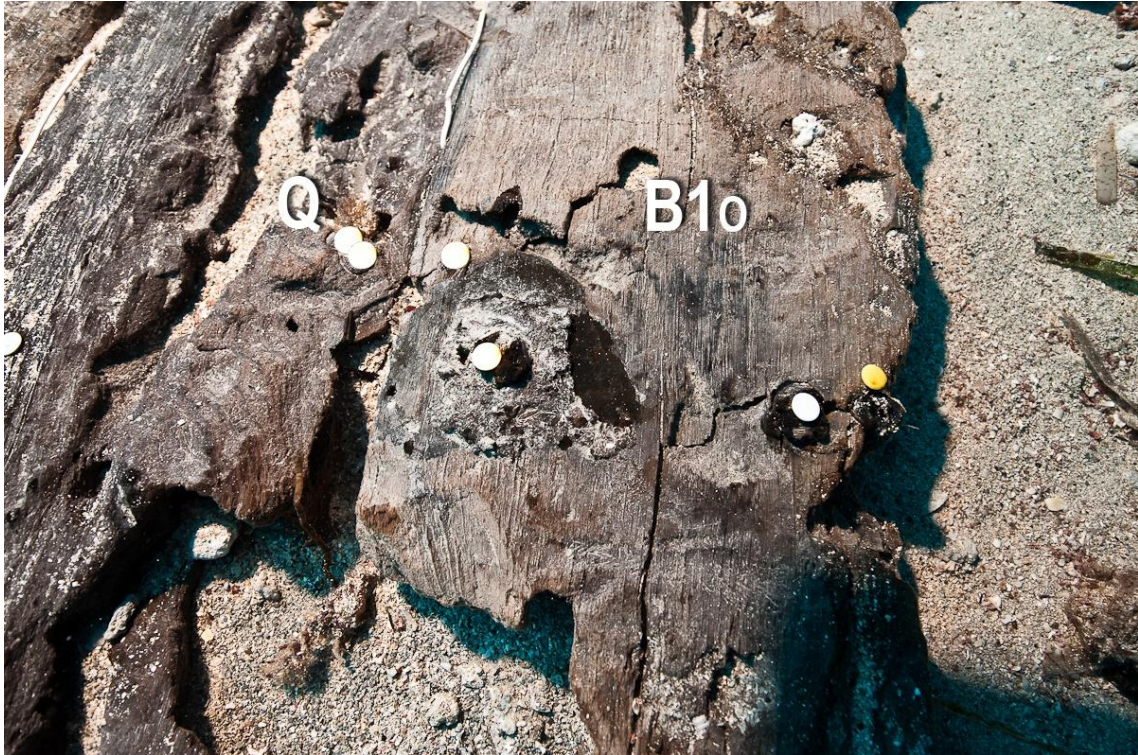


Fig. 320.- Vistas de la quilla (Q) y la traca de apareadura Oeste (B1_o) desde la zona Norte del pecio, donde se observan restos de resina junto con las cabillas y clavo de la unión con una cuaderna desaparecida. (Foto: Seguin).

²¹² Cabiendo incluso la posibilidad de que se realizasen las perforaciones con anterioridad a la colocación de las cuadernas en el mismo casco, para por último perforar éste.



Fig. 321.- Vista de la cara inferior de la cuaderna M109 donde se observa uno de los dos tacones con resina adherida, lo que lleva a argumentar como hipótesis que su utilización podría estar en relación con nivelar la pieza durante la fase de construcción del barco (Foto: Seguin).

La interpretación de esta característica particular de la colocación de las cabillas en las caras laterales no es sencilla. Son varios los ejemplos de pecios con fondos pinzados de cronología helenística-republicana que presentan varengas con cabillas insertadas por sus caras laterales (*Marsala*, Frost 1976: Fig. 156; *Cap Gros*, Joncheray 1989: 67 o *Roche Fouras*, Joncheray, Rochier 1976: 178 o *Madrague de Giens*, Tchernia *et al.* 1978: 77), normalmente en la zona de mayor altura próxima a la quilla, justificado por una economía de esfuerzos, al no ser necesario mecánicamente para la unión de estas piezas de la carpintería transversal con el casco que las cabillas atraviesen en vertical la enorme altura de las varengas. En el caso del *Giraglia 2* lo primero que queremos señalar es que las especies vegetales documentadas para la carpintería transversal son de gran homogeneidad ya que únicamente hay presencia, prácticamente por igual, de roble (*Quercus sp.*) y olmo (*Ulmus sp.*) dos especies de importantes propiedades mecánicas y dureza, algo que contradice un poco la comparación directa con la generalidad de la arquitectura naval antigua construida a casco primero, donde la carpintería transversal, con un rol secundario, presenta una gran heterogeneidad (Guibal, Pomey 2002: 197). El roble y el olmo son especies extremadamente duras de perforar, lo que unido a la altura ya mencionada de la carpintería transversal cercana a los 20 cm, hace lógico el que las perforaciones se practiquen en bisel para economizar esfuerzos. Pero, ¿por qué las perforaciones se realizan sistemáticamente en cada una de las caras laterales según el costado del barco de que se trate? Es sintomático que el único pecio conocido en el que hemos

documentado esta práctica, aunque nunca con la profusión observada en el *Giraglia 2*, sea justamente y de nuevo *Ladispoli* (Carre 1993: 22), pecios pertenecientes al mismo sistema de comercio marítimo, separados cronológicamente en torno a los 50 años²¹³.

No existe en la carpintería transversal ningún encaje para la **carlinga del mástil** en la porción de casco conservada, si bien la altura de la cuaderna M118, y situada en la quilla, existe un perno en cobre de 1,5 cm de diámetro y 27 cm de altura, rematado superiormente por un cierre cuadrangular de 4,3 cm, situado por ello a una altura muy superior a la de las cuadernas. Su interpretación más probable es que serviría de unión para una sobrequilla/carlinga (no conservada) con la varenga M118 y la quilla mejorando la resistencia longitudinal del conjunto. Opinamos que se trata de un perno colocado al inicio de esta pieza, quedando por ello la base del mástil en una posición muy avanzada en la proa, algo que es acorde al tipo de cargamento envasado en *dolia* que requiere de espacio para las operaciones de llenado y vaciado del vino. La importancia de las erosiones descritas en las cuadernas, causadas por una corriente submarina²¹⁴ con dirección E-O y el estado precario y/o ausencia de cuadernas en la zona Norte no permite obtener mayor información. Por otra parte, la situación del perno y la hipótesis formulada nos permite orientar la proa, popa, estribor y babor prácticamente con los puntos cardinales (Fig. 308). Queremos señalar por último que se localizaron en la zona adyacente al perno de cobre numerosas concreciones férricas que no hemos sabido interpretar. Por lo que hace referencia a la situación muy avanzada de la base del mástil, queremos poner de manifiesto que ello abre la posibilidad de que el *Giraglia 2* navegase con una vela tipo livarda o tarquina, a la vez que un mástil muy avanzado en la proa podría cumplir las funciones de percha de remolque en espacios náuticos fluviales.

Por lo que hace referencia al tablazón (vagras y/o palmejares) para crear el piso de la bodega, no se han documentado ninguna de estas tablas, si bien la observación sistemática de las caras superiores entre la cuaderna M109 a la M121 ha puesto de manifiesto la presencia de concreciones y perforaciones relacionadas con los clavos que sustentaban estas tablas. Se observan alineaciones longitudinales de concreciones férricas o incluso las oquedades con forma cuadrangular de los clavos que sustentaban un palmejar no conservado en las caras superiores de las cuadernas M112 a la M115, siempre en la zona oeste del pecio (Fig. 317). Las fuertes erosiones sufridas por la carpintería transversal no permiten establecer más conclusiones (tablas fijas, desmontables etc.).

²¹³ Valor no muy elevado en la evolución de la arquitectura naval antigua.

²¹⁴ Como se pudo comprobar durante los trabajos en la campaña de 2011.



Fig. 322.- Vista del corte para la identificación xilológica de la cuaderna M109 coincidente con una cabilla. Ésta está colocada en bisel y su perfil es levemente troncocónico. (Foto: Seguin).

La porción de casco extraída a superficie, su desmonte y la realización de un modelo para la experimentación nos ha permitido obtener algunas conclusiones sobre el *proceso de construcción* del *Giraglia 2*. Hemos hecho ya mención a la forma particular de la quilla y su posición hundida frente a las tracas de aparadura, también de una sección poco frecuente. También a la forma particular del tacón de la varenga M109 y la situación de las cabillas.



Fig. 323.- Ejemplo de la cara superior de una cuaderna con la presencia de la oquedad de un clavo de hierro de sección cuadrada de 2 mm de lado, junto con las manchas características de este tipo de oxidaciones (Foto: Seguin).

Para el análisis *principio y proceso de construcción* del **Giraglia 2** nos basamos fundamentalmente en el estudio de la porción de casco extraída a superficie. Huelga decir que el barco posee la arquitectural naval de su momento, un *sistema arquitectural* caracterizado por una concepción longitudinal de su estructura a casco primero y una construcción donde al eje axial se le unen las tracas a tope ensambladas por espigas y mortajas, fijadas por clavijas, siendo la carpintería transversal un refuerzo a la estructura del casco. Sin embargo se han detectado algunos detalles en la secuencia constructiva de este barco, ya mencionados con anterioridad, que consideramos oportuno analizar con mayor detenimiento. El barco se inició por la quilla para presumiblemente unírsele la roda y codaste mediante rayos de Júpiter, con la clavija de fijación colocada por la cara lateral, práctica con numerosos ejemplos conocidos. Después se le unirían las tracas de apareadura creándose un robusto eje axial en encina y roble. En función del desmonte de la porción de casco, después se uniría la segunda traca de apareadura del costado de estribor y es aquí donde entra en juego la *cuaderna activa*²¹⁵ M109 siendo este el caso más antiguo conocido. A través de la observación de los diámetros máximos y mínimos de las clavijas troncocónicas de fijación de las espigas podemos deducir si éstas se colocaron desde el interior o exterior del casco. En el caso de que una cuaderna (ya sea una varenga, semicuada, genol, etc.) se haya colocado con anterioridad a las tracas de forro con las que se tendría que unir, para fijar cualquier espiga de unión de tracas que coincida con el espacio ocupado por la cuaderna, necesariamente se tendrá que perforar y colocar las clavijas desde el exterior. Este procedimiento se analizó magistralmente en el pecio de **La Bourse** (Gassend 1985: 119) si bien no compartimos la interpretación de que la participación de estas *cuadernas activas* en el *proceso de construcción* esté alterando la concepción longitudinal y la estructura a casco primero propia de su periodo, al menos por el momento. En el caso de la M109, este papel de *cuaderna activa*, presenta un detalle aún más visual que la presencia de clavijas con diámetros mínimos en la cara interior de casco y es que a la hora de realizar las perforaciones, éstas llegaron hasta la misma cuaderna, de la misma forma que las clavijas, que quedaron introducidas en ella²¹⁶. Al estar ambas clavijas colocadas desde el exterior de casco, por lógica se debió hacer una marca a punta seca de la situación de las espigas que coincidieran con las cuadernas activas, que la erosión de las tablas no permite observar. En la cuaderna se detectaron estas perforaciones para las clavijas de

²¹⁵ *Cuaderna activa* es un término definido por L. Basch (1972) al referirse a aquellas piezas que ayudan a la colocación de las tracas de forro. Revelan un avance en el *proceso de construcción*, donde no se altera el *principio de concepción* (Pomey 2009: 339), en contraposición al argumento de Gassend (1985: 120, fig. 4a) que propone una variación del proceso de construcción, que afecta por ende del *principio de concepción*.

²¹⁶ Este detalle se observó *in situ* por el equipo en el mismo momento del desmonte.

fijación de las espigas, en la junta de la B1_O con la B2_O en el costado de babor y en las clavijas de unión de la B3_E con la B4_E, a la vez que la M109 es una varenga que podríamos denominar descentrada o asimétrica. Esto nos lleva a plantear que en el *proceso de construcción* del ***Giraglia 2*** seguramente debió haber otras cuadernas activas. La secuencia tras la colocación de la segunda traca de aparadura en el costado de estribor, continuaría con la colocación de la M109. Su papel es de ayuda a la construcción, un avance en el proceso, marcando las líneas de la nave antes de que ésta esté armada, pero la estructura continúa residiendo en el casco quedando sin cambios el *principio de concepción*, por lo que no hay ninguna evolución hacia una concepción transversal de la nave.

Para su unión al casco se colocó una resina a modo de masilla fijadora o niveladora en la base inferior de los dos tacones centrales separados por el imbornal y planteamos como hipótesis que los únicos clavos documentados en las dos tracas de aparadura ayudarían a la estabilización de la pieza, previo al armado del casco y a la unión física de estas carpinterías. La interpretación de porqué hay cuadernas activas en un barco que podríamos considerar de tamaño medio-pequeño no es sencilla. Planteamos como hipótesis de trabajo que salvo en la marina de guerra y en barcos muy excepcionales²¹⁷, los astilleros fundamentalmente debían reproducir, clonar, modelos bien conocidos y optimizados (Pomey 1998: 55; Bonino 1985: 37; Beltrame, Bondioli 2006: 89) que los *fabri navales* sabían fabricar desde siempre. En esta reproducción de un modelo de barco que da respuestas a una necesidad concreta, en este caso el transporte de *dolia* para el comercio del vino a granel, es donde creemos que tienen espacio las cuadernas activas. Jugarían el papel de ayuda para reproducir o clonar con cierta velocidad un modelo demandado por el *navicularius*.

Por lo que hace referencia al **espacio de navegación** del ***Giraglia 2*** somos de la opinión que si esta nave está participando de un sistema de comercio marítimo organizado y en cierta manera particular o diferenciado del resto de formulas que se dan en su periodo, igualmente la nave tiene que estar adaptada a las necesidades comerciales, como una herramienta/máquina que es. Cuando ponemos en relación la *ratio* entre peso del contenedor y volumen del contenido, el transporte en *dolia* es más favorable que el transporte en cualquier tipo de ánfora conocida. Sin embargo, la pequeña eslora relativa de barcos como ***Giraglia 1***, ***Grand Ribaud D*** y ***Ladispoli*** (Marlier 2008: 158) deja patente que el interés de los comerciantes no era poseer mega barcos cisterna para este sistema de comercio, salvando las distancias como pudo serlo la ***Madrague de Giens*** en su momento. Planteamos como hipótesis de trabajo que el

²¹⁷ p. e. *Syracusia*, *Isis* o la nave que transportó el obelisco de Calígula; *cfr.* Casson 1971: 184, *Part 2: Oversize freighters*.

objetivo de los comerciantes era disponer de un barco ágil y polivalente capaz de navegar en diversos espacios náuticos, para poder llegar a los mismos puntos de producción de vino o puertos de estocaje, aprovechando la *ratio* favorable de las *dolia*. Por otra parte, hemos señalado que la situación muy aproada en el *Giraglia 2* de una carlinga del mástil de la que únicamente tenemos como evidencia un perno de cobre en la quilla, nos llevo a plantear que esta nave podría ser de aquellas representadas en la iconografía con vela livarda o tarquina (Estela del Museo de Thasos o relieve funerario de Salónica, Basch 1987: 478) con un mástil aproado que podría ser usado como percha de remolque para ser conducida la nave por espacios náuticos deltaicos, lagunares o fluviales. La suma y valoración de los argumentos que estamos exponiendo nos conducen a una interpretación de la construcción del *Giraglia 2* como específica para el tipo de transporte y modelo de comercio del que está participando y que plasmaría en parte los usos y tradiciones de la carpintería naval de la zona del sur del Lacio, allí donde los *Pirani* produjeron sus *dolia*. Es sintomático que las particularidades que presenta este pecio, tan solo podamos compararlas en la actualidad con el pecio de *Ladispoli*, lo que nos lleva a proponer que el *sistema arquitectural* de estos barcos plasma una *firma arquitectural*²¹⁸.

²¹⁸ La adecuación de una arquitectura a un transporte concreto se hace a partir del conocimiento consuetudinario de los carpinteros navales que construyen el barco, luego ello se hará visible en determinadas particularidades de la construcción.

11.15 BAIE DE L'AMITIÉ

El pecio de la *Baie de l'Amitié* se encuentra a 3 m de profundidad en la zona de Agde (Hérault, Francia). Fue objeto de un sondeo arqueológico en 1984 y excavado en 1985-86 por Fonquerle. Se trata de un barco de una eslora estimada máxima de 20 m y tonelaje de porte de 90 t. En 1998 se realizó una nueva actuación en el yacimiento (ahora con el nombre de *Battus*) por Souques y Jézégou, constatándose por la ausencia de material y otros indicios que el pecio (no inventariado) ya había sido excavado. Gracias a la comparativa entre la documentación obtenida y la existente de *Baie de l'Amitié* se puede constatar que se trataba de éste último. En el año 2002 se retomaron los trabajos para realizar una campaña de toma de muestras para la identificación paleobotánica de las especies utilizadas en la construcción del casco. Se conservaban 7,75 m de longitud y una anchura de 3,2, m del casco con la presencia de 22 cuadernas, 14 tracas, la quilla y la roda, si bien en el año 2001 se constató una destrucción parcial del yacimiento con la desaparición de numerosas cuadernas.

El cargamento de origen hispano, Dr. 20 y lingotes de plomo, fue expoliado prácticamente en su totalidad. Una estampilla LCM hallada en *Baie de l'Amitié* en fue datada en el Testaccio en época de Marco Aurelio-Cómodo (Wicha 2010: 139) sin embargo la tipología de las ánforas olearias es claramente de la segunda mitad del s. I d.C. El cargamento de plomo (2,8 t) se componía de 98 lingotes alargados de base plana y cara superior redondeada con pesos desde los 6 kg hasta los 43 kg, con diversas decoraciones. El material de la marinería se componía únicamente de un ánfora Pascual 1 y una Dr. 7-11. Había también TS procedente de los talleres de La Graufesenque, cuya decoración las sitúa claramente en la segunda mitad del s. I d.C. poseyendo muchas de estas piezas *grafitti* interpretados como marcas de propiedad.



Fig. 324.- Sección a la altura de la quilla donde se observa que el espesor de ésta es reducido en comparación con el de las tracas de apareadura. Cabe la posibilidad de que haya sufrido erosiones. (Wicha 2010: 147)

La quilla tiene una longitud conservada de 4,80 m con 20 cm de anchura y una escasa altura de 6 cm (Fig. 324) que rápidamente recuerda a la del pecio de *Cap del Vol*. Queremos destacar que la utilización de *Quercus* para su fabricación, lleva a considerar al *Baie de l'Amitié*, como otro de los raros ejemplos de pecios que recurren a su uso. No presenta aparentemente ningún tipo de alefriz a diferencia de la roda que sí presenta profundos canales en su alefriz con encaje. Ésta tiene 2,50 m de longitud y 8,30 cm de altura con una anchura que varía de los 22 a los 25 cm. El rayo de unión con la quilla no es para nada complejo, sino que se trata de una unión simple por una espiga, lo que lleva a sus excavadores a preguntarse si no falta una contraquilla o zapata que rigidizase la unión (Wicha 2010: 141) como atestigua una perforación para una clavija a la altura de la unión así como restos de 8 clavos en la cara inferior de la roda. El fragmento de casco conservado presenta tracas de forro (también en *Quercus*) con una anchura que va de los 14 a los 24 cm con un grosor medio de 4,5 cm salvo en el caso de la traca de apareadura. Las anchuras en cada tabla son constantes en todo su recorrido, salvo en la

primera y segunda. La unión por *punicana coagmenta* se realiza con mortajas con una anchura media de 6 cm, 7-8 mm de grosor y una profundidad de 4-5 cm. Las espigas (*Quercus ilex*) tienen una anchura de 5,4 cm y las clavijas de fijación son de perfil troncocónico con diámetros de 1 a 1,5 cm.

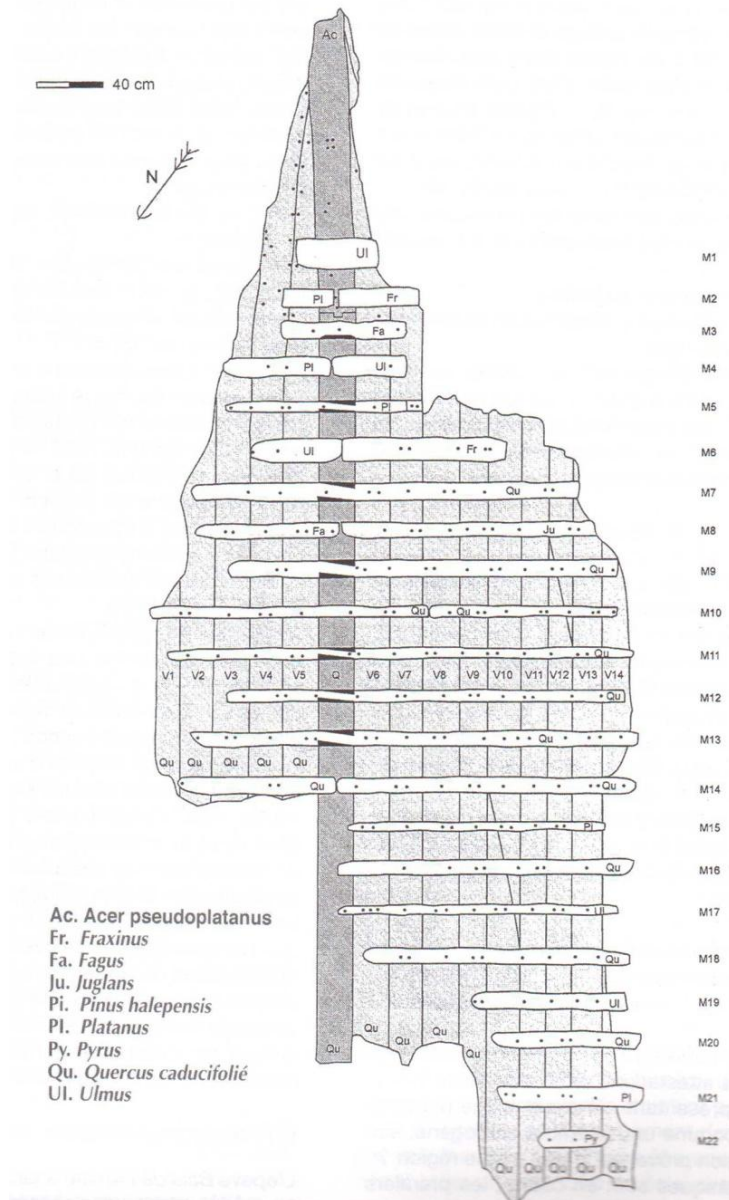


Fig. 325.- Planimetría del Baie de L'Amitié con la identificación de especies vegetales, donde destacamos la utilización del *Quercus* tanto para la quilla como para las tracas de forro. (Wicha 2010: 147)

La traca de aparadura (*Quercus*) es particular en cuanto que presenta el mismo espesor de 6 cm que la quilla lo que redonda según nuestro punto de vista en que la composición del eje axial del pecio de *Baie de l'Amitié* lo forman de manera solidaria la quilla con estas tracas. La anchura de las tracas de aparadura evoluciona desde los 25 cm y 21 cm en la zona más central del pecio hasta los 10 cm en la zona de la proa. En la quilla, las mortajas para la unión con las tracas de aparadura están dispuestas a tresbolillo desde una visión cenital. La unión esta reforzada por clavos colocados de manera oblicua en la cara lateral exterior (o inferior).

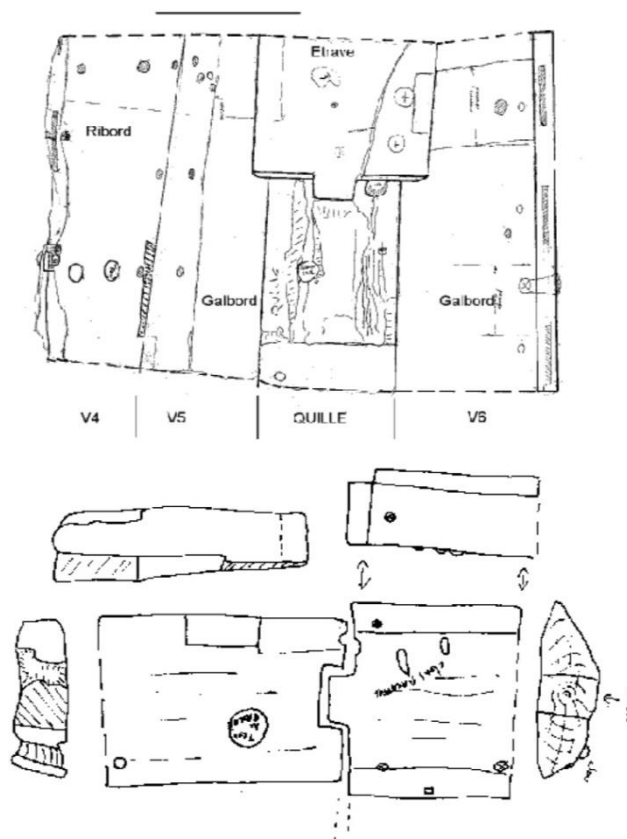


Fig. 326.- Vista cenital de la unión del conjunto quilla, roda y tracas de aparadura. Detalle de la unión por simple tacón o mecha, de la quilla y la roda. (Wicha 2010: 148)

Las tracas de aparadura a la altura de la unión con la roda, ya no presentan el refuerzo de los clavos metálicos en su unión con la quilla y va adoptando una forma retorcida para dar los ángulos propios del casco. La cara inferior de la traca esta biselada para hacer descender al grosor desde la cara lateral en contacto con la quilla a la cara lateral en contacto con la segunda traca, de grosor idéntico a la de las otras tracas de forro. Primera y segunda traca presentan las mismas anchuras en torno a los 20 cm.

La carpintería transversal se compone de 27 cuadernas conservadas, de una anchura media de 10 cm y alturas entre los 17 y 23 cm y una *mallá* de 17 a 23 cm (Jézégou 2003: 28), presentando una alternancia clásica entre varengas (11 unidades) y semicwadernas (12 unidades) y cuatro piezas deterioradas que no pudieron ser inidentificadas. De la M1 a la M9 se alternan varengas y semicwadernas presentándose de la M9 a la 13, únicamente varengas con encajes triangulares para alojar una carlinga no conservada, pasándose presumiblemente desde la M14 de nuevo a la alternancia. Las varengas están dispuestas de manera centrada a una lado y otro de la quilla (salvo la M10, M18 y M20 que son asimétricas) y a la altura del eje axial son más altas y presentan un perfil triangular para crean un plano superior nivelado para la bodega. En la zona de la roda no son más que unos tacos de madera. En la zona de contacto con la quilla presentan uno o dos imbornales. En las varengas que presentan únicamente uno, son de forma semicircular grosera, prácticamente rectangulares con la cara superior redondeada, como en el *Giraglia 2*.

Las semicuernas están completamente centradas en la quilla y los imbornales en este caso son asimétricos y parecen realizados después de la colocación de estas cuernas (Wicha 2010: 143). Las varengas M1 y M3, situadas a un lado y otro del rayo de unión de la roda con la quilla, presentan en su centro una Perno vertical en cobre de 2 cm de diámetro que unen ambas carpinterías seguramente para reforzar el conjunto. Para Wicha sería un indicio de *cuerna activa* (2010: 143). Las cuernas estaban unidas al casco por medio de ligaduras internas bloqueadas por cabillas que se alternan rítmica y regularmente con cabillas aisladas separadas unos 20 cm como se ha visto en toda la serie de pecios pertenecientes a una *firma arquitectural*, que podría presentar ejemplos para adscribir sus astilleros de construcción a la costa catalana y provenzal. Las ligaduras unen la cuerna al casco, que presenta una regata que une ambas perforaciones separadas 5 cm en la en la cara superior de las cuernas para proteger al cosido pero no ha sido observado en cara externa de la traca. Hay presencia de resina para mejorar su estanqueidad, como se han visto en otros pecios que presentan la misma técnica de unión como es *Cap del Vol*. Las cabillas de fijación de unos 16,3 cm de longitud y forma troncocónica se colocaron desde el exterior del casco, con la presencia de alguna clavija de refuerzo. Igualmente hay presencia de clavos sobre todo al nivel de la traca de aparadura.

La carlinga del mástil no se conservaba como hemos señalado, pero si los encajes para su fijación en la carpintería transversal. Éstos son de forma triangular y están situados vis a vis en una serie de varengas comprendidas entre la M3 y la M13. Los encajes están colocados de manera que en cada uno de los ángulos que forma la cara superior de la varenga con sus caras laterales existe uno, por lo que son simétricos pero colocados inversamente (Fig. 325). La varenga M3 que presentaba un perno de unión con la quilla, solo tenía uno de estos encajes triangulares.

La carlinga debería medir unos 2,5 m de longitud, tal y como se desprende de algunos datos de la primera excavación en el pecio. La base del mástil debería estar situada en posición avanzada entre las varengas M2 y M9. De la carpintería longitudinal interna tan solo se conservan tres palmejares fijados por clavos a las cuernas por clavos y clavijas cónicas. Tienen anchuras equivalentes de 23 cm y 5 de espesor.

El pecio debió partir de un puerto en la costa catalana y su destino debió ser uno de los puertos de la Galia meridional como Arles. El tipo arquitectural de esta nave, con fondo plano quilla más ancha que alta, sugiere una navegación en espacios náuticos lagunares o fluviomarítimos, que cuadra con el paleopaisaje costero de la costa ibérica, desde el Golfo de Valencia hacía el Norte, llegando hasta la desembocadura del Ródano.

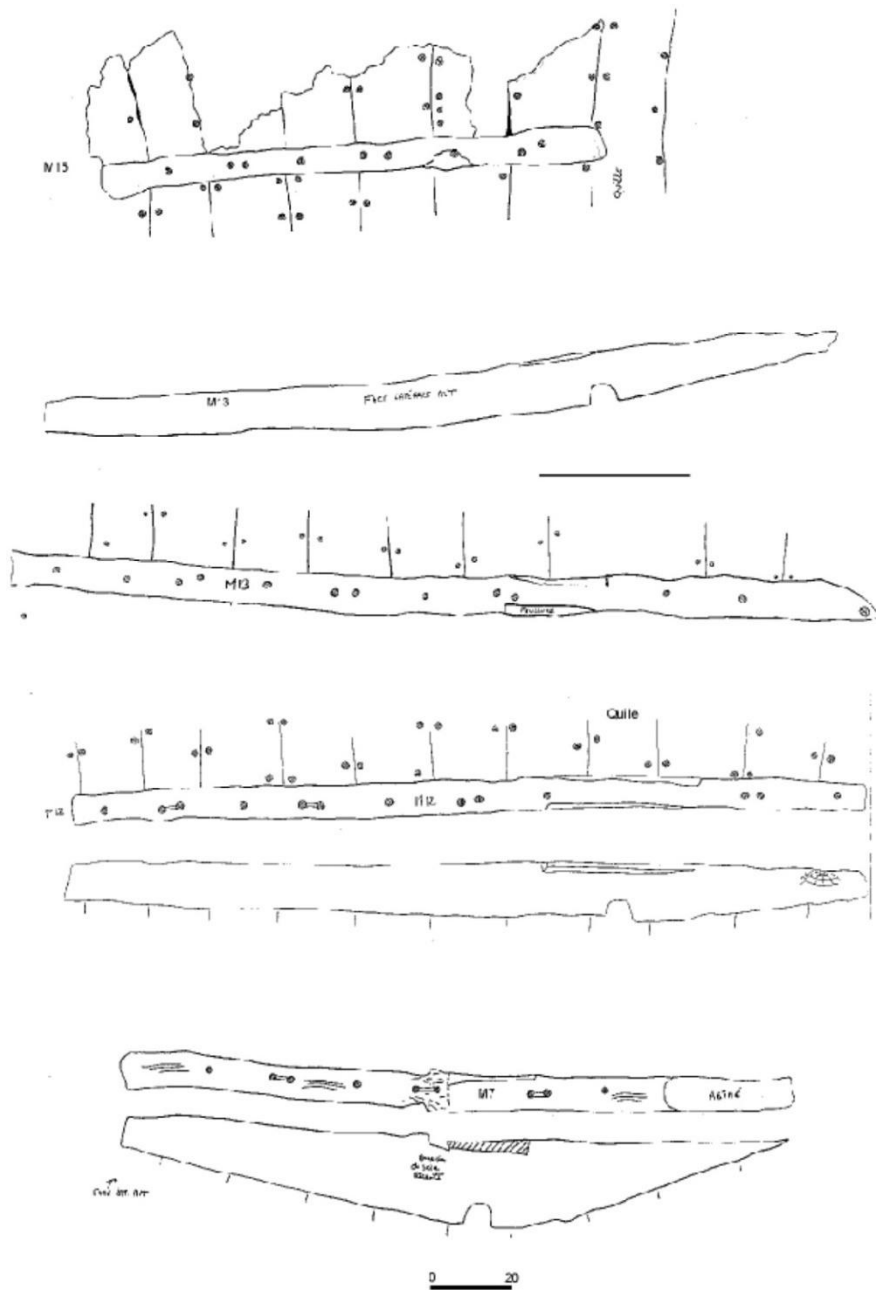


Fig. 327.- Tres vistas cenitales y de sección de varengas del *Baie de L'Amitié*, donde se observa el perfil plano en los dos primeros casos y el más anguloso, con encaje triangular para la carlinga, del tercero, lo que indica la posición avanzada en proa del mástil. Los imbornales de forma rectangular con la parte superior semiesférica se encuentran centrados a la altura de la quilla. (Wicha 2010: 148).

11.16. SUD LAVEZZI 5

Sud Lavezzi 5 se encuentra a 72 m de profundidad en un fondo arenoso en la zona del Estrecho de Bonifacio (Córcega). Descubierta por la *Comex* durante la realización de la carta arqueológica del 2005 en el Sur de la isla, se encuentra próximo al islote de Lavezzi. Se trata de un pecio que no ha sido expoliado y que conserva una porción importante de su arquitectura naval. No ha sido objeto de estudio, ni de excavación arqueológica, tan solo se ha realizado una retirada de arenas mediante el robot propulsado *Blaster*²¹⁹. Este pecio presenta dos particularidades que pensamos lo hacen interesante: la primera es que no presenta restos de un cargamento principal, ni lastre, por lo que la ausencia completa de éstos sugiere que podría tratarse de un barco que transportaba una carga principal de material perecedero, siendo el grano lo sugerido por los autores del trabajo (Delauze *et al.* 2007: 96), sin que haya que menospreciar otras posibilidades que van desde los esclavos a los animales. La segunda particularidad de este pecio con cargamento atípico²²⁰, reside en la particularidad de los encajes para sustento a la carlinga del mástil²²¹ no presenta paralelo alguno conocido en la bibliografía. Podría ser una *unidad arquitectural* que nos mostrase una *firma arquitectural* no conocida hasta el momento o bien una fase de transición entre las técnica arquetípica para el sustento de la carlinga del mástil en los barcos de la familia *arquitectural republicana* (encajada sobre la carpintería transversal) y los de la *familia arquitectural imperial* (encajada en dos sobrequillas paralelas).

En el entorno del yacimiento de *Sud Lavezzi 5* se identificaron de 6 a 8 anclas de hierro repartidas en los alrededores, semienterradas, con longitudes de 2 a 3 m y cuatro ánforas, junto con algunos fragmentos más que pudieron ser observados desde el ROV. Se trata de una Gauloise 5, vajilla sigillata tardo itálica situada en la parte oeste del yacimiento, junto con un bol Drag. 24/25 y que lleva a los autores (Delauze *et al.* 2007: 96) a dar una datación para el pecio con una amplia horquilla comprendida entre el 50 al 150 d.C. La presencia de algunas *tegulae* y un plomo de sonda junto a los referidos materiales llevan a argumentar que los materiales están en relación con la cabina de popa y la marinería, no con el cargamento, observación que está en sintonía con lo propuesto por Delauze *et al.* Se localizaron también émbolos de la bomba de sentina del barco, piezas de madera de las tuberías de ascenso así como partes del encaje de la bomba en el casco.

²¹⁹ También usado en el pecio profundo de *Grand Ribaud F* o *Tibulen de Maire*.

²²⁰ Podría tratarse del único ejemplo conocido de un pecio que transportase grano u otro material perecedero no envasado en ánforas.

²²¹ Observación personal nuestra.

De la arquitectura de la nave tenemos poca información; se destacaron una veintena de metros bien identificados que lleva a presuponer una eslora que rondaría los 30 m con una manga de 6 m. Presenta una carpintería transversal compuesta por al menos 26 unidades, de un aspecto ciertamente robusto y de una *malla* cerrada²²². Existen algunos clavos para el sustento de la carpintería transversal con la punta retorcida y grapada a la cara superior de la cuaderna como se ha observado en *Colonia de Sant Jordi* o *Fiumicino 1*, sin que podamos precisar si existe un taco guía de madera (cabilla) para tal efecto, aunque pensemos por analogía que ello ha de ser así.

Nuestras observaciones de la fotografía publicada y de los informes del archivo del DRASSM²²³ nos llevan a proponer que las líneas del casco son bastante planas, si bien la altura superior de las varengas coincidentes con el aje axial, no permite considera a este casco como líneas completamente planas (Fig. 328).

En el *Sud Lavezzi 5* se observan claramente una serie de encajes en la carpintería transversal coincidentes con el eje axial del barco que rápidamente pueden ponerse en relación con la carlinga del mástil tal y como observaron los autores. Existe una alternancia entre varengas y semicuernas sobrepasadas o asimétricas, bastante regular, alternándose a su vez la situación de la unión de éstas últimas a un lado y otro de la quilla (Fig. 329-1). Las varengas no parecen haber recibido ningún tipo de trabajo para el encaje de la carlinga a diferencia de las semicuernas sobrepasadas que todas presentan un rebaje para dar albergó a la referida pieza.

Por ello interpretamos que en la cara inferior de la carlinga presentará encajes perpendiculares para acoplarse en las varengas (Fig. 329-3), lo que bloquearía los movimientos longitudinales de esta pieza. Por otra parte, para el caso de las semicuernas, la carlinga bien puede presentar encajes de menor altura que los anteriores o bien no presentarlos (Fig. 329-4) como se ven en *Dramont A* (Fig. 196). El encaje en las semicuernas serviría para frenar los movimientos laterales de la carlinga. Mediante esta técnica se cumple la misma función de los encajes triangulares, rectangulares o poligonales colocados a vis a vis en las caras superiores de las cuernas, como se ha podido documentar en numerosas ocasiones como por ejemplo en el pecio de *Madrague de Giens, Cavalière, Plane 1* o *Cap Béar 3* entre muchos otros, técnica común en la *familia arquitectural republicana*.

²²² Los autores del trabajo señalan 30 cm (¿de *malla*?), dato que nos presenta dudas al observar las fotografías publicadas (Delauze *et al.* 2007: 96).

²²³ Agradecemos la información facilitada por F. Cibecchini (DRASSM) durante nuestra participación en la campaña 2012 de carta arqueológica subacuática de Córcega.

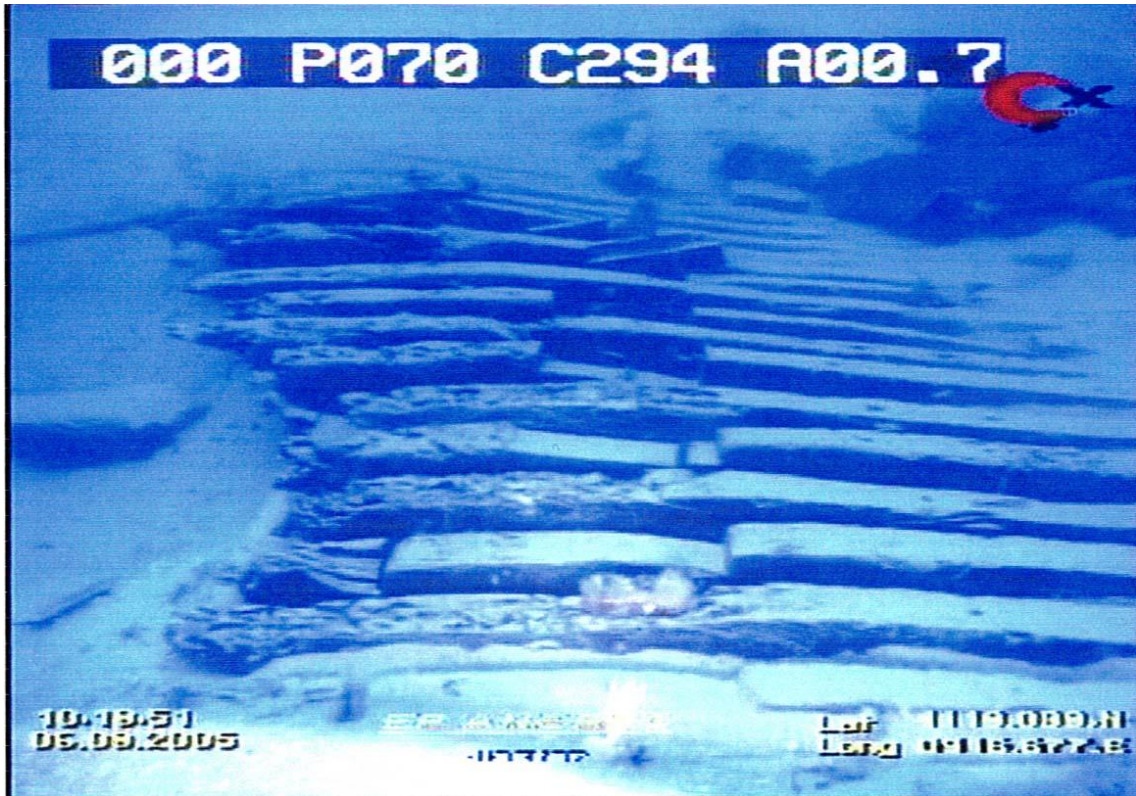


Fig. 328.- Foto tomada por el ROV de trabajo tras la retirada de sedimentos por el Blaster. Se observan los encastres para la carlinga y las semicuernas descentradas. (Foto: Cortesía DRASSM)

El pecio de *Sud Lavezzi 5* datado entre el 50 al 150 d.C., como *unidad arquitectural* presenta semicuernas sobrepasadas del eje axial o asimétricas, rasgo perteneciente a la *familia arquitectural imperial*, sin embargo el sustento de la carlinga del mástil no se realiza en dos sobrequillas paralelas como es común en pecios que definen esta *familia* como p. e. *Saint Gervais 3* de mediados del s. II, sino que como se ha señalado con anterioridad, su unión al casco es por encajes muy semejantes a de los pecios de la *familia arquitectural republicana*²²⁴. La presencia de una técnica para alojar la carlinga completamente particular, junto con una carpintería transversal que alterna varengas y semicuernas sobrepasadas, que siguen un ritmo de colocación preciso en el tramo coincidente con la ubicación de la carlinga del mástil (Fig. 329-2), nos lleva a argumentar, como hipótesis de trabajo, que podríamos estar ante un pecio en fase de transición o híbrida entre los de la *familia arquitectural republicana* e *imperial*.

²²⁴ Salvando las distancias y las líneas del casco recuerda a la *Madrague de Giens*.

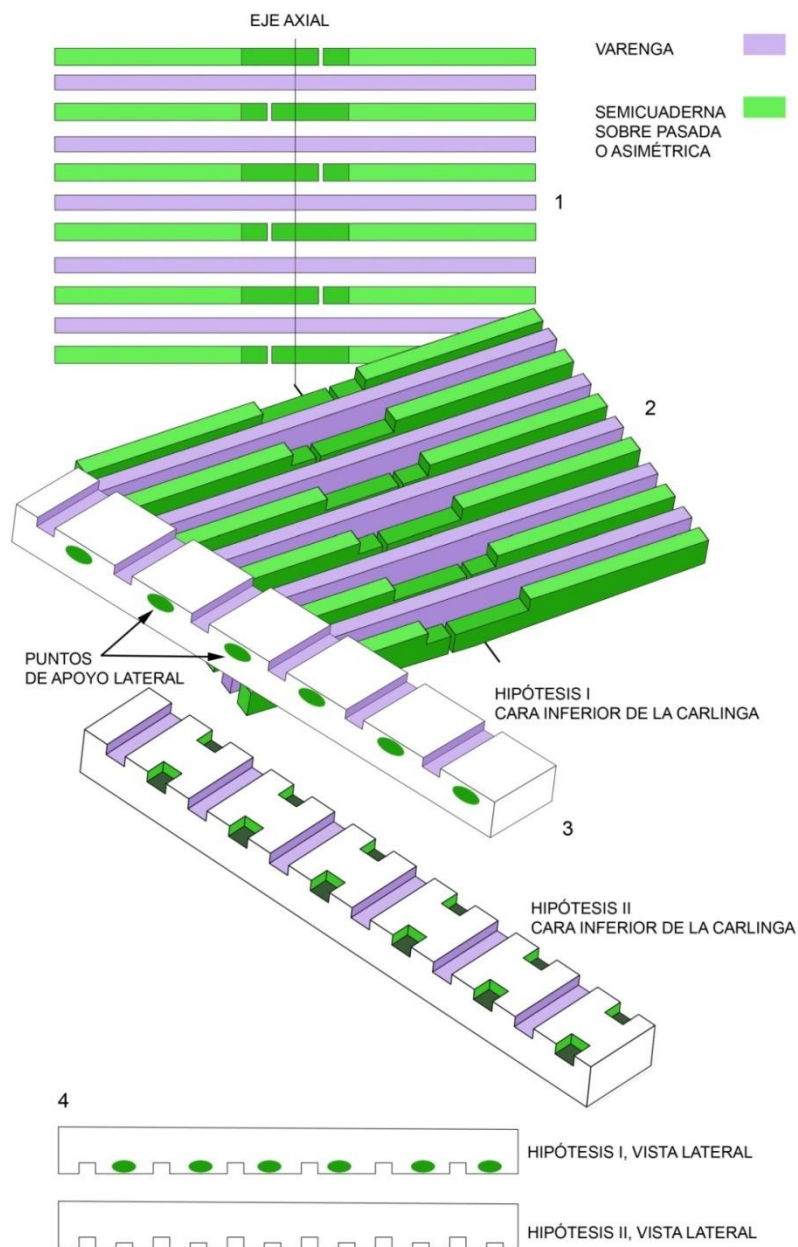


Fig. 329.- Vista cenital del esquema de la colocación de varengas y semicuadernas descentradas, sobrepasadas o asimétricas, que se disponen alternadamente respecto al eje axial (1). Axonometría del esquema anterior (2). Vista axonométrica de la cara inferior de una hipótesis de carlinga, donde en morado se marca la regata de encaje con las varengas y en verde los puntos de contacto y apoyo lateral con las semicuadernas e hipótesis de la cara inferior de la carlinga basada en *Dramont A* (3). Vista lateral de los encajes de una hipotética carlinga, únicamente mediante acoples para las varengas o bien con acoples para las varengas y semicuadernas (4). (Dibujos: Autor)

11.17. CALANQUE DE L'ANE

Situado en la rada de Marsella a 18 m de profundidad fue descubierto en 1956 y se excavó en 1998 (Ximènés, Moerman 1998). Su datación se fija a finales del s. I y su cargamento poco frecuente se compone de *tegulae* e *imbrices*. Con gran parte del casco conservado en buen estado (13,40 m) su eslora se estima en 25 m y su manga en 6 m. *Calanque de l'Âne* se caracteriza por una carpintería transversal muy robusta, prácticamente toda en *Quercus sp.* Con una *malla* muy cerrada, donde el espacio de separación entre las cuadernas (*espacio inter-cuadernal*) es el mismo que la propia anchura de éstas, entre los 10 y los 12 cm (Fig. 330). Su altura varía entre los 14-16 cm en la parte más próxima a la quilla, para ir progresivamente perdiéndola según se distancia de ella, hasta los 7,5-9 cm en la parte del casco más alta conservada. La longitud de las cuadernas está entre los 4,40 y los 4,80 m, con una única semicuadaerna conservada entera de 3,75 m de longitud. La carpintería longitudinal se compone de tres piezas, dos sobrequillas paralelas que dan sustento a una sobrequilla que a su vez hace las funciones de base del mástil o carlinga. Las sobrequillas paralelas tienen 9,10 m de longitud con una anchura de 11 cm y una altura de 9,5 cm en *Quercus sp.* Presentan encajes para su mejor unión con las cuadernas así como algunas cabillas de fijación. La sobrequilla central tiene 9,10 m de longitud por una anchura de 42 cm y una altura de 29 cm (Pomey 1992: 20-21, fig. 19). Queremos señalar que su sección es completamente rectangular, a diferencia de la carlinga de pecios como el *Saint Gervais 3* (Fig. 341), *Laurons 1, 2, 3 y 4*, o *Port Vendres I* que presentan un vaciado o encaje para un mejor acople con las dos sobrequillas paralelas. Mecánicamente, así se distribuyen mejor las fuerzas laterales ejercidas por la base del mástil. La forma completamente rectangular de la carlinga del *Calanque de l'Âne* justifica que a la altura de la base del mástil, se refuerce a esta pieza de manera perpendicular con otra de sección triangular²²⁵ de 120 cm de longitud, una altura máxima en contacto con la sobrequilla lateral de 14 cm y una anchura en torno a los 31-32 cm, la cual presenta una mortaja circular para albergar un puntal de 10-11 cm de diámetro (Fig. 331).

El sustento del mástil presenta una disposición clásica con un cajón tallado en bisel para facilitar su colocación (con moneda votiva), con dos mortajas laterales para colocar las tablas que fijan los movimientos del mástil en sentido transversal y otra que lo fijan en sentido axial. Dos cajones para puntales flanquean a proa y popa al mástil. Por último la carpintería longitudinal presenta también un piso de bodega compuesto por palmejares fijos y vagras móviles, donde las fijos, de mayor espesor.

²²⁵ Que recuerda a las de factura medieval o modernas para el refuerzo de las carlingas del mástil como se puede observar por ejemplo en la *Galea di S. Marco* de Boccalama (Venecia)

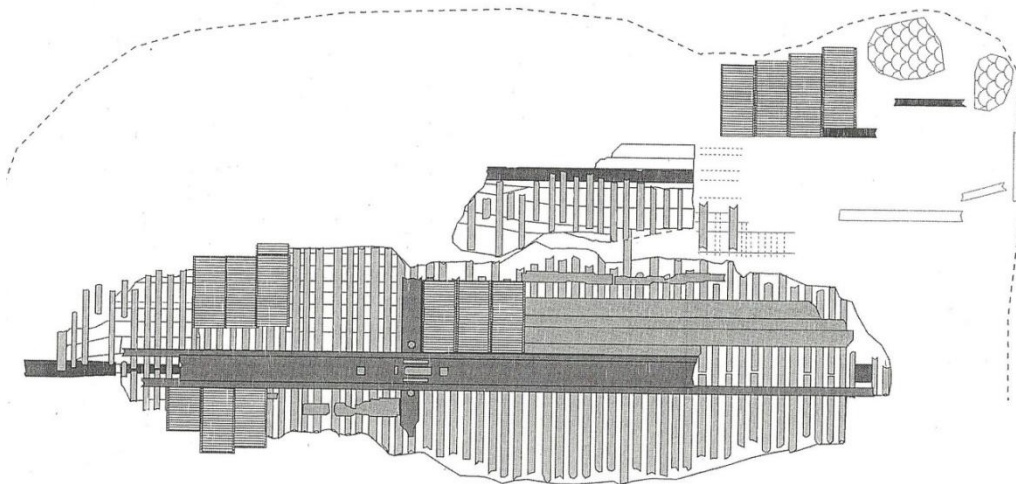


Fig. 330.- Plano de síntesis de las excavaciones en el pecio I de la *Calanque de l'Âne* (Según Ximènés, Moerman 1998: 301)

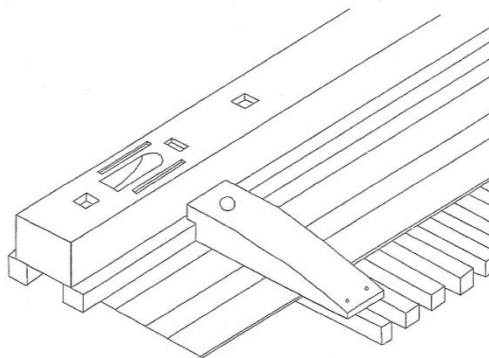


Fig. 331.- Vista axonométrica del emplazamiento del mástil y del contrafuerte de sección triangular (Según Ximènés, Moerman 1998: 302). La sección rectangular de la carlinga con la ausencia de algún encaje para asentarse en las sobrequillas paralelas bien podría ser una fase previa de esta técnica o bien podría tratarse de un error de interpretación y/o documentación.

La presencia en la parte posterior del casco, en peor estado de conservación, de dos cuadernas serradas más cortas para crear un espacio central a la altura de la quilla y su comparación con los pecios *Laurons 1* y *Laurons 3* sugiere la hipótesis de que en ese emplazamiento estaba la bomba de achique del barco, confirmada su existencia por las tuberías de plomo para el desagüe como las documentadas en el *Saint-Gervais 3*. Se documentó también la roda del barco con 1,60 m conservados, con una anchura entre 25-30 cm y una altura de 30 cm así como una cinta de carena compuesta por dos piezas superpuestas, una de 12 cm de espesor y la otra de 7,5 cm siendo una de ellas de *Pinus halepensis*. El casco en *Pinus sylvestris*, presenta marcas de carpintero para la colocación de las cuadernas.

11.18. NAPOLI A

El pecio de *Napoli A* fue localizado en tierra junto a otros en la obra de la estación municipal de Nápoles (Boetto 2005), en el contexto portuario de la ciudad en época romana. Está datado a finales del s. I y se conserva en muy buen estado con 11,77 m de longitud, 3,32 m de anchura y una profundidad de 88 cm. El *Napoli A* presenta completo su eje axial con la quilla, la roda y codaste, 11 tracas de forro a babor, 9 a estribor, 50 cuadernas con 30 genoles, una sobrequilla con función de carlinga, 4 palmejares a cada costado del barco y 27 vagras móviles. También se conservaron dos cintas de carena inferiores y solo la superior en un costado. Atendiendo a su sección, el *Napoli A* se presenta como un barco de casco redondeado más que plano en la zona de manga máxima²²⁶, mientras que desde una perspectiva longitudinal (Fig. 332), la proa tiene una inclinación o ángulo muy superior al de la popa. La quilla con 8 m de longitud y 9,6 cm de anchura, tan solo tiene 6,8 cm de altura por lo que se presenta como más ancha que alta, rectangular. En el dibujo de sección (Boetto 2005: 65) no se aprecia con claridad, pero presenta un alefriz en bisel para acoger a las tracas de apareadura. La roda y el codaste por el contrario tienen un alefriz con encaje para acoger las tablas del casco que en ángulo acusado cierran las líneas del barco. Las uniones de éstas se realizan por medio de espigas-mortajas-clavijas y clavos metálicos. Tanto la roda como el codaste están unidos a la quilla mediante rayos de Júpiter fijados con una clavija o pasador horizontal, quedando la unión mejorada por un perno²²⁷ que atraviesa todo el conjunto verticalmente incluyendo la cuaderna M10.

Las tracas de forro tienen un espesor de 3,2 cm y las cintas interiores 11 y 12 cm respectivamente. La cinta de carena superior del costado de babor tiene 5,5 cm de espesor. Para las uniones, el *Napoli A* presenta mortajas de 6 cm de anchura, 6,3 de profundidad y 0,6 de grosor, quedando las clavijas separadas 14 cm. Se documentó la existencia de rayos en bisel para las uniones de dos tramos de una misma hilada. También se observan terminaciones de las tracas en las zonas próximas a la proa y popa perdiendo progresivamente anchura.

²²⁶ La que en la construcción a esqueleto coincidiría con la de cuaderna maestra.

²²⁷ Sistema de refuerzo y unión de carpinterías que encontraremos en numerosos pecios, aunque el perno no siempre sea exactamente coincidente con el rayo de Júpiter como es el caso del *Dramont E*, que se encuentra algo desplazada hacia la propia quilla (Santamaria 1995: 135)

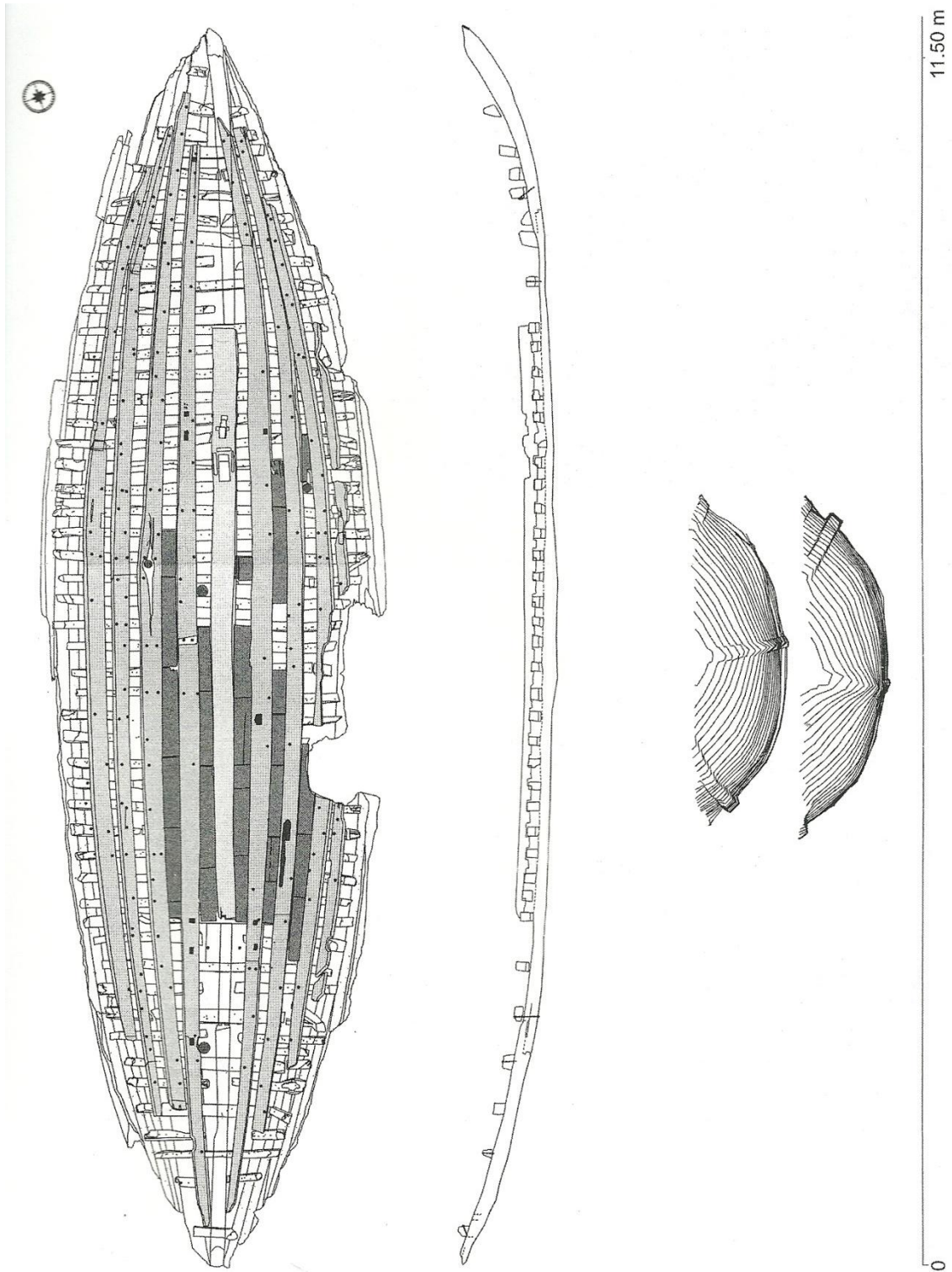


Fig. 332.- Planimetría y sección longitudinal del casco del *Napoli A*, junto con las secciones transversales de las líneas principales del casco (Boetto 2005: 64)

Entre la cuaderna M12 y 14 estaba situado en pozo de la bomba de achique que había desaparecido, con evidencias en el interior del casco, en dos palmejares de los cajones para el sustento de los tubos verticales de la bomba.

La carpintería transversal, con cuadernas de 9,1 cm de anchura y 9,5 de altura con una malla de 12 cm, presenta una alternancia de varengas y semicudernas fundamentalmente en la proa y en la popa, siendo en el tramo ocupado por la carlinga mayoritarias las varengas. Presentan imbornales centrales coincidentes con la quilla (Fig. 333) para la circulación de agua por la sentina, sin embargo en la zona proa y popa tienen forma triangular y están situados por pares a cada lado de la quilla.

En este pecio teníamos la primera evidencia²²⁸ que conocemos de semicudernas sobrepasadas o de tipo asimétrico según Boetto (2005: 68), con cuatro casos, donde las semicudernas enfrentadas no tienen a la quilla como eje separador, sino que está situado en la traca de aparadura básicamente. Su interpretación de refuerzo de la carpintería transversal en relación con la quilla viene justificado por la presencia de clavos de hierro que unen estas semicudernas con la quilla. Para la fijación de esta carpintería con el casco se utilizan cabillas de madera y clavos metálicos (generalmente a punta perdida) colocados desde el exterior.

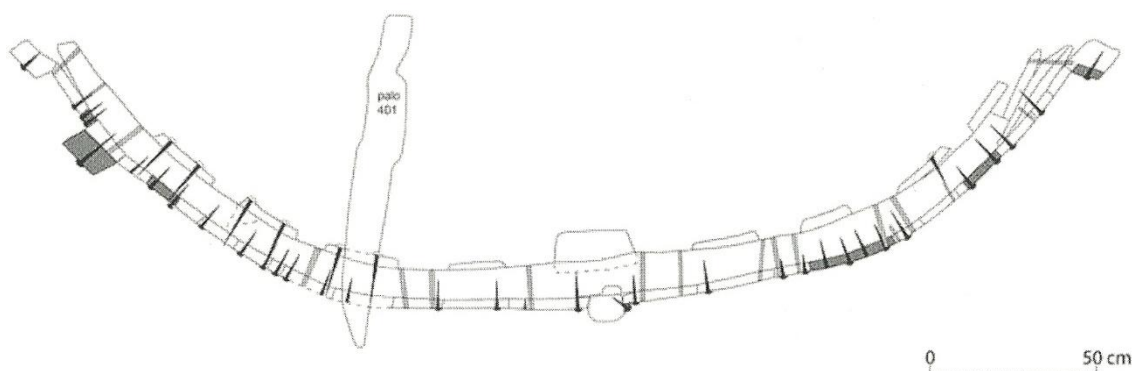


Fig. 333.- Sección transversal a la altura de la cuaderna M30, donde se muestra en gris las reparaciones antiguas documentadas (Boetto 2005: 65)

La sobrequilla con función de carlinga del mástil tenía 5,36 m de longitud, una anchura variable de 20 a 24 cm y una altura entre 9 y 12,5 cm estaba encastrada sobre las varengas. Presenta los cajones para el sustento del mástil. El más grande de perfil curvilíneo con 24,1 cm de longitud, 10 cm de anchura y 6 cm de altura está rodeado de tres mortajas que recibían las tablas de la caja del mástil. Sin embargo, a corta distancia presenta hacia proa otro conjunto de cajones con forma cruciforme con 21,7 cm de longitud, 12,7 cm de anchura y 4-5,8 cm de profundidad (Fig. 332).

²²⁸ En estos momentos de la investigación deberemos valorar como más antiguas las documentadas en *Cap del Vol* y *Baie de l'Amitié*.

Las tablas del palmejar tienen un espesor de de 3,46 cm y están fijadas a las cuadernas por clavos de hierro. Están compuestas de más de un tramo y las uniones son mediante juntas verticales o en bisel, estando éstas fijadas por dos clavos de hierro como en *Cap del Vol*. Por el contrario las vagras móviles rectangulares tienen un espesor menor, 2,4 cm, una longitud de 61,7 cm y una anchura de 14,3 cm.

Todo el casco está profusamente revestido con resina tanto interna como externamente, sobre todo en los números puntos donde se han constatado reparaciones. Algunas de éstas son simples tablas claveteadas a las cuadernas sin trazas de uniones internas. Hay muchos casos de espigas de reparación (*Vid. supra Kyrenia* o *Barthélémy B*) tanto internas como externas y solo en un caso se distingue que ha sido reparada una traca de forro. Las cintas de carena fueron reparadas con la inserción de cabillas que hacían de tacos para los clavos de hierro con varias formas y dimensiones, superponiendo piezas largas en sustitución de las dañadas.

12. LOS SIGLOS II-III

La llegada del s. II marca el cambio definitivo de las características arquitecturales en los barcos, quedando completamente definida la *familia arquitectural imperial* (Fig. 513). No se trata de un nuevo escenario económico, pues éste con matices a nivel de comercio marítimo, mantiene grandes similitudes con el periodo alto imperial.

Por una parte con el pecio *Port Vendres 3* se llega al fin de la *firma arquitectural* caracterizada por el uso de ligaduras internas en bucle utilizadas para la unión de la carpintería transversal con el casco y que tuvo su momento de mayor esplendor en la época tardo republicana. En los mismos espacios de navegación y con funciones semejantes, serán ahora barcos con arquitecturas como la del *Laurons 2* los característicos.

Desde en torno al cambio de la Era se habían ido detectando evoluciones lentas en la concepción y construcción del eje axial de los barcos (quilla y tracas de aparadura) creándose líneas de agua cada vez menos pinzadas (p.e. *Titan*) en las que el sistema de tracas de aparadura poligonales o retorcidas (*retour de galbord*) asentadas en alefrices con encaje (p.e. *Roche Fouras* o *Madhia*) o en bisel (p.e. *Cavalière*, *Fos 1* o *Grand Congloué*), evolucionan hacia su desaparición en los cascos de fondo plano con tracas de aparadura ahora de sección básicamente rectangular, pero con trazas en la concepción de la arquitectura del eje axial en muchos de los barcos del periodo alto imperial como atestigua por ejemplo el *Giraglia 2*.

El elemento que marca definitivamente las características de los barcos del periodo comprendido entre el s. II y la Antigüedad Tardía respecto a periodos anteriores es la forma en la que la carlinga del mástil se asienta sobre la carpintería transversal. Hasta finales del s. I con el pecio de *Calanque l'Âne*, la carlinga siempre se había unido al casco mediante su encastre directo en la carpintería transversal gracias una serie de encajes perpendiculares en su cara inferior para dar alojamiento a las cuadernas, bien fuesen semicudernas o varengas. Mediante soluciones variadas pero basadas en el mismo sistema se lograba que la pieza distribuyese por el casco los esfuerzos del mástil, tanto en sentido longitudinal como transversal. El modelo del pecio de *Dramont A*, *Plane 1* o *Ladispoli* pueden ser ejemplos para comprender como en la carpintería transversal se hacían una serie de encajes colocados vis a vis a cada lado de una misma con su negativo en la cara inferior de la carlinga del mástil de esta manera el acople era firme cuaderna (Fig. 334).

Durante prácticamente todo el s. I, conviven los fondos planos sin *retour de galbord* con carlingas/sobrequillas encastradas sobre la carpintería transversal hasta el referido pecio de *Calanque l'Âne* que presenta la carlinga encastrada en dos sobrequillas paralelas que a su vez se encastran en las cuadernas. Se trata básicamente de un sistema que a nuestro juicio tiene un doble cometido. Por un lado la presencia de más piezas longitudinales²²⁹ en la nueva técnica (dos sobrequillas paralelas que se asientan en las cuadernas y las “unen”, más la propia carlinga) sin duda está reforzando internamente la carpintería longitudinal del casco, a la vez que al aumentar la base, los esfuerzos laterales que provoca el mástil en navegación se reparten de mejor manera sobre la carpintería transversal.

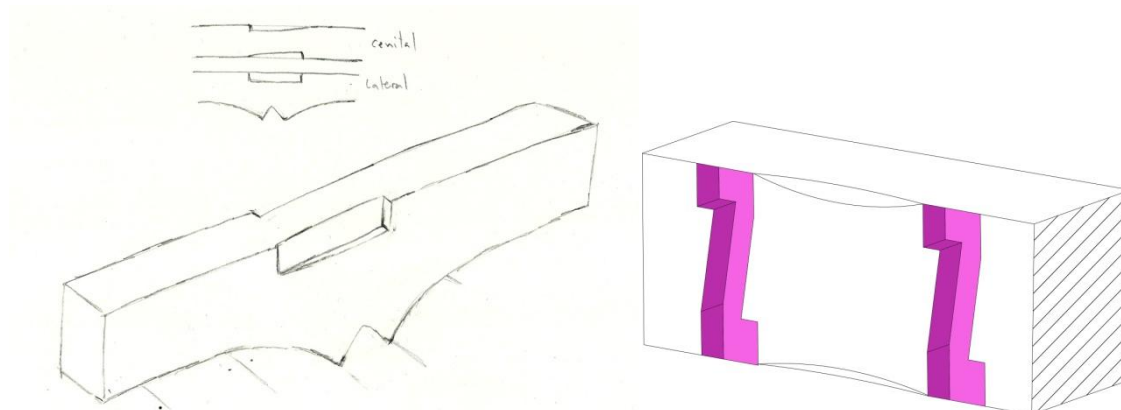


Fig. 334.- Croquis con la vista axonométrica de una varenga idílica con los encajes característicos para encastrar la carlinga. Arriba: vista cenital y lateral del tramo central de la misma pieza. Derecha, vista axonométrica de los encajes para las varengas en la en la cara inferior de la carlinga (Dibujo: Autor)

La última característica a destacar de la familia arquitectural imperial es la utilización de pernos metálicos (Fig. 335) (p.e. bronce) que unen quilla y varengas. Su utilización es conocida de antiguo como testimonio *La Madrague de Giens* o *Giraglia 2*, pero su utilización es ahora frecuente en los rayos de Júpiter y en determinadas varengas como se observa en los pecios de *La Bourse*, *Luque B* o *Fiumicino 1*, pudiéndose considerar su uso como un intento de refuerzo de la carpintería transversal por la unión con la longitudinal.

²²⁹ “Metiendo más madera”, como coloquialmente se refieren los calafates actuales.

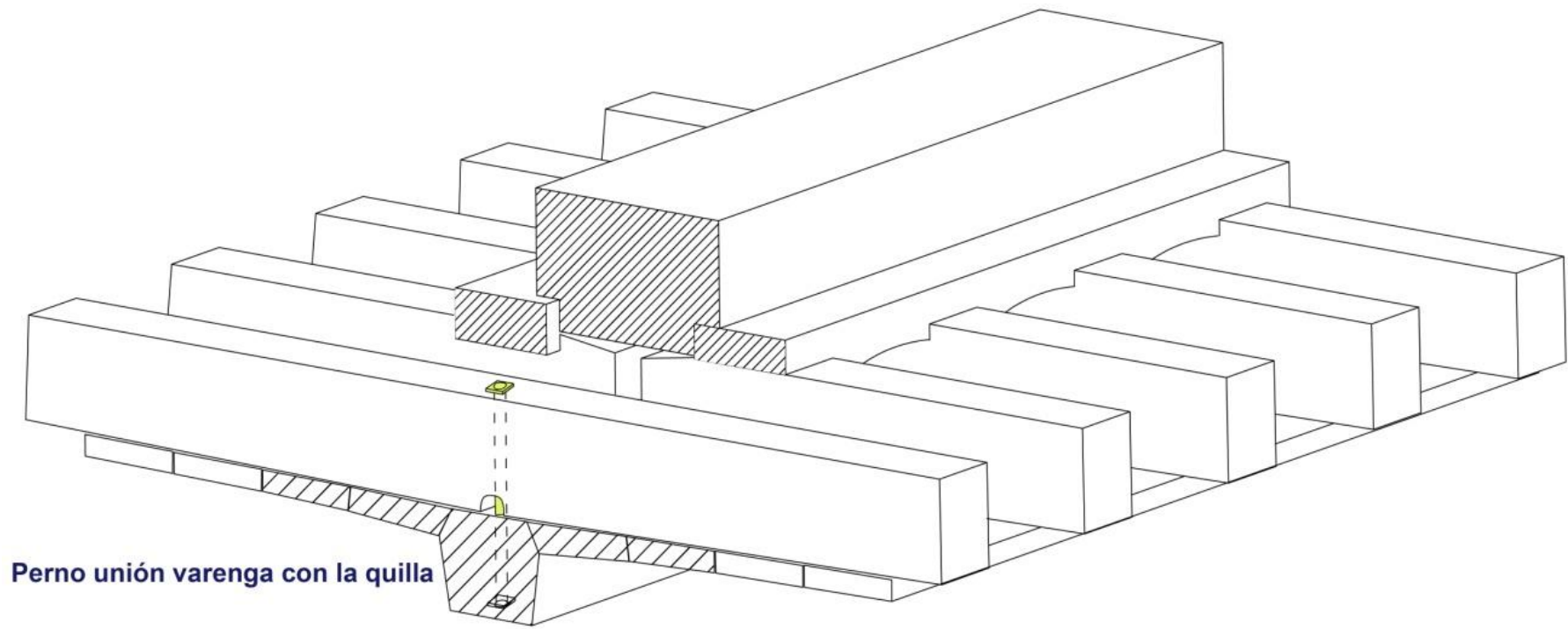


Fig. 335.- Vista axonométrica de un esquema ideal de la unión de una varenga con la quilla. (Dibujo: Autor)

12.1. PORT-VENDRES 3

El pecio de *Port Vendres 3* está situado en la rada que le da su nombre y fue excavado por Colls en 1989 (Fig. 336), con una datación de mediados del s. II (Colls, Deschamps 1985: 71). Transportaba vino envasado en ánforas Gauloises 4 hacia las provincias hispánicas. Se trata de una nave con un espacio de navegación local en la costa occidental del Mediterráneo. El pecio fue reencontrado y excavado por Jézégou en 2005 (Jézégou 2007: 41).

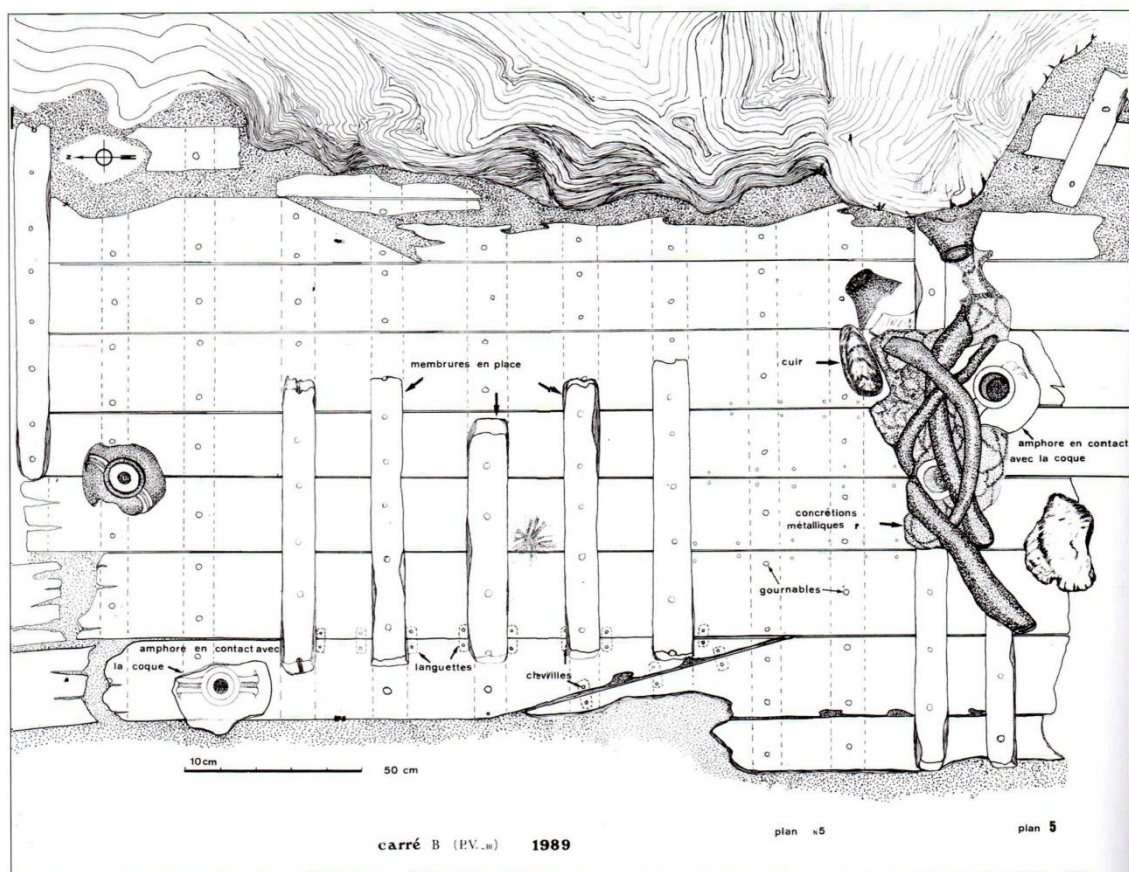


Fig. 336.- Pecio de *Port-Vendres 3*. Plano del casco realizado por Colls en 1989 (en Jézégou 2001: 41)

En la actualidad se conservan cinco de las ocho cuadernas documentadas en la excavación antigua y siete de las nueve tracas de forro. Las cuadernas tienen de 8 a 13 cm de altura y 7,5 a 11 cm de anchura con una *malla* ancha de 15 a 19 cm. La anchura de las tracas de forro varía de 17 a 25 cm y su grosor está entre los 3 y 4 cm. Están unidas por espigas de 12 cm de longitud, 5, 2 cm de anchura y un espesor de 0,6 a 0, 8 cm. Las mortajas están practicadas vis a vis en el canto de las tracas y tienen de 6,5 a 7,7 cm de profundidad, con una anchura que varía de 5,8 a 7,4 cm y un espesor de 1 a 1,3 cm. El diámetro de las clavijas de forma troncocónica es de 0,9 en la base y 1 cm en la cara superior. Se colocaron del interior del casco hacia el exterior. La equidistancia de las espigas está entre los 8 y los 15 cm.

Por lo que hace referencia al sistema de sustento de las cuadernas, Colls no interpretó la técnica de ligaduras presente en este barco a pesar de sus trabajos en el *Cap*

Béar 3, tan solo hace referencia a que se alternan rítmicamente un par de cabillas y una aislada para el sustento de las cuadernas, dato que permitió establecer la hipótesis a Jézégou de que se trataba de un barco con cuadernas atadas. Se extrajo una cuaderna de 28,2 cm de longitud, localizándose las trazas vegetales de una única cuerda en bucle y fijadas por un par de cabillas colocadas del interior hacia el exterior alternándose con cabillas aisladas. Para proteger las ligaduras, un canal o regata de 0,8 cm de profundidad y 5,8 cm de anchura une las dos perforaciones en la cara superior e inferior de las cuadernas para el paso de la cuerda, que posteriormente se masilla con resina. Unos clavos metálicos de sección cuadrada de 0,4 cm de lado, colocados desde el exterior hacia el interior acaban de fijar las piezas de la carpintería transversal.

12.2. SAINT GERVAIS 3

El pecio de *Saint Gervais 3* se localiza en el golfo de Fos a 4 m de profundidad y a unos 400 m de la misma orilla (Liou, Gassend 1990), dentro de un área con antiguas partes terrestres (necrópolis) hoy sumergidas pertenecientes al puerto romano de *Fossae Mariana*. Todo parece indicar que la fecha del naufragio se sitúa en torno a la mitad del s. II d.C. gracias a la datación de los *tituli picti* conservados en una corta colección de ánforas Dr. 20. Se trata de un cargamento cuya producción cerámica, llenado y envío se realizó desde una zona muy por encima de *Hispalis* por Genil-Malpica, dentro de la zona de Ecija-Astigi y no desde la propia desembocadura del Guadalquivir (Liou, Gassend 1990: 259) lo que abre la puerta a poner en relación las características de la nave, el cargamento y la paleotopografía del centro productor. Gran parte de su cargamento fue recuperado tras el mismo naufragio, hecho que explica que la cantidad de material recuperado durante la excavación de urgencia de 1979 no fuese elevada. Sin embargo los restos del casco se encontraban en un perfecto estado conservándose con la quilla *in situ* con 14,70 m de longitud y 6,80 m de manga (Fig. 337 y Fig. 338), dando como restitución por Roman, un barco de 17 m de eslora y 80 t de porte. Cuatro campañas de excavación con la participación de Gassend entre 1983 y 1986 permitieron una completa documentación de los restos de la arquitectura naval. Este pecio representa al tipo Romano Imperial del Mediterraneo Occidental (Pomey 1998a: 68–9; Pomey, Rieth 2005: 166–71).

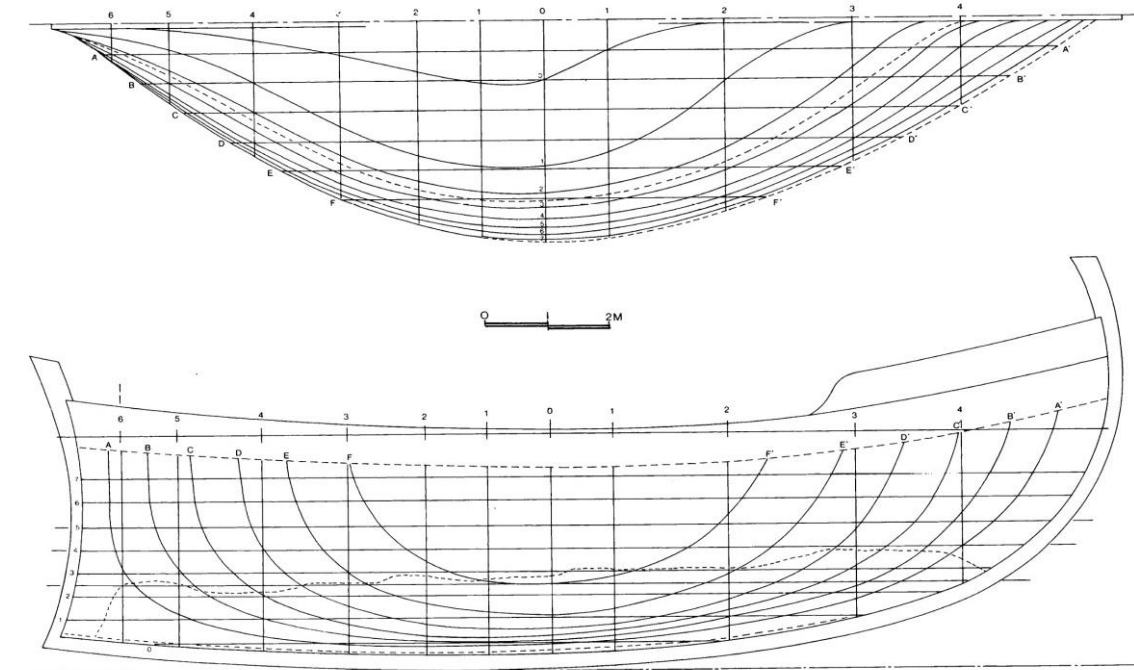


Fig. 337.- Plano de las formas del pecio de *Saint Gervais 3* a partir de las secciones longitudinales y transversales. (Liou, Gassend 1990: 261)

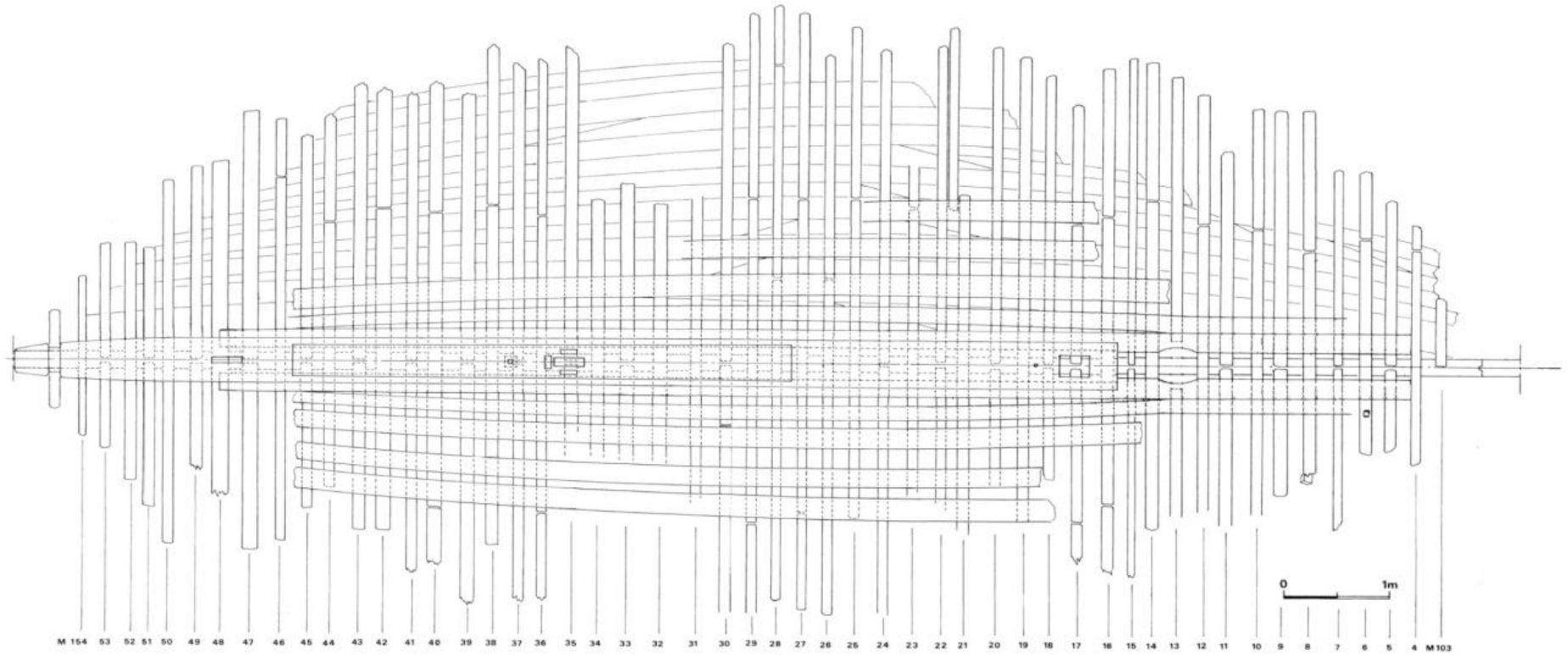


Fig. 338.- Planimetría simplificada del *Saint Gervais 3*. (Liou, Gassend 1990: 220)

El casco reposa en el fondo prácticamente plano y ambos costados presentan unas dimensiones conservadas bastante simétricas, con una anchura máxima a estribor de 3,70 m y a babor de 3,10 m. La roda y parte del tramo intermedio (brión*) de unión con la quilla habían desaparecido (Fig. 339) y algunas varengas y semicuernas de la proa estaban desplazadas de su posición original, comprimidas unas con otras, lo que indicaba que la nave había sufrido un choque violento por la proa siendo esto la causa de su naufragio (Liou, Gassend 1990: 219). El casco estaba recubierto internamente de brea. La quilla (*Pinus halepensis*) conserva 8 m de longitud uniéndose mediante un rayo de Júpiter al brión que tiene 3,60 m de longitud y gracias de otro rayo de unión, se conserva otro tramo de 0,90 m (propriadamente el codaste) (Fig. 338), por lo que se conserva un total de 12,50 m del eje axial (Fig. 339). La sección de la quilla en la zona de la proa tenía una altura de 18 cm y anchura de un máximo de 17 cm que en realidad en la cara superior quedaba reducida a 14 cm al presentar la quilla alefrices en bisel en los cantos superiores. El codaste a la altura de la cuaderna M110 tiene 22 cm de altura y 18 cm de anchura en la cara superior y 15 cm en la inferior.

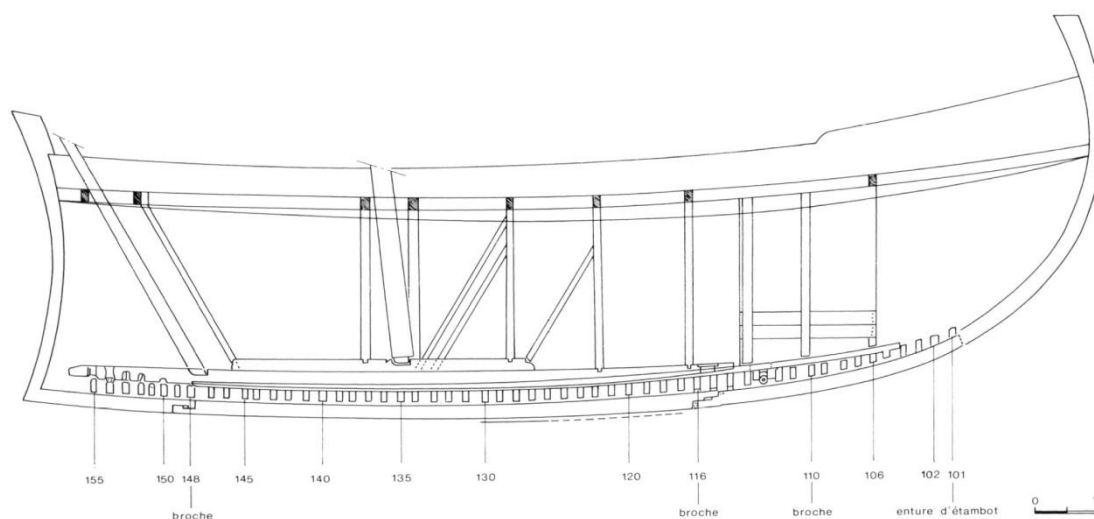


Fig. 339.- Sección longitudinal de los restos y restitución de las líneas del casco. (Liou, Gassend 1990: 223)

La sección longitudinal de la quilla muestra que ésta está bastante arqueada y no presentaba las deformaciones características de un barco que hubiese navegado durante mucho tiempo (Fig. 339). En la popa, el codaste dibujaba una curva suave y regular a diferencia de la roda que había desaparecido. Por la forma muy pinzada que adquirían las varengas M152 y M153 y que rompen la alternancia con las semicuernas, indica que la proa se cerraba de manera brusca y afilada, tratándose pues de un casco con proa cóncava.

La carpintería transversal presenta 55 unidades conservadas. La altura media de las cuadernas es muy constante (13 cm) y la anchura está entre los 14 y 16 cm. La *malla* de separación, también muy regular está entre los 28 y 30 cm. La alternancia entre varengas y semicuernas es rítmica y solo se rompe en la zona de la proa donde se suceden tres varengas de líneas muy cerradas (Fig. 340).

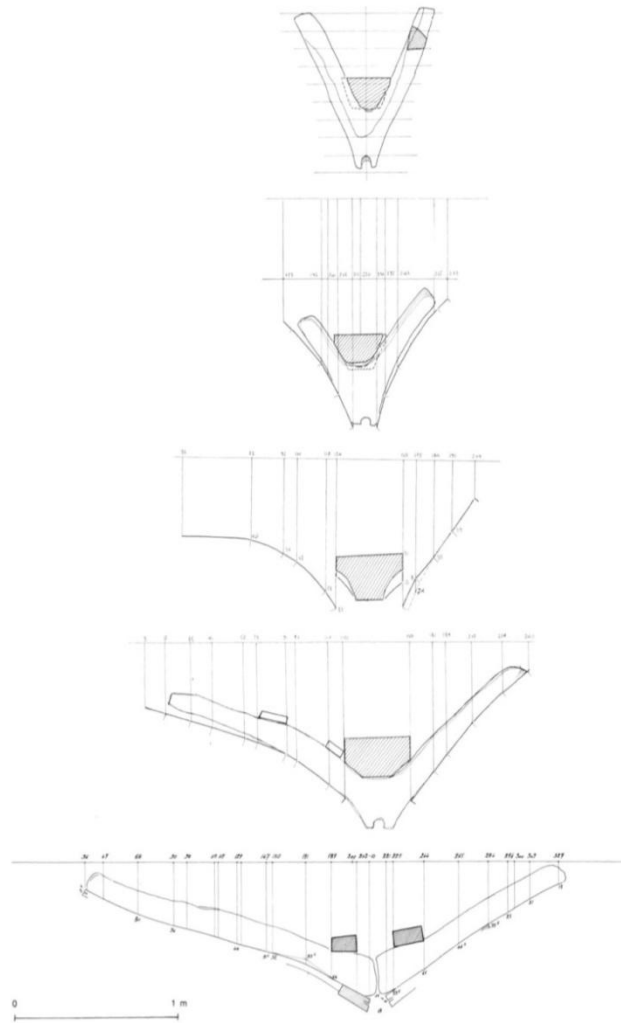


Fig. 340.- Secciones transversales del casco desde la proa de la nave dibujadas en dirección a la popa (estribor queda a la izquierda de la figura). De arriba abajo M155, M154, M153 (semicaderna), M152 y M147. (Liou, Gassend 1990: 224)

En la zona más ancha del pecio coincidente con las cuadernas M125-129 presentan una alternancia que se ha definido como asimétrica (Liou, Gassend 1990: 219). La varenga M127 que es la definida como maestra, tiene una longitud total de 3,24 m con 1,70 m a estribor y 1,52 m a babor. La M125 tiene 3,30 m de longitud con 1,70 m a estribor y 1,60 a babor y la M129 tiene 3,34 m de longitud, con 1,70 m a estribor y 1,64 m a babor. Sin embargo las M126 y 128 cruzan la quilla igualmente pero con 3,50 m de longitud la primera, 0,90 m están a estribor y 2,60 m a babor y la segunda, con 3,30 m conservados tiene 0,86 m a estribor y 2,44 m a babor, por lo que no se puede hablar exactamente de semicadernas sobrepasadas y si de varengas asimétricas.

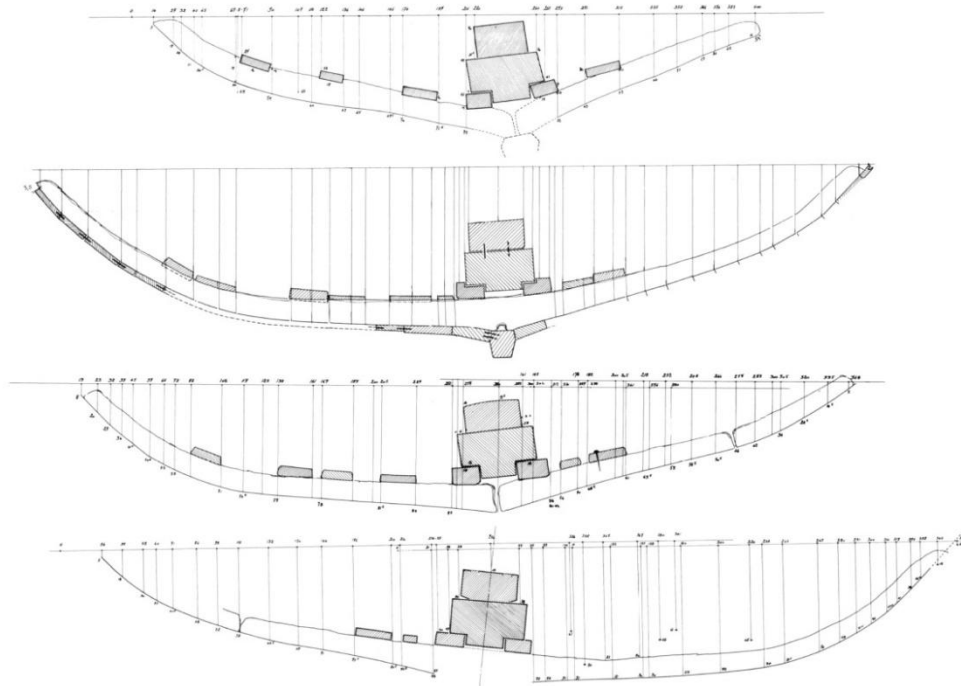


Fig. 341.- Secciones transversales del casco (estribor queda a la derecha de la figura). De arriba abajo M145, M140, M139, M135. La última sección está dibujada mirando a la proa (Liou, Gassend 1990: 225)

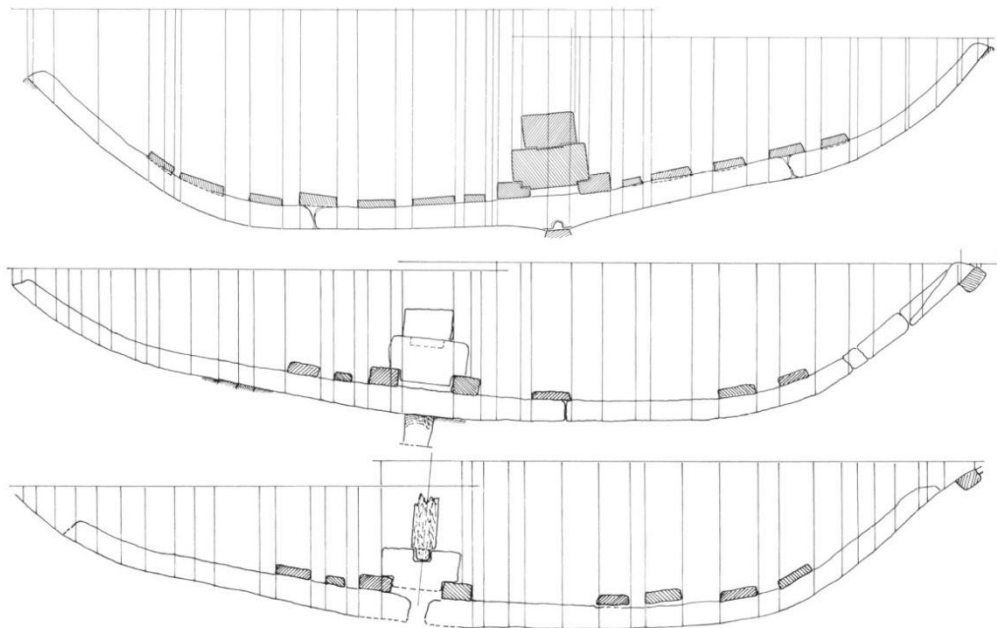


Fig. 342.- Secciones transversales del casco dibujadas en dirección a la proa De arriba abajo M131, M127, M122, Estribor queda a la derecha de la figura. (Liou, Gassend 1990: 226)

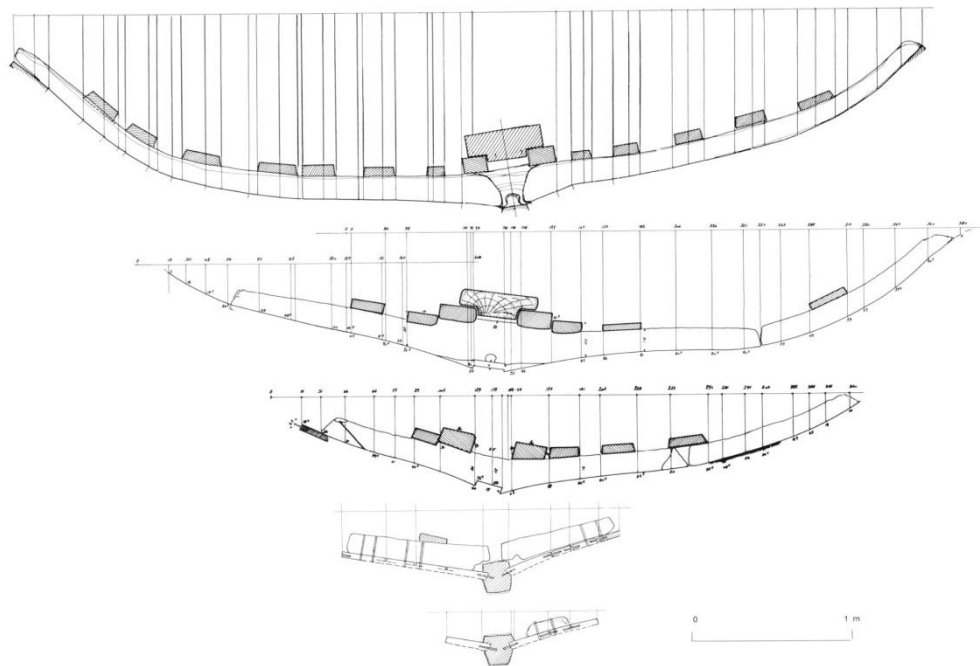


Fig. 343.- Secciones transversales del casco (estribor queda a la derecha de la figura). De arriba abajo M155, M118, M114, M108. Las secciones mirando hacia proa M101 y M100. (Liou, Gassend 1990: 227)



Fig. 344.- Vista de la cara inferior de una cuaderna con dos clavijas de la junta de las tracas del casco que llegan a quedar clavadas en ella. (Liou, Gassend 1990: 239)



Fig. 345.- Vista de la cara superior del casco donde se observa como una de las clavijas clavadas desde el exterior se queda retorcida por la presencia *in situ* de la cuaderna correspondiente. (Liou, Gassend 1990: 239)

Los genoles aparecen por todo el casco y hay que destacar que en las cuadernas que cruzan la quilla (varengas y varengas asimétricas), las juntas con los genoles se sitúan regularmente en una línea que en la zona central del casco está a 1,60 m del eje de la quilla y que poco a poco se va aproximando a ésta en dirección a los extremos del casco. Las juntas entre semicudernas y genoles se sitúan por al contrario en una línea que está 1,50 m del eje axial.

La situación de las dos líneas longitudinales de unión o junta, se justifica por el hecho de que las semicudernas tienen una longitud prácticamente igual a la de las varengas, lo que indica que los constructores no querían dejar ninguna zona del casco

debilitada transversalmente a la altura del pantoque. La junta de unión no presenta rayo alguno pero sí hay presencia de cuñas. La unión de las cuadernas al casco se realiza por cabillas de 1,5 cm de diámetro y presenta la particularidad de estar colocadas en grupos de dos en dos²³⁰, estando cada par separado por 15-20 cm. En la zona de la proa, las dos últimas varengas conservadas presentaban en su unión con el casco clavos de cobre con un espaciado de 30 cm entre ellos estando un clavo situado a la altura de octava hilada de traca. Tres varengas estaban unidas a la quilla por pernos en cobre, rematadas. Se trata de la M148 (Fig. 339-*broche*) en la proa y la M116 y M110 en la popa si bien había otros pernos en cobre en los rayos de Júpiter de unión.

Los imbornales son centrales salvo en el caso de las varengas que coinciden con la posición de los pernos, que presentan los imbornales en los extremos laterales del tación. Por último se constató que la M142 se trata de una quilla reutilizada como cuaderna, al igual que la M140 que presenta perforaciones no asociadas a la construcción, lo que parece pues una reutilización. Como curiosidad se encontraron varias marcas con *QMF* que podrían ser las iniciales de *tria nomina* a modo de firma del carpintero naval. Las especies vegetales documentadas son variadas: *Juglans* sp., *Acer campestre*, *Ulmus campestris*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster* y *Pinus sylvestris*.

El casco (*Pinus halepensis*), a la altura de la cuaderna maestra M127 conserva 18 tablas en el costado de estribor desde la traca de aparadura hasta la cinta de carena inferior. En babor se conservan 4 tracas más la de aparadura. La anchura de las tablas es de 30 a 20 cm y va disminuyendo progresivamente en dirección a los extremos del casco, si bien en el juego de anchuras perdidas (o *tablas perdidas*) a la altura de la roda, la segunda traca de aparadura de estribor se ensancha. Los tramos de tracas tienen una longitud entre los 6 y 9 m aunque hay algunas que llegan a los 9 m como es el caso de la segunda traca de aparadura en el costado de estribor. El espesor de las que están más próximas a la quilla como la de aparadura es de 7,5 cm pasando a los 6,5 cm en la cara de contacto con la segunda tabla que tiene un espesor constante de 6 cm. La tercera va de los 4,5 cm a los 3,5 cm que será el espesor constante de todas las tablas, salvo lógicamente las cintas de carena, con 9 cm de espesor y 16,5 cm de anchura (la 18ª hilada desde la quilla) y que se corresponde con la línea de flotación (Liou, Gassend 1990: 232). La unión de dos tramos de una misma hilada se realiza con rayos de bisel. La traca de aparadura particularmente gruesa se une a la quilla por dos hiladas de espigas-mortajas colocadas con un ritmo secuenciado (Fig. 346).

²³⁰ En el momento de la excavación se asoció de manera impropia al pecio de *Cavalière*

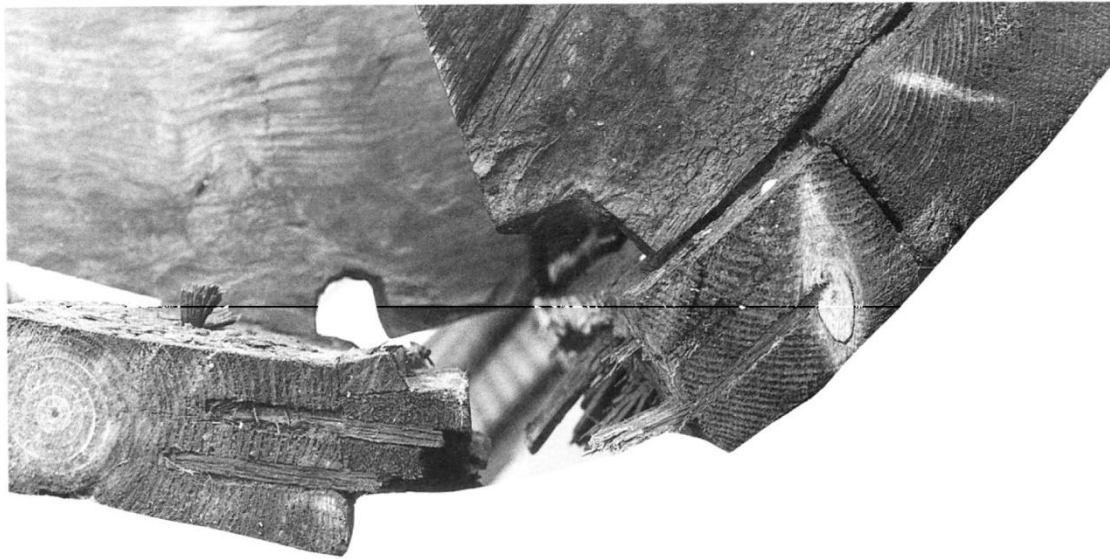


Fig. 346.- Vista de la sección de las tracas de apardura con las dos espigas colocadas rítmicamente para unirse a la quilla. En segundo plano una varenga con el imbornal en el centro. (Liou Gassend, 1990: 231)

Las mortajas en las tracas están equidistantes 12 cm y tienen 7 cm de anchura, valor algo superior al de las espigas para permitirles un cierto juego en el momento de unión de las tablas. La profundidad es de 13 cm y su grosor es de 0,7 cm. Las clavijas son troncocónicas con el diámetro pequeño de 0,5-0,6 cm y el grande de 1,2 cm y están colocadas desde el interior del casco, si bien se documentaron tres clavijas colocadas desde el exterior a la altura de las cuadernas M147 y M155 uniendo las tablas 7 y 8, dos en la cuaderna con perno metálico M148 y una en la M150. La cuaderna con unión física a la quilla estaría unida al casco con anterioridad a elevar el casco teniendo pues un posible papel activo en las líneas de agua del barco²³¹ (Fig. 344, Fig. 345). En dos zonas del casco que se han estudiado con detalle, en la proa entre la M149 y M154 (Fig. 347) y en la zona central entre M129 y M137 (Fig. 348) se ha observado la presencia de pequeñas clavijas de sección cuadrada de 6 mm de lado, colocadas desde el exterior del casco, casi en la junta de dos tracas y en el espacio entre dos cuadernas. Se interpretó al igual que en la *Madrague de Giens* como de clavijas que sirvieron para colocar en el casco unas cuadernas provisionales, para facilitar el montaje.

²³¹ Recordemos que no hay cambios en el principio de concepción longitudinal del barco, únicamente una ayuda en el proceso de construcción. Podría ser por la reproducción de un modelo conocido del que se usan patrones para darle forma.

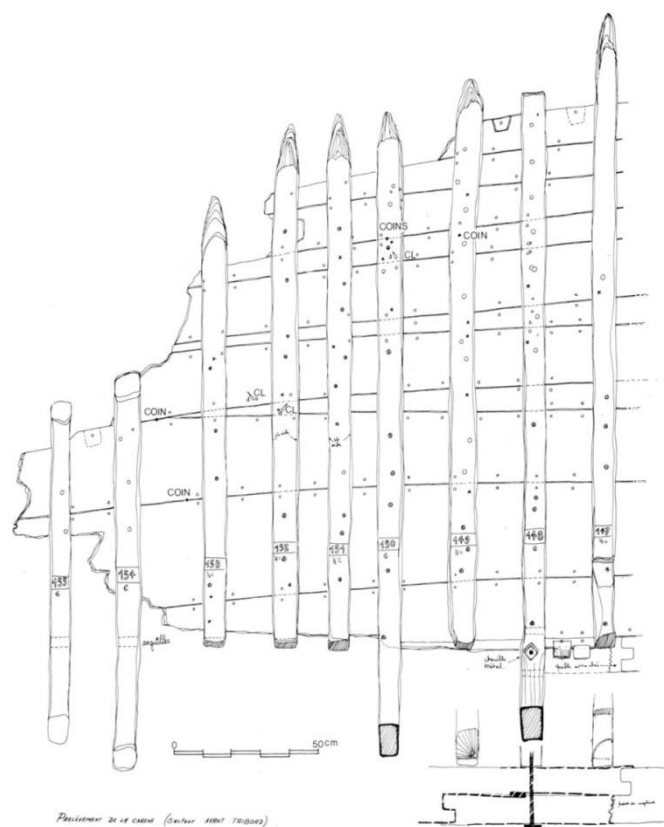


Fig. 347.- Parte del casco en la proa, costado de estribor, remontado a superficie en 1984 para su estudio de detalle. (Liou Gassend, 1990: 235)

En general, en todos los pecios conocidos la carlinga para la base del mástil desempeña a la vez el papel de sobrequilla salvo en el caso de *Saint Gervais 3*. Normalmente en la zona donde está el cajón para la mecha del mástil, la pieza presenta una altura superior que en el tramo que desempeña el papel de sobrequilla. La carlinga propiamente dicha en el *Saint Gervais 3* es una viga de madera de *Abies alba* de 4,80 m de longitud, 38 cm de anchura y 21 cm de altura (Fig. 349). Su extremo hacia la proa coincide con la cuaderna M145 y su extremo hacia la popa con la M127, es decir la cuaderna maestra o manga máxima del barco, por lo que se sitúa hacia la parte delantera del barco.

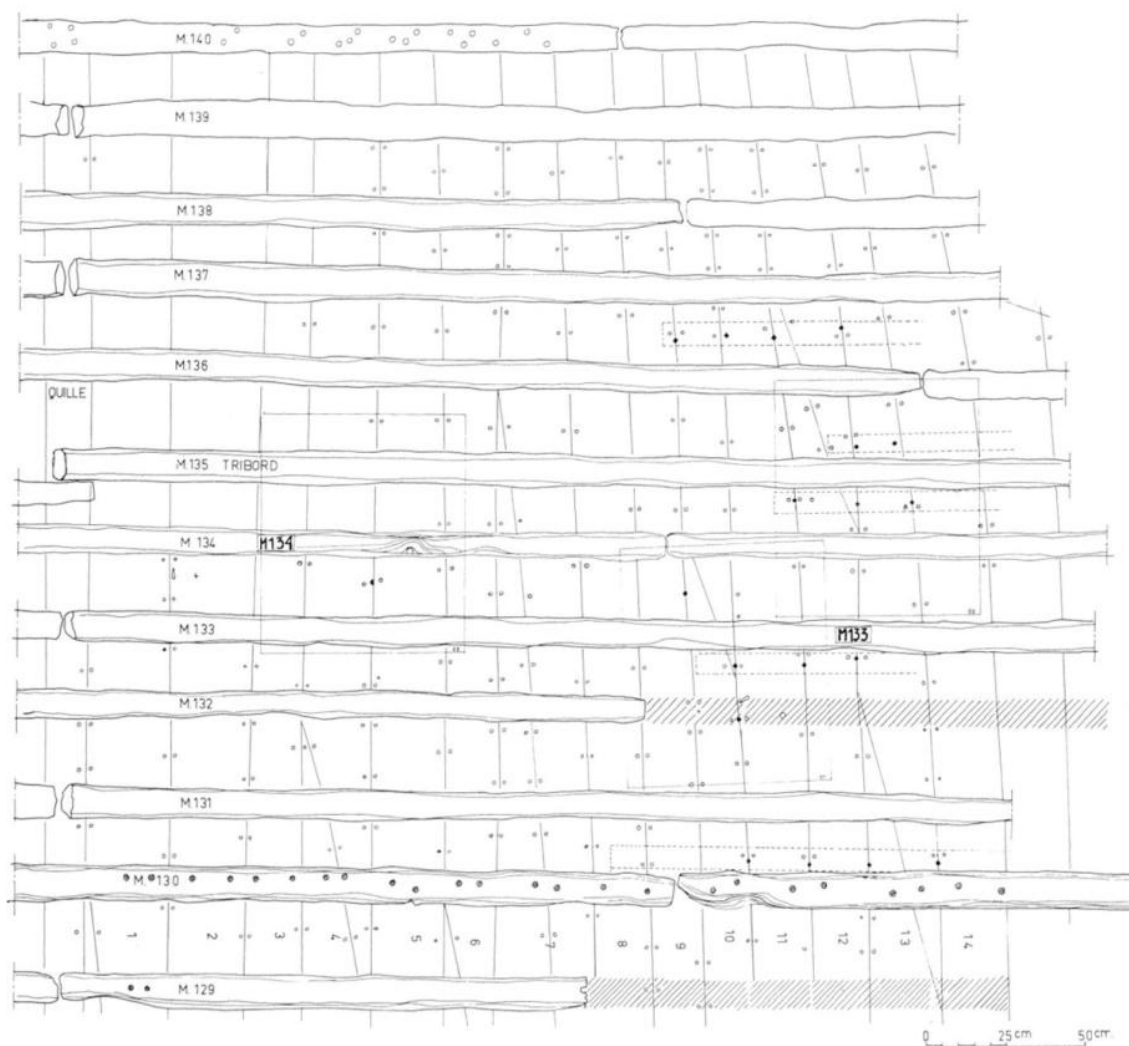


Fig. 348.- Planimetría del costado de estribor. (Liou Gassend, 1990: 235)

El mástil principal está entre 2,45-2,80 m del extremo delantero (Fig. 349), entre la M136 y M135 y a 2 m por delante de la cuaderna maestra o manga máxima, es decir a 3/8 de la eslora. La cavidad del mástil tiene 30 cm de longitud, 10 cm de anchura y 9 de profundidad, recta hacia la popa y asciende con sección redondeada hacia la proa. La base del mástil ha dejado su impronta en la cara superior de la carlinga con una longitud de 30 cm y una anchura de 17,5 cm, entre las dos cavidades laterales y la frontal.

En la carlinga hay cuatro encajes o cajones oblicuos inclinados 60° con la horizontal. Uno está situado hacia la proa, en la cara lateral de estribor e inclinado hacia delante y los otros tres, dos están justo detrás del mástil en cada una de las caras laterales y el último en la extremidad de popa, en la cara lateral de babor (inclinados hacia la popa) (Fig. 349).

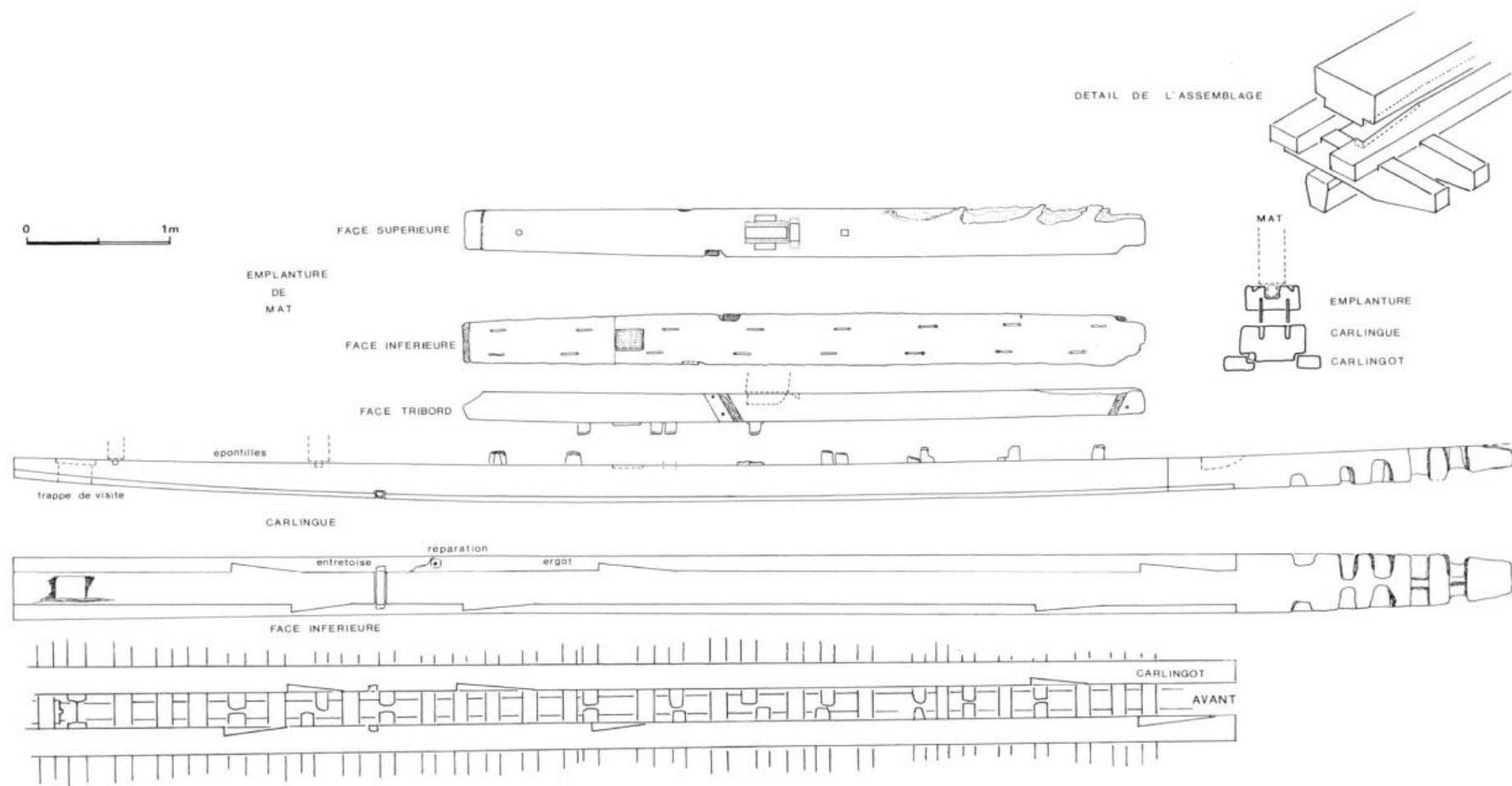


Fig. 349.- Carlinga del mástil, sobrequilla y sobrequillas paralelas (Liou Gassend, 1990: 241)

Presentan unos maderos para encajarse parcialmente fijados por tres clavos y están en relación con los puntales. Se observó uno de ellos que tenía más de 3 m de longitud con su encaje en la carlinga. Se trataba de un puntal de gran importancia puesto que permitió establecer el puntal o altura al puente del barco²³².

La carlinga se asienta en la sobrequilla y se une a ella por seis espigas repartidas de dos en dos a tresbolillo. Las espigas tienen 18 cm de longitud, 10 cm de anchura y 6 mm de grosor (Fig. 349). La fijación se completa con un taco de sección cuadrada de 18 cm y 2 cm de grosor colocado en la cara inferior de la carlinga que se inserta en el correspondiente cajón en la sobrequilla. La sobrequilla es una enorme viga de madera de 10,50 m (*Pinus halepensis*) con una anchura media de 47 cm y una altura de 27 cm que se afina hacia los extremos (hasta 15 cm en la popa). Su cara superior es completamente plana y la inferior presenta la misma curvatura (o arco) que la quilla. Se inicia en la primera varenga conservada M155 y termina al nivel de M115 antes del emplazamiento de la bomba de achique, a 4 m del extremo final del casco conservado. La cara superior de la sobrequilla, justo a 1,40 m de su inicio, presenta un cajón para el sustento de un segundo mástil a proa (*artemon*). Tiene 30 cm de longitud, 10 cm de anchura y 10 cm de profundidad con el perfil redondeado ascendente hacia la proa como es común.

Presenta igualmente en la cara superior las mortajas y el cajón cuadrangular para la unión con la carlinga del mástil principal. Entre las cuadernas M115 y M116 se practicó una perforación de 28x22 cm y se le colocó una tapa con los bordes biselados para tener acceso a la sentina del barco y poder realizar algún tipo de limpieza en el tramo previo a la bomba de achique. En su cara inferior una serie de encajes longitudinales y triangulares le permiten la unión firme con las sobrequillas paralelas, así como con las cuadernas en la quilla. Los dos cantos de la cara inferior están más rebajados que el centro longitudinal de la sobrequilla. La sobrequilla se apoya directamente en las sobrequillas paralelas. Desde 1,50 m del extremo distal de popa y presenta una serie de encajes triangulares, dos a cada lado y se corresponden con otros simétricos en las sobrequillas paralelas (Fig. 349). Presenta a la altura de la cavidad del mástil de proa a una serie de encajes transversales en su cara inferior, como en los pecios del periodo republicano para encastrarse directamente, no ya en las sobrequillas paralelas, sino en la cara superior de las varengas. La sobrequilla presentaba una serie de punciones impresas en la madera CANTIORUM seis veces y al menos cuatro veces

²³² Con 60° de inclinación permitió restituir la altura del casco o puntal a 2,60 m desde la sobrequilla lo que da un total de 2,80 m. La cuaderna maestra da 7,50 m de manga máxima para una eslora de 17 m y una *ratio* de 2,26.

las letras RRFG. *Cantiorum* es el genitivo plural del gentilicio *Cantius* de origen céltico que se localiza fundamentalmente en el nordeste de Italia (Aquilea) (Liou, Gassend 1990: 245) por lo que parece que un miembro de esta familia intervino en el proceso constructivo.

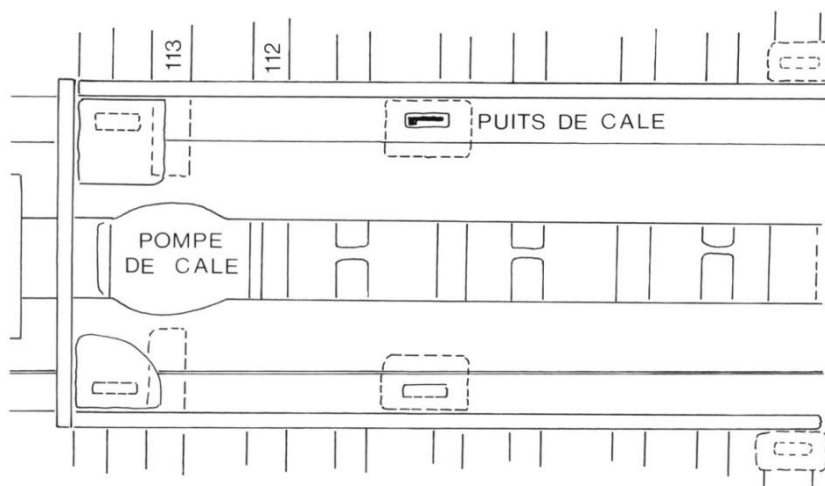


Fig. 350.- Vista cenital de las sobrequillas paralelas y los semicírculos de sus caras internas para dejar espacio a la bomba de achique. Se observan los cuatro pilares del cofre o cajón donde se alojó la bomba de achique. (Liou Gassend, 1990: 254)

Las sobrequillas paralelas (*Pinus halepensis*) tienen el papel de unir la sobrequilla con la carpintería transversal (Fig. 349). Tienen una longitud de 11,20 m y una sección constante, con una altura de 11 cm y una anchura de 18 a la altura de la M131. En la popa (M108) tienen 13 cm de alto y 20 de largo. Finalizan su recorrido hacia la proa justo a la altura de la posición del segundo mástil del barco. Tienen los encajes correspondientes para la sobrequilla que se acopla en ellas. También, entre las cuadernas M124 y M125 un travesero las une y que a la vez participa en el bloqueo y fijación de la sobrequilla.

Al final de su recorrido las caras laterales enfrentadas describen una forma circular para crear el espacio para la bomba de achique al igual que *Port Vendres 1*. La zona queda delimitada por un cajón de tablas de 5 cm de grosor colocadas horizontalmente y clavadas en pilares verticales de sección cuadrada o rectangular potente (p.e. 26x24 cm). La bomba de achique como es común en los pecios a profundidad asequible fue recuperada de antiguo (Fig. 350).

Por lo que hace referencia al piso de la bodega, se componen de un palmejar fijo calvado sobre la cara superior de las cuadernas y con uniones entre tramos mediante rayos en bisel. Tienen una anchura de 20 cm de media y una altura de 8 cm, con longitudes de 4,50 m, colocadas a intervalos entre hiladas de vagras móviles, que en el caso de *Saint Gervais 3* se reducían a simples trazas por su mal estado de conservación.

12.3. TIBOULEN DE MAÏRE

El pecio de *Tiboulen de Maïre* se encuentra a 51 m de profundidad al SE de la rada de Marsella y próximo a la isla más septentrional del archipiélago de Riou. Se trata de un pecio del s. II (naufragado entre 130 y 150 d.C.) que transportaba fundamentalmente ánforas Dr. 20 y Beltrán IIB, con presencia de cerámica común y otra definida como ibérica (entendemos como adscripción geográfica). A juzgar por las medidas tomadas del casco podemos asegurar que se trata de una nave de dimensiones considerables para su periodo ya que éstas sobrepasan los 30 m (Ximènès 2007: 75) y podrían llegar a los 34-35 m de eslora, sin mencionar que debió de tener un elevado tonelaje de porte.

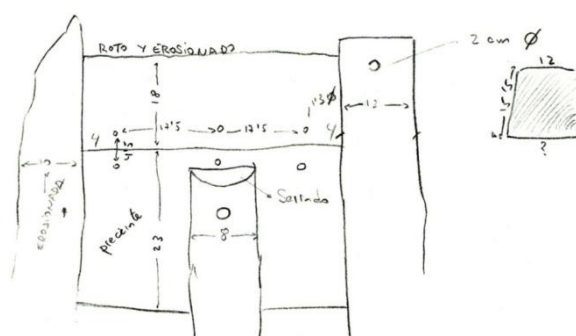


Fig. 351.- Croquis acotado de una zona del casco excavada en 2011 a la altura de las cuadernas M35, M34 y M33, coincidente con la cinta de carena (*preceinte*). (Dibujo: Autor)

A pesar de tener conservada en buen estado una importante parte de su arquitectura naval por el sustrato de fangos en el que se encuentra y por su profundidad ya considerable, no ha recibido la atención merecida, ya que no es muy asequible su estudio. Por otra parte la rápida comparación con la *unidad arquitectural* de *Saint Gervais 3* hace que parezca un yacimiento sin más que aportar. No existe trabajo alguno sobre pecio de *Tiboulen de Maïre* en la bibliografía²³³, tan solo notas de actuaciones en el *Bilan Scientifique* por lo que la única información es la del archivo de DRASSM²³⁴. Su descubrimiento en la década de los setenta y su excavación ha estado vinculada a la figura de S. Ximènès quien de manera voluntaria y con colaboradores ha ido

²³³ Parece que en breve Ximènès publicará un monográfico.

²³⁴ Tratándose de un trabajo inédito de Ximènès, tan solo señalaremos algunas de las observaciones y croquis acotados que realizamos nosotros durante la campaña de agosto de 2011, en la que excavamos y registramos una pequeña zona de arquitectura naval

acometiendo su excavación regularmente desde 2003. La quilla de importantes dimensiones en sección, en su unión con la roda de tipo cóncavo (Fig. 7) fue serrada y remontada a superficie encontrándose en el rayo de Júpiter de unión una moneda votiva fundacional. El casco presenta un fondo bastante plano, al que no pudimos asignarle una anchura precisa, puesto que parece que a lo largo de las excavaciones, parte del costado que presentaba un alzado, se fracturó dando ahora la impresión de que la manga del barco es de prácticamente de 12 m de pantoque a pantoque.

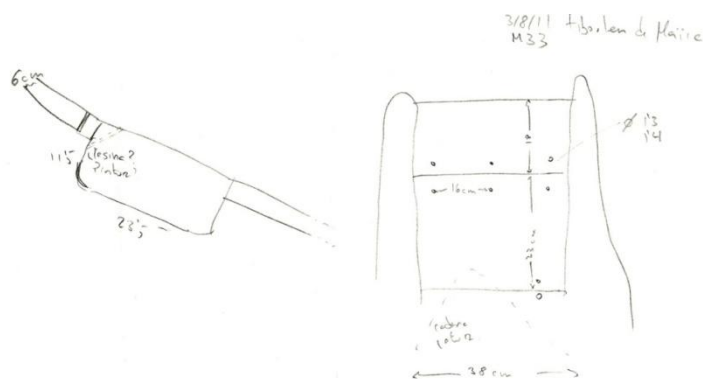


Fig. 352.- Croquis acotado de la sección de una cinta de carena, en la zona del casco excavada en 2011. (Dibujo: Autor)

Parece que existe una alternancia entre varengas y semicuernas a lo largo del casco (Fig. 351). Las cuernas que pudimos observar estaban unidas al casco únicamente por cabillas de madera, si bien había constancia en otras áreas de clavos de bronce con la punta retorcida para su unión. Las varengas presentan dos imbornales de forma circular coincidentes con los laterales de la quilla. Pudimos realizar la medición del espesor del casco, encontrándonos que éste presentaba unos valores de 6 cm en la tabla contigua a una cinta de carena (desconocemos la altura de esta hilada en el casco), siendo común un valor de 5 cm en otras. Las anchuras de las tracas de forro en la zona excavada eran variadas, con valores de 18 y 23 cm. La cara exterior del casco, aquella que pudimos observar nosotros iluminándola, presentaba restos de una resina grasosa de color rojo, que daba la impresión de revestir el exterior a modo de pintura de protección (Fig. 352). Presentaba un payol alternante entre palmejares fijos claveteados a las cuernas y vagras móviles, sobre el que estaba dispuesto un abarrote de ramas de varias medidas para la estiba del cargamento. En la actualidad no quedan restos de él. La carlinga del mástil, arrancada del pecio al parecer por un accidente en la excavación,

estaba fijada en dos sobrequillas paralelas, una de ellas procedente de una reutilización, a juzgar por las mortajas que presentaba.

12.4. LA BOURSE/LACYDON

El pecio *La Bourse*²³⁵ fue encontrado en el *Vieux Port* de Marsella en 1974, en el interior de la dársena, en la cala de Lacydon, durante la construcción del nuevo Centro de la Bolsa. Se trata de un barco abandonado a principios del s. III o quizás a finales del s. II, de cuando el puerto interior se colmató convirtiéndose en el cementerio de barcos desarmados. El pecio de *La Bourse* se encuentra en la actualidad en el Museo de Historia Marsella (en plena obra de remodelación para la capitalidad europea de la cultura de 2014) y está conservado en una cámara fría accesible (Fig. 355 y Fig. 356).

Se conservaba una importante porción del casco bajo las arenas con 20 m de longitud y 7 m de anchura lo que permitió establecer que su eslora era 23 m y su manga 9 m (Fig. 353). El casco con varengas planas presentaba una ligera curvatura longitudinal. La quilla de sección trapezoidal tenía 17-28 cm de anchura y 29 cm de altura. Presentaba alefriz en bisel simple que evolucionaba hacia alefriz con encaje hacia sus extremos distales, hacia las uniones con la roda y le codaste. Las tracas de apardura estaban unidas a la quilla por espigas pero únicamente por clavos de cobre tanto en la roda como en el codaste. Las mortajas tenían 6 cm de ancho, 10 cm de profundidad y 1 cm de grosor con una equidistancia de 12 a 15 entre ellas.

Las tracas del casco tenían entre 18 y 23 cm de anchura y 6 cm de espesor. Las espigas para sus uniones tenían 6 cm de anchura, de 12 a 13 cm de largo y 1 cm de grosor y en las tablas estaban separadas entre ellas a 20 cm “de centro a centro”. Las clavijas de fijación tenían diámetros de 0,8 a 1,5 cm y estaban colocadas desde el interior del casco, salvo en las tracas comprendidas entre la 8ª y 10ª hilada que bajo algunas cuadernas (M114, 122 y 139) las clavijas de fijación eran cilíndricas y posiblemente colocadas desde el exterior del casco (*Vid. infra* y Fig. 354). Las tablas de una misma hilada de tracas se unían entre ellas por medio de rayo en bisel mediante espigas y clavos horizontales en los extremos del rayo. Se conservaba una cinta de carena inferior con 14 cm de anchura unida al casco como si de una traca más se tratase.

²³⁵ La síntesis del presente pecio ha sido extraída fundamentalmente del trabajo de Pomey en *The International Journal of Nautical Archaeology* (2012) 41.2: 235–314 doi: 10.1111/j.1095-9270.2012.00357.x

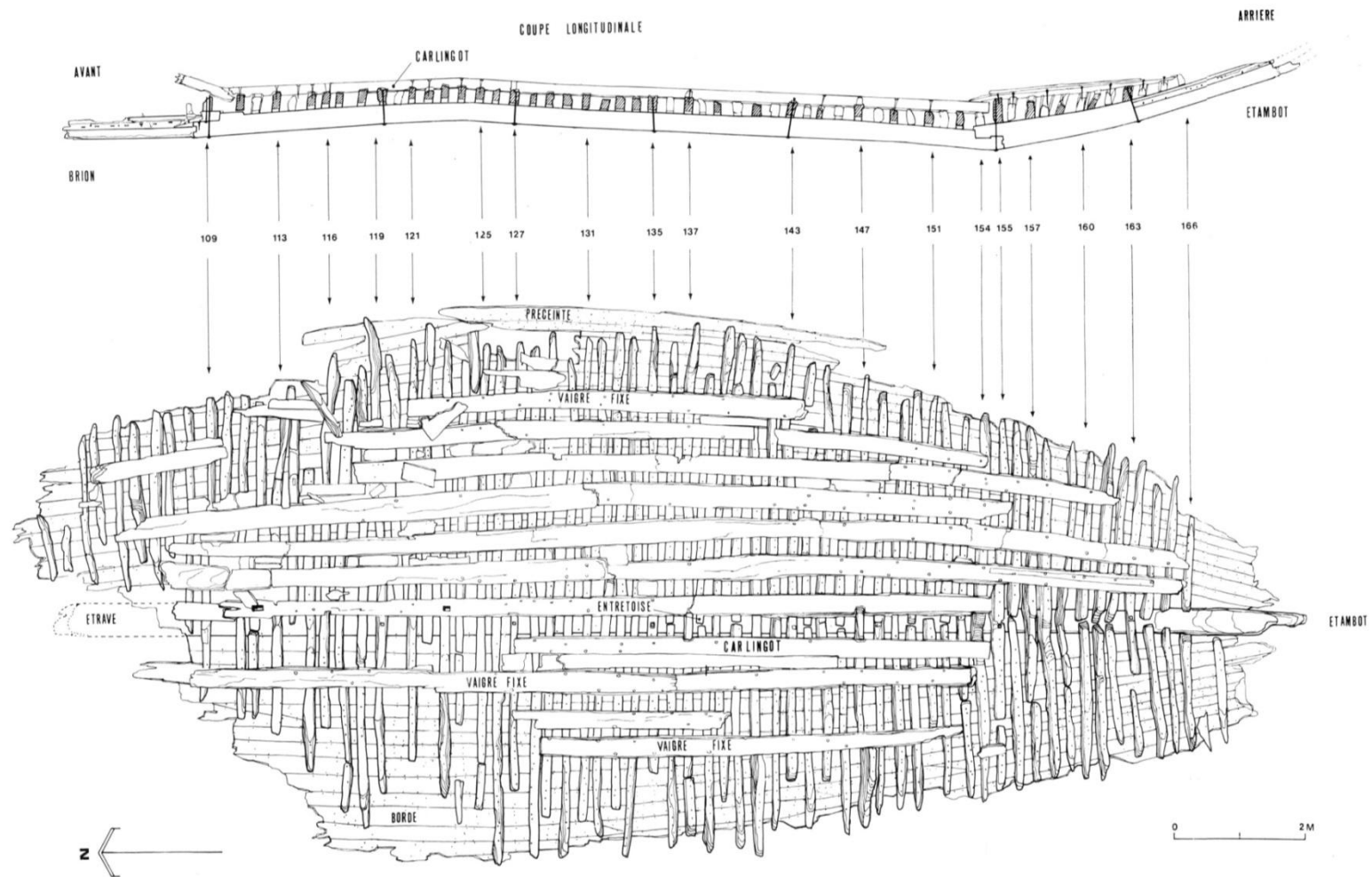


Fig. 353.- Planimetría del pecio de *La Bourse*. (Fotogrametría de Courier, CNRS, CRA en Gassend, Coumo 1982: 272).

En la carpintería transversal se alternaban generalmente varengas y semicuadernas, algunas de ellas descentradas o sobrepasando la quilla. Las cuadernas tenían 8 cm de anchura y 15 cm de altura colocadas con una *malla* de separación de 25 cm y estaban unidas al casco por cabillas verticales de 1,5 a 2 cm de diámetro sin que existiese conexión entre las diversas piezas que constituían una misma cuaderna (p.e. varenga y genoles). Ocho varengas estaban directamente unidas a la quilla por pernos de cobre de 2 cm de diámetro, estando algunos de ellos (cuatro) asociados a los rayos de Júpiter de unión de la quilla con los extremos distales, para reforzar estas uniones. Los otros cuatro pernos estaban colocados a lo largo de la quilla cada 8 ó 10 cuadernas.

El pecio de *La Bourse* presentaba dos sobrequillas paralelas o gemelas a cada lado de la posición de la misma quilla (Fig. 353). A pesar de que la carlinga del mástil no se localizó, su existencia queda probada por los encajes documentados en las sobrequillas paralelas y la carlinga puede llegar a restituirse. Igualmente porciones de la sobrequilla podrían restituirse en cada uno de los extremos del casco como una extensión de la misma carlinga (es decir esta pieza cumpliría con ambas funciones) como se desprende de la altura de los pernos que unirían pues quilla, cuaderna y sobrequilla.

A nivel de sección del casco, *La Bourse* presentaba varengas planas a la altura del eje axial, algo característico en los barcos de la familia arquitectural imperial occidental. La madera del casco presentaba un recubrimiento interno y externo de resina o brea para mejorar su estanqueidad.

Una de las cuestiones más interesantes que propuso este yacimiento es si en la concepción y en la construcción del barco se dio una fórmula mixta. Los autores Cuomo y Gassend propusieron en 1982 partiendo de *La Bourse* la existencia de un proceso de construcción híbrido entre el casco y el esqueleto. Este argumento se basaba en la presencia de clavijas de sección cónica que se habían introducido desde el interior del casco junto con otras de sección cilíndrica colocadas desde el exterior. Consideran que la colocación de una clavija cónica desde el interior del casco es más estanca que no al revés y que ello se debió únicamente a la predominancia de la cuaderna sobre el casco, ya que ésta estaría colocada con anterioridad al “cierre” de la espiga por clavijas. La forma cónica de las clavijas favorece (Cuomo, Gassend 1982: 263) que al hincharse estas por la humedad tiendan a salirse de la perforación, por ello las que se colocaron desde el exterior del casco y de difícil “repasso” fueron cilíndricas. Aun más, en algunas de ellas se colocó una cuña de madera en el orificio con anterioridad al martilleado para que se reventara cónicamente la cabeza de la clavija cilíndrica (Fig. 354 y Fig. 357). Los referidos autores comprendieron que el método se basaba en dejar colocadas las espigas con clavijas cónicas colocadas desde el interior en la traca que se iba a unir al casco. Como existían ya cuadernas colocadas, en el momento de fijación de las espigas en la tabla propia del casco, las uniones que eran coincidentes en el espacio con las cuadernas imposibilitaban que la clavija se pudiera colocar desde el interior, colocándose pues desde el exterior las referidas clavijas cilíndricas. Una vez conocido el sistema de construcción realizaron una observación detallada para comprender el proceso de construcción del pecio de *La Bourse*.

La presencia de varengas planas (*Larix decidua*) de dimensiones variadas unidas a la quilla mediante pernos de cobre indica que en el proceso de construcción

estas piezas se colocaron quizás a la vez que se levantaban las tracas de apurada y bien podrían haber ayudado a dar las formas al casco.

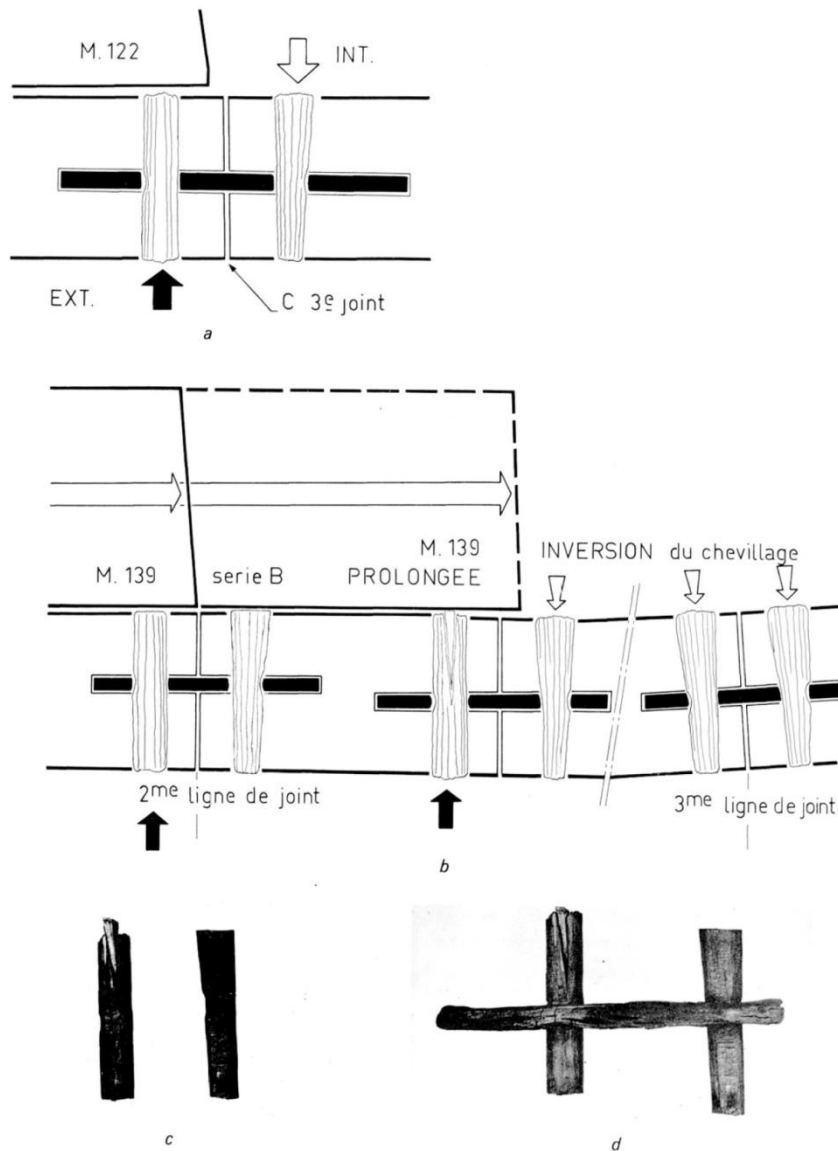


Fig. 354.- Vista esquemática de la colocación de las clavijas de fijación de las espigas coincidentes con la situación de una cuaderna activa (a y b). Clavijas cilíndricas colocadas desde el exterior del casco a las que una pequeña cuña superior pre-colocada en el perforación, les reventaba la cabeza para que con ahora perfil cónico se quedarán fijas en el casco (Coumo, Gassend 1982: 264).



Fig. 355.- Vista del alefriz con encaje del codaste del pecio de *La Bourse*. (Foto: Autor)



Fig. 356.- Vista lateral del rayo de unión de la quilla con un brión en la roda. (Foto: Autor)

A pesar de las referidas explicaciones, Pomey llevó más allá las reflexiones dentro de un discurso histórico hasta demostrar que el proceso de construcción alternante no era tan obvio y que existían algunas características en el principio de

concepción y en el proceso de construcción que debían tenerse en cuenta (Pomey 1998: 68). Por un lado la carpintería transversal no acababa de componer una estructura, a la vez que las equidistancias entre las espigas de unión de las tablas del casco, demostraban que el proceso de construcción se basaba en una concepción longitudinal y la estructura a casco primero.

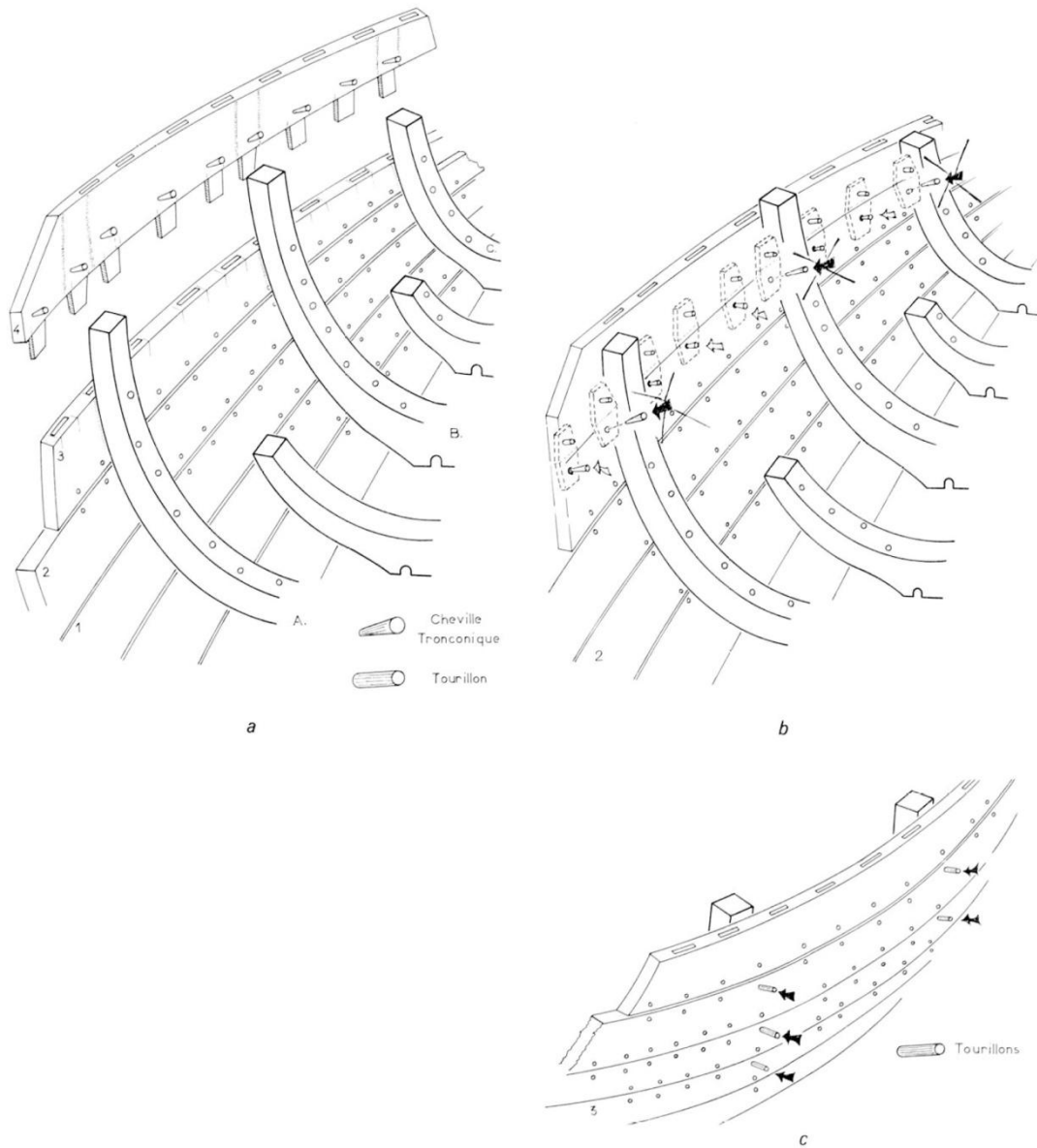


Fig. 357.- Esquema de la colocación de las clavijas cilíndricas desde el exterior del casco. (Cuomo, Gassend 1982: 265).

Las observaciones de Cuomo y Gassend sobre las clavijas y las cuadernas solo son válidas para algunas de ellas (Fig. 358) y justamente a la altura de la hilada del casco octava y décima. Realmente se trata de cuadernas que tuvieron un papel activo de ayuda para la erección de un casco, pero nunca como una solución de la construcción a esqueleto, fuera de la concepción de los carpinteros navales del momento. Se trataría de un proceso de construcción mixto con unan concepción longitudinal.

Las cuadernas participan y tienen un papel en el proceso de construcción del casco en el sentido de que no es una carpintería que se coloca en la fase final de la erección del casco, sino que su unión con éste es prácticamente simultánea. Ello no significa una variación en la concepción de la nave sino que en el proceso de construcción la velocidad de ejecución y de control de las formas del casco puede ser mejor, algo muy diferente de una verdadera construcción mixta como atestigua *Yassi Ada II*. Por lógica allí donde una cuaderna ha ayudado al control de la forma o ha servido como guía para la colocación de las tablas de la estructura, en el momento de unir definitivamente éstas por espigas y mortajas, lógicamente se ha de recurrir a la introducción de las clavijas, en este caso cilíndricas, desde el exterior del casco.

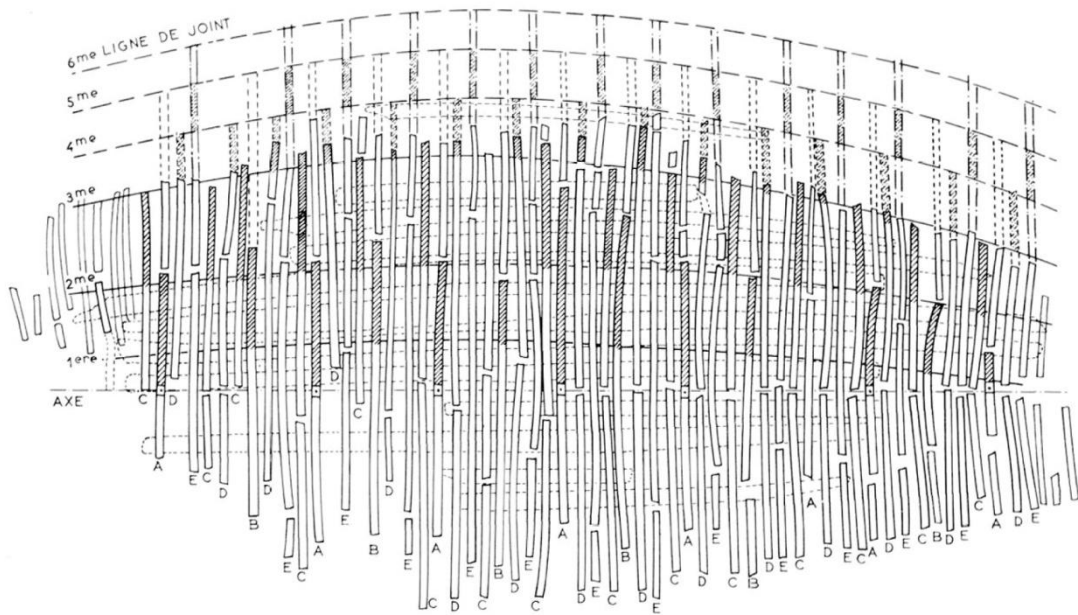


Fig. 358.- Esquema de la carpintería transversal en el pecio de *La Bourse*. En tonos grises tramos de las cuadernas situadas con anterioridad al cierre de las espigas de las tracas. Coumo, Gassend 1982: 272).

12.5. MUSÉE DES DOCKS

El pecio también llamado *Galera de Cesar* tiene unas dimensiones de 3,60 m de longitud y 2,70 m de anchura. Es complejo darle una datación precisa, ya que su aparición en contexto terrestre en 1864 durante las obras de la actual calle de la République en la ciudad de Marsella solo permitió señalar que se trata de una construcción naval ligeramente anterior al s. III d.C. si bien el material de contexto portuario en el que apareció el fragmento del casco, tiene una datación que va desde el fin del s. I d.C. hasta el III d.C. A la vez que el pecio, se descubrió una porción del muelle con una datación hipotética del s. I d.C.

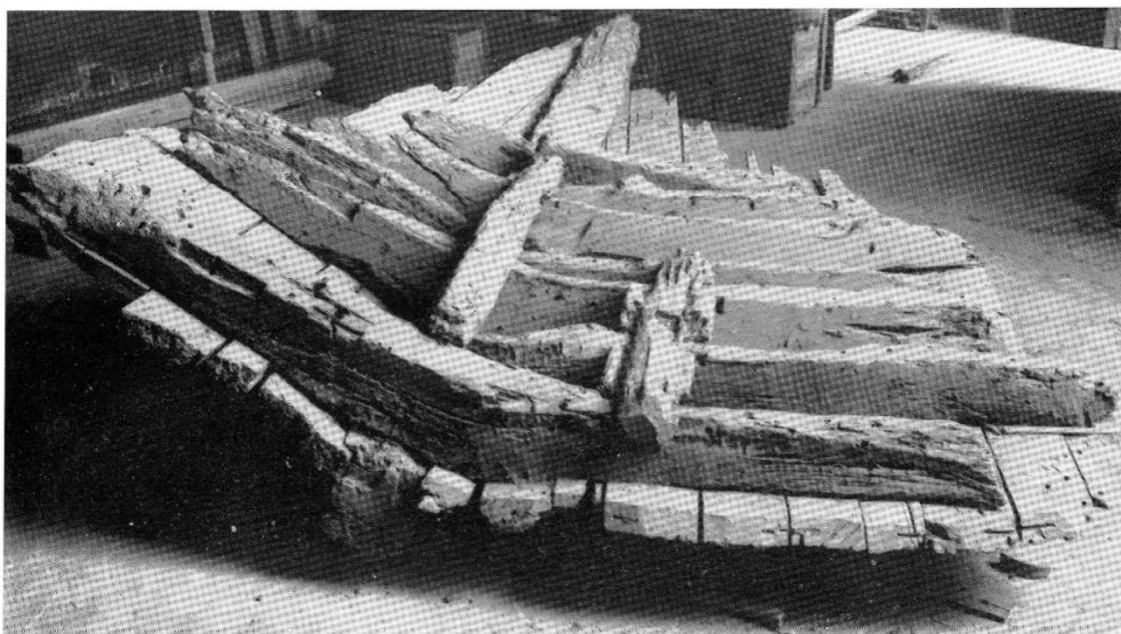


Fig. 359.- Fotografía del pecio poco después de su descubrimiento donde se conserva un segmento de la sobrequilla (Benoit 1958: 11).

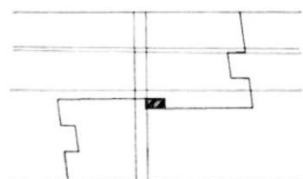


Fig. 360.- Vista en sección del rayo de Júpiter de la unión de la roda o codaste con la quilla. (Dubois 1976: 171)

La madera utilizada es el *Pinus halepensis* y se trata de un fragmento de barco de fondo plano que aparte de las espigas y mortajas presenta clavos de cobre para determinadas uniones. Conservaba un tramo de un refuerzo longitudinal interno y en las cuadernas, una serie de encajes permiten ver como llegaban dos sobrequillas paralelas (Fig. 359, Fig. 361). El rayo de unión de este tramo de roda o codaste fue estudiado por Dubois en 1976, Fig. 360, Fig. 362). El alefritz de este tramo es con encaje pero de suaves ángulos.



Fig. 361.- Vista actual del pecio expuesto en el Museo de los Docks de Marsella. (Foto: Autor)



Fig. 362.- Vista inferior donde se observan los encajes del rayo de Júpiter (Foto: Autor)

12.6. NAPOLI B

El pecio de *Napoli B* fue localizado en tierra sin carga asociada junto a otros (*Napoli A* y *C*) en la obra de la estación municipal de Nápoles (Boetto 2005), en el contexto portuario de la ciudad en época romana. Está datado entre final del s. II y principios del s. III. Conserva 8 m de longitud y una anchura de cerca de 2 m y se corresponde con la parte anterior de la nave (Fig. 363). Los restos conservados de la proa se componen de un fragmento de la quilla con 10 tracas de casco a babor y cuatro a estribor, 27 cuadernas con 7 genoles, una sobrequilla, 6 palmejares fijos, 38 vagras móviles, un fragmento de puntal y un fragmento de mamparo transversal.

La quilla conserva 7 m de longitud con sección rectangular de 8-10 cm de anchura y 7-11,3 cm de altura.

Las tracas de forro tienen un grosor de 2,5 cm con mortajas de 6,6 cm de anchura, 5 cm de profundidad y 0,5 cm de grosor, con clavijas que las bloquean colocadas cada 15,8 cm. Las tablas hacia la proa están fijadas por clavos de cobre colocados horizontalmente.

Las cuadernas tienen una anchura media de 8 cm y 8,7 cm de altura, con una malla de separación de 18,3 cm, conservándose en la porción de casco una serie de semicuaternas siendo dos de ellas asimétricas. Tres de ellas estaban fijadas a la quilla por clavos metálicos colocados desde el interior del casco con anterioridad a la colocación de la sobrequilla, atravesando uno de ellos un imbornal central rectangular de la misma forma que el resto de los documentados en la nave. La carpintería transversal está unida al casco por cabillas de madera y clavos metálicos (Fig. 364).

La sobrequilla/carlinga encastrada sobre las cuadernas conserva una longitud de 2,27 m y su sección es rectangular. Presenta cuatro cajones, uno de sección rectangular y tres de sección triangular, éstos últimos rodeados por mortajas. El primero estaría relacionado con un puntal para sostener el puente mientras que los otros tres estarían en relación con la colocación de un mástil. La presencia de tres cajones para tal efecto la interpretamos nosotros como errores de arquitectura que son corregidos (Fig. 57, p. 108).

El palmejar con tablas largas de 2,7 cm de grosor, estaba fijado a las cuadernas por clavos de hierro mientras que las vagras móviles eran cortas y de 2,2 cm de grosor.

Dos encajes simétricos colocados a cada lado de la carlinga debían alojar unos puntales que servían para la colocación de un mamparo, del que se ha encontrado un fragmento de su base.

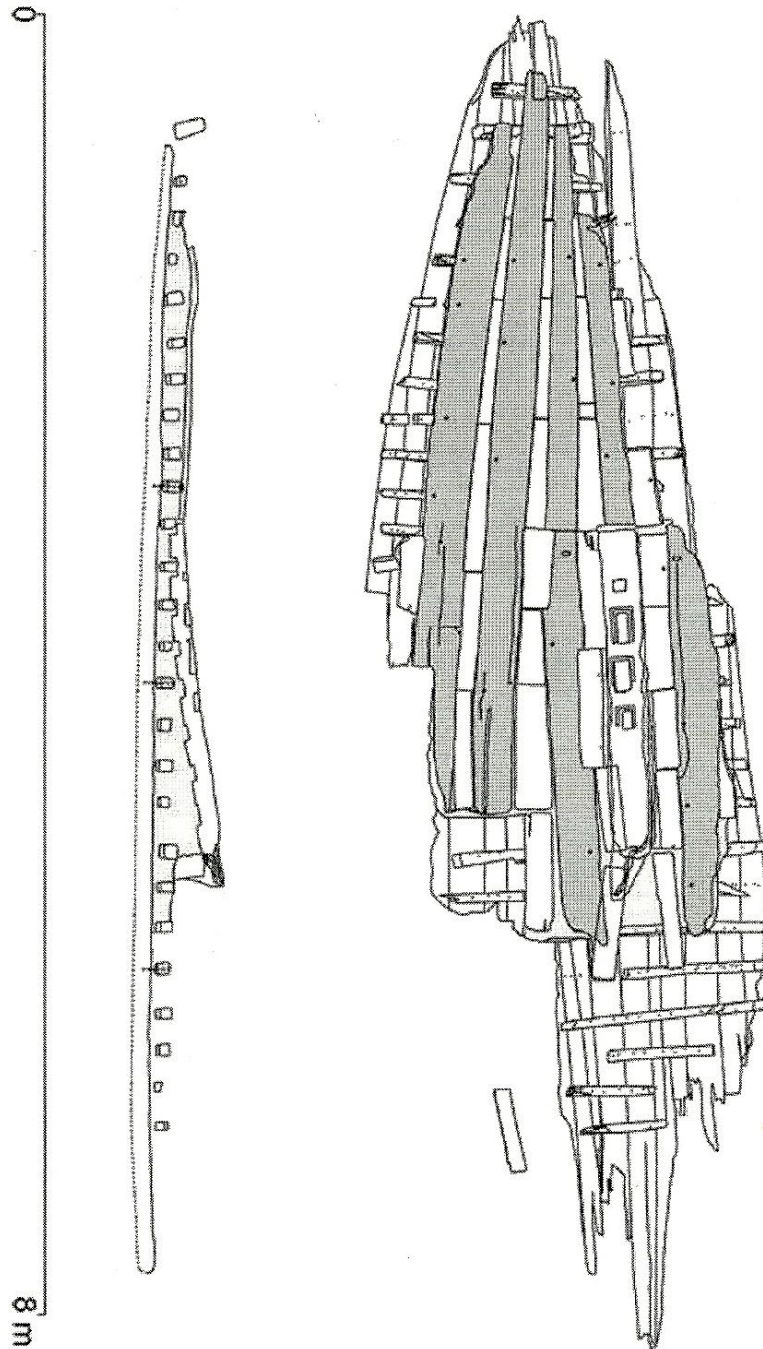


Fig. 363.- Planimetría del *Napoli B* con la carpintería longitudinal interna y sección longitudinal (Boetto 2005: 70)

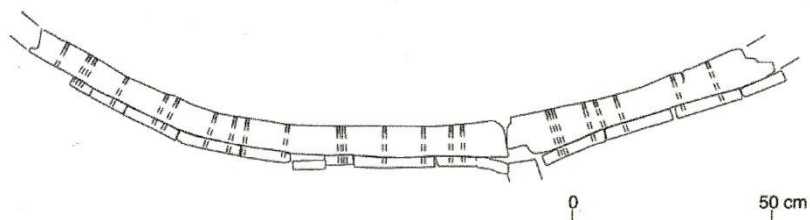


Fig. 364. Sección transversal de la cuaderna O14 (Boetto 2005: 71)

12.7. NAPOLI C

El pecio de *Napoli C* fue localizado en tierra sin carga asociada junto con los *Napoli A* y *B* (Boetto 2005). Conserva una longitud de 13,2 m, una anchura máxima de 3,7 m y una altura de 80 cm. Se compone de una quilla prolongada con un brión de popa y unida a un espejo vertical en la proa, 11 tracas de casco a babor y 10 a estribor, 50 cuadernas y 25 genoles, 4 tablas de palmejar fijo a cada costado y cuatro tablas axiales relacionadas con la fijación del espejo de proa (Fig. 365).

La sección transversal central presenta un fondo plano con los flancos o costados casi verticales al igual que en las secciones hacia la proa mientras que hacia la popa las secciones se van cerrando en ángulo. En el plano longitudinal, la quilla se curva bruscamente a la altura del brión hacia la popa, mientras que la proa se levanta gradualmente, con la quilla sobresaliendo por el espejo de proa algunos centímetros. El espejo está inclinado hacia el exterior del casco a 120° con la horizontal.

La quilla tiene 12,15 m de longitud y una sección trapezoidal con una moldura superior, con 12-14 c, de anchura y de 10 a 14,5 cm de altura. El brión del codaste presenta clavos de unión con las tracas de aparadura aparte de las espigas y mortajas y está unido a la quilla por un rayo de Júpiter reforzado por clavijas verticales a modo de clavos de unión. Del espejo de popa se conserva su parte inferior, con la base semicircular se adapta a las formas del casco, con los flancos oblicuos o en bisel para unirse con las tracas del casco por medio de clavos metálicos. No era monóxilo sino que se unía a otras partes por medio de espigas y mortajas. A esta parte superior le debían llegar los extremos de los palmejares que servirían de refuerzo a las uniones de esta pieza (Fig. 366).

El casco tiene tracas de forro de 3,6 cm de grosor con mortajas de 6,9 cm mientras que las espigas son algo más pequeñas con 6,2 cm con 0,6 cm de grosor. Las clavijas de fijación están separadas entre ellas 12,7 cm. Las uniones entre las tablas de una misma hilada es por rayos en bisel y algunas de estas son a junta perdida (Fig. 393)

Las cuadernas tienen 6,9 cm de anchura y una altura de 11 cm con una *malla* de separación de 14 cm. La alternancia entre varengas y semicuaternas no es regular y se observaron también semicuaternas asimétricas. Cuatro de las varengas tienen una forma particular ya que son más cortas que el resto y son longitudinalmente trapezoidales con la cara más corta en contacto con el casco (Fig. 367). La carpintería transversal está unida al casco por cabillas de madera colocadas tanto desde el interior como desde el exterior del casco y clavos metálicos a punta perdida. Los imbornales, centrales a la altura de la quilla presentan varias formas: avalados, trapezoidales y triangulares. Sobre la cara superior de las cuadernas se observaron encajes triangulares destinados a la unión con la carlinga de aproximadamente 6 m de longitud y de 13 a 30 cm de anchura, que fue retirada del casco de antiguo.

Las tablas del palmejar tienen 3,5 cm de grosor y esta carpintería es de las mismas características que el *Napoli A* con uniones a tope (juntas verticales) y unidas a las cuadernas por parejas de clavos.

Son numerosas las reparaciones en el casco (tablas simplemente claveteadas, espigas de reparación y tacos para el cierre de agujeros) siendo destacable la presencia de abundante resina tanto en la cara interna como externa del casco.

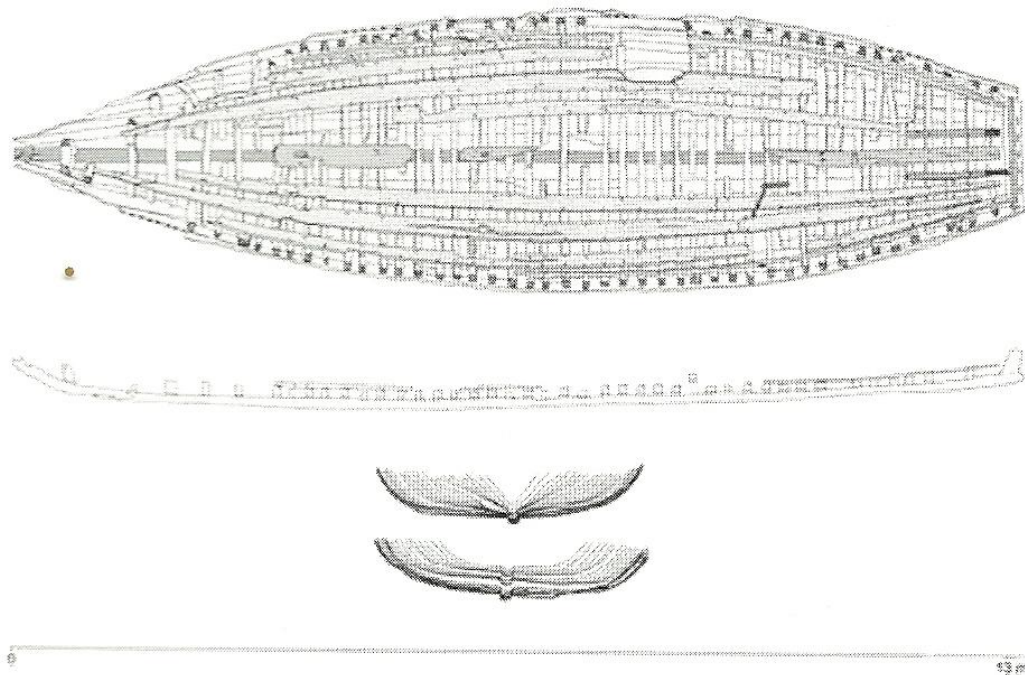


Fig. 365.- Planimetría, sección longitudinal y secciones transversales del *Napoli C* (Boetto 2005: 73)

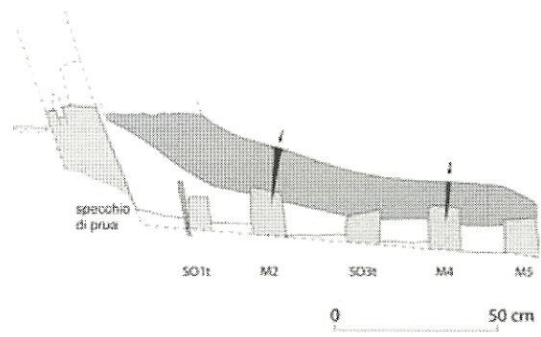


Fig. 366.- Sección longitudinal del espejo de proa y de los refuerzos (Boetto 2005: 73)

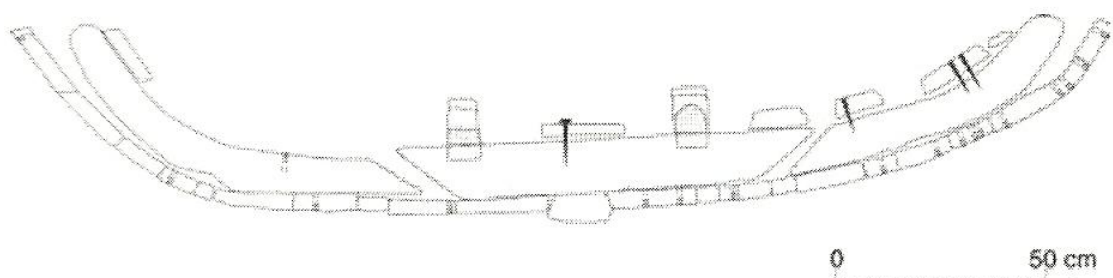


Fig. 367.- Sección transversal de la varenga M5 del *Napoli C* (Boetto 2005: 73)

12.8. POMÉGUES

En 1975 un equipo embarcado en el *Archéonaute*, barco de la DRASM, bajo la dirección de Pomey y durante la campaña de trabajos arqueológicos en el *Planier 3*, descubrió en la cara sur de la isla de Pomègues (Marsella), en Calanque de l'Âne, restos de una estructura en madera de unos 5-6 m, una moneda y una lucerna decorada. Iniciaron una campaña de excavación en el enclave por motivos de protección, ya que se encontraba a escasa profundidad (-7 m) en una zona de gran afluencia de buceadores deportivos. Se trataba de un naufragio datado a partiendo del material cerámico asociado en la segunda mitad del s. III, quizás hundido por un fuego a bordo (Gassend 1978).

Se trataba de los restos de un casco que conservaba 6 tracas de forro de 20 a 22 cm de anchura y de 3 a 4 cm de grosor, con unas mortajas de 5 cm de profundidad, una anchura entre 5 y 7 cm y un espesor de 7 mm. Las clavijas se colocaron desde el interior del casco hacia el exterior, con un diámetro de 1,1-1,2 cm, observándose una equidistancia entre ellas entre los 14-15 cm. Se observaron también tres rayos en bisel para la unión de tramos de tracas de forro, que estaban reforzados por clavos colocados en sentido horizontal para mejorar la unión. Son los restos de la obra viva del casco donde se conserva parte de la traca de aparadura a la que se le reconoce por un espesor superior al resto, con 4,5 cm, así como la segunda traca (Fig. 368). La presencia de dos semicudernas con un imbornal y una varenga confirma este argumento, donde habría una alternancia entre varengas y semicudernas. De la carpintería transversal solo se conservan *in situ* tres piezas, mientras que se han podido restituir hasta 18 cuadernas a partir de las improntas sobre las tracas y donde se distingan sin problemas las cabillas de diámetro superior que sustentan las cuadernas frente a las menores que fijan las espigas. Las cuadernas tienen en sección 15 cm de altura y 8 cm de anchura, presentando imbornales circulares de 4,5 cm de diámetro. La *malla* de separación entre ellas, es de 12 a 15 cm. Están fijadas al casco por cabillas verticales colocadas, salvo en un caso, desde el exterior (1,5 cm-1,8 cm) junto con clavos. Solo una de ellas ha sido utilizada como guía para un clavo²³⁶.

²³⁶ Los clavos son colocados usando la guía de las cabillas de madera, para evitar pequeñas entradas de agua al casco. Se trata de un método más estanco (Mc Grail 2001: 151)

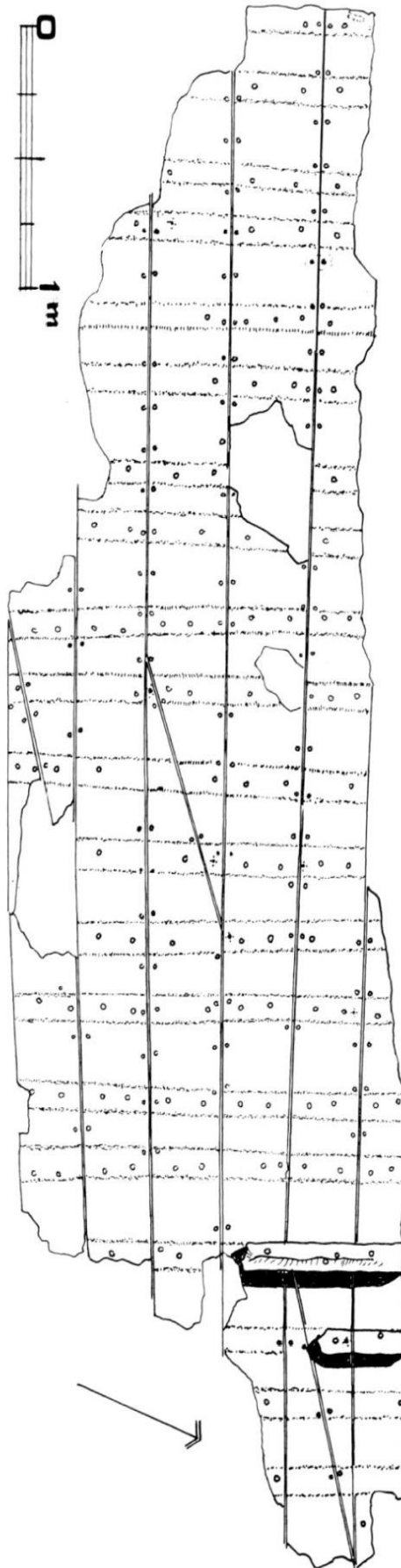


Fig. 368.- Planimetría del pecio de *Pomègues* (Gassend 1978: 102)

13. EL PERIODO BAJO IMPERIAL

Este periodo está ya alejado de la cronología de interés de nuestro trabajo, pero igualmente hemos recogido algunos de los pecios característicos, pretendiendo que el *corpus* sea representativo, si bien no está completo. Alejados ya de la cronología principal de nuestro trabajo e inmersos en una compleja problemática como es la transición entre las dos concepciones para la construcción de barcos, hemos considerado oportuno no profundizar este bloque más allá de lo puramente representativo. Para que fuera completo sería necesaria la inclusión de pecios como *Monaco* (Benoit, 1961), *County Hall* (Marsden, 1994), *Luque B* (Clerc, Negrel, 1973), *Yassi Ada 2* (Bass, Van Doorninck 1971), *Port-Vendres I* (Chevalier, Santamaria 1972), *Dramont E* (Santamaria 1995) o *Parco di Teodorico* (Medas 2003) por no mencionar, ya que no existe una ruptura cronológica clara, a pecios como *Dor 2001/1*, *Tantura A y F*, *Serçe Limani* y *Saint Gervais II* que son fundamentales para el estudio de la evolución²³⁷ de la concepción y construcción de barcos a esqueleto primero (Kahanov 2010: 80-81).

La Antigüedad Tardía en el Mediterráneo Occidental a nivel de arquitectura naval no presenta grandes variaciones en la concepción y realización de los barcos que continúan con las características propias de la *familia arquitectural imperial*. Sin embargo comienzan a vislumbrarse las trazas que llevarán en la Alta Edad Media al cambio de la concepción longitudinal a la transversal (Pomey *et al* 2012) en el mundo romano oriental o bizantino. Las cuadernas activas ya documentadas en *Saint Gervais 3* o en *La Bourse*, el espaciado entre las mortajas del *Dramont F* o la desaparición de las clavijas de fijación de éstas en *Parco de Teodorico* (Medas 2003), son factores dentro de un proceso lento que llevan a la transición entre dos concepciones de la estructura de los barcos.

²³⁷ El trabajo de referencia actual sobre la transición entre las dos concepciones lo encontramos en Pomey, Kahanov y Rieth de 2012.

13.1. LAURONS 1

El pecio I de *Laurons* está situado en Martigues, en una ensenada al oeste de la desembocadura occidental del Ródano y próximo a Fos-Sur-Mer, una zona con paisajes costeros llenos de lagunas y marismas. La profundidad es de unos 2,30 m y el pecio fue excavado por Ximènés con sondeos en 1978 y 1981, dándose una datación muy imprecisa entre el s. III y IV d.C. Se trata de los restos de una nave de pequeña eslora, donde se conservan 13,10 m de casco por 4 m y llevaba en el momento de su naufragio 6 t de lastre en la zona de popa. Se conservaban las dos sobrequillas paralelas que dan sustento a la carlinga del mástil. Tenían 7 m de longitud la de estribor y 5 m la de babor, con anchuras de 20 y 22 cm respectivamente y una altura de 12 cm. En la junta para la unión con rayo de Júpiter de la quilla y la roda, se había colocado una fina lámina de cobre quizás relacionada con la estanqueidad de la unión. Se conservaba 1,85 cm de codaste con una anchura en torno a los 25 cm. Presentaba alefriz con encaje de 4 cm y 8 cm de profundidad (Fig. 369). La bomba de achique había desaparecido, pero su emplazamiento se pudo situar a la altura de la cuaderna M134 y M135, coincidente con la unión con el codaste. Las varengas presentan imbornales circulares de 6 cm de diámetro a la altura de la quilla, pero rectangulares en otras zonas del casco. Se excavaron 35 cuadernas con anchuras variables entre los 10 y 18 cm y de 12 a 20 cm de altura, siendo la número 21 una quilla reaprovechada. La *malla* de separación entre ellas oscila entre los 10 y 17 cm. Por lo que hace referencia al casco, la traca de aparadura de 4,7 cm de espesor y el resto de las del casco son en pino. Las mortajas (no se especifica donde) tienen unas dimensiones medias de 7 cm de anchura, 7 cm de profundidad y 8 mm de altura/grosor y se observaron numerosas virutas de madera en el interior de éstas. Las clavijas (*Quercus ilex*) de fijación miden 4,8 cm de longitud con 1,2 cm de diámetro superior y 1 cm a la base, por lo que deducimos que fueron colocadas desde el interior del casco. Las espigas (*Quercus ilex*) tienen 13 cm de longitud, 7 de anchura y entre 6 y 8 mm de espesor. Se observaron clavos de bronce de 5 a 13 cm y los restos de otros en hierro desaparecidos.

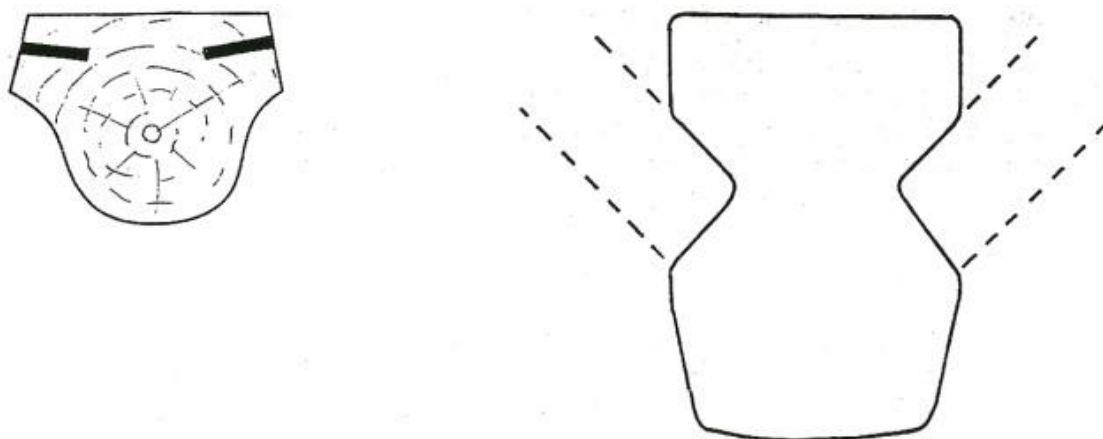


Fig. 369.- Sección de la quilla y del codaste del pecio de *Laurons I*. Escala 1:5 (Ximènés, Moerman 1987: 173)

13.2. LAURONS 2

El pecio de *Laurons 2* se encuentra en el este del golfo de Fos, cerca del municipio francés de Martigues a una profundidad de 2,50 m y fue descubierto en 1978 por Ximènès a la vez que el pecio nº 1. Se realizaron campañas de excavación entre 1979 y 1983. Desde el primer sondeo del año 1979 se pudo comprobar que el estado de conservación del casco de la nave era excelente con 13,30 m de longitud y 6 m de anchura. La particularidad de este pecio es que yacía de costado, siendo de los pocos casos conocidos en la actualidad en el que se conserva parte de la obra muerta del casco, en este caso el costado de babor. La aparición de dos monedas, una de Antonino Pio permitió datar el naufragio a finales del s. II d.C. (Gassend *et al.* 1984). Se trata de un barco de unos 15 m de eslora y 5 m de manga cuyo estado de conservación permitió estudiar la *ratio* entre estas dos proporciones.

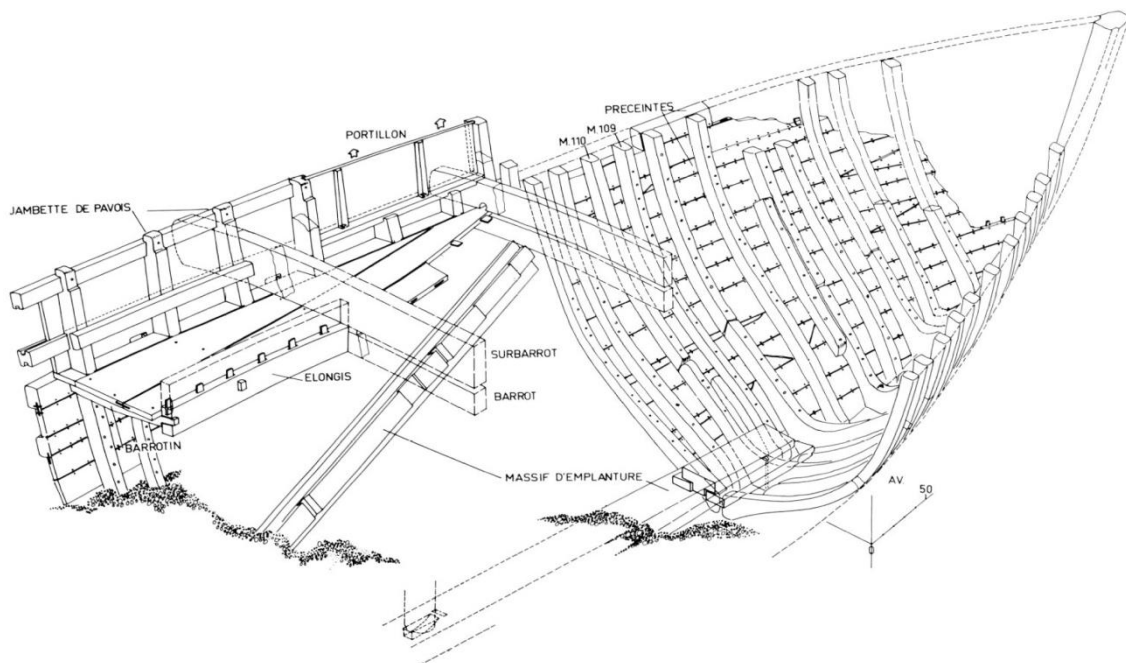


Fig. 370.- Vista axonométrica de la proa y costado de babor del *Laurons 2*, donde se puede observar la carpintería transversal, la carlinga del mástil, la carpintería de la borda y de la escotilla de la bodega (Gassend 1984: 84)

La primera campaña se realizó en la zona de la proa, excavando hacia la mitad del barco (Fig. 370), apareciendo la cubierta a unos 3 m del extremo de la roda. Estas tablas reposaban encima de un bao y un sobrebao cruzaba la cubierta, abrazándose al casco por unos encajes y ayudaba a la fijación de las referidas tablas por su cara superior. Las tracas de la cubierta tenían 4 cm de grosor y 25 cm de anchura media y estaban unidas entre ellas por espigas y mortajas con 7-8 cm de anchura, 6 cm de profundidad y 1 cm de grosor, espaciadas 25 cm, presentando las tablas cortes en bisel en sus extremos (Fig. 371). El piso de la cubierta estaba colocado de una manera curvada en sentido inverso al cierre de las líneas del casco hacia la proa, a diferencia de la arquitectura naval que ha llegado hasta la actualidad quedando su fijación únicamente por clavos (colocados a tresbolillo y dos por tabla) a los baos inferiores. El curvado o el ángulo de salida de las tablas de la cubierta y los baos y sobrebaos eran de 8 a 10° con la horizontal, acentuándose hacia la manga máxima del barco. Los baos que soportaban la

cubierta tenían sección rectangular con 9 cm de espesor y una altura de 15-18 cm, separados entre ellos de 50 a 60 cm. Los más largos deberían estar por lógica a la altura de la manga máxima del casco, donde se conservaba el acceso o escotilla de la bodega, colocándose en este tramo, no baos, sino simples maderos de una longitud de 80 cm y una sección mucho más modesta.

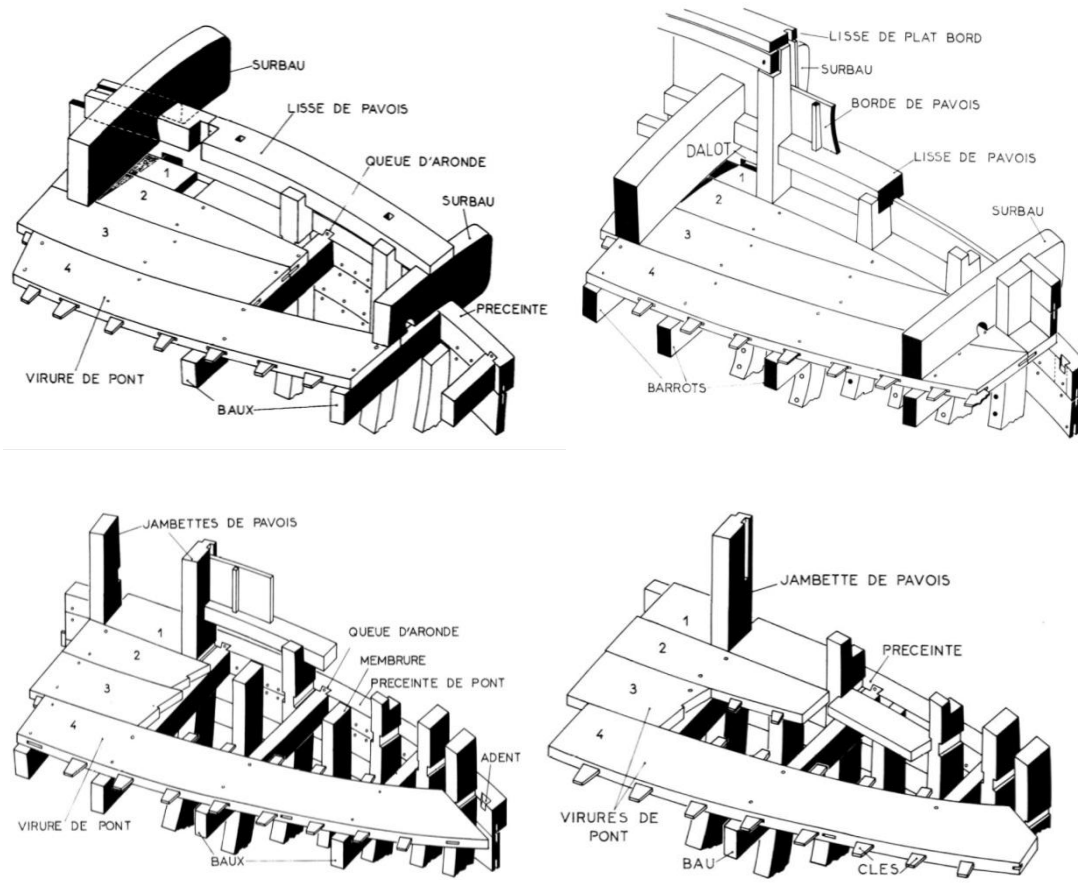


Fig. 371.- Varias vistas axonómicas con el despiece la cubierta y el costado de babor, donde se observan, las tracas del puente, baos y sobrebaos, barraganetes, tapa de regala y “compuerta” (Gassend 1984: 80-82)

Los baos se encajan en una cinta de carena dicha de puente o superior, con una sección rectangular con 8 cm de espesor y 12 cm de altura, frente a los 2,5 cm de grosor que presentan las tracas del casco. Los baos se insertan en la cinta de carena del puente mediante colas de milano que llegan justo hasta la mitad de grosor de la cinta, distribuyendo así los esfuerzos de compresión y tracción de la cubierta en la cinta de carena (Fig. 371). De la carpintería transversal a la altura de la cubierta, podemos señalar unas cuadernas (barraganetes) que presentaban una longitud superior a las del resto se alzaban creando una borda abierta.

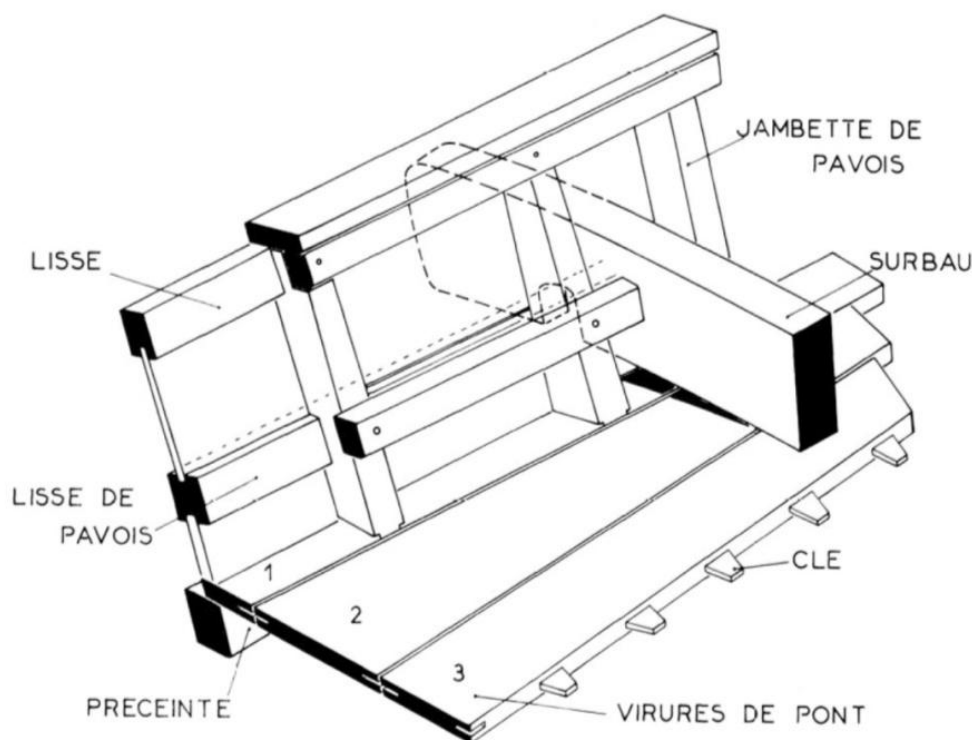


Fig. 372.- Vista axonométrica de la borda a la altura de la manga máxima del barco, coincidente con la escotilla de la bodega (Gassend *et al.* 1984: 83)

Los sobrebaos, colocados en el mismo plano vertical que los baos tenían una sección rectangular de 18 cm de altura y 11 de grosor (Fig. 370). Presentan un encaje en sus extremos distales para abrazarse a la cinta de carena de puente. Se documentaron otros colocados sin un ritmo regular, pero coincidentes con la apertura de la escotilla de la bodega. Presentan dimensiones más fuertes que los anteriores con 27 cm de altura y 12 cm de espesor y aparte reforzar el casco en las torsiones, según nuestra interpretación, evitaban que el agua embarcada en la navegación por la cubierta llegase a la bodega.

Parte de sus funciones es la recibir una tapa para la bodega que se encajaría encima de ellos, con unas dimensiones de 5,70 m de largo y 3 m de ancho (Fig. 370). Estos sobrebaos de mayores dimensiones no se encastran en la cinta de carena de puente a diferencia de los anteriores sino que reposan en otra cinta situada a 20 cm por encima de la anterior con el mismo sistema de encaje, que literalmente abrazan y unen el casco a modo de riostras arquitectónicas. Presentaban imbornales de sección rectangular (10 x 3 cm) para dejar circular el agua por la cubierta y desaguarla al exterior. Las cuadernas presentan una disposición alternante de varengas y semicudernas con una malla de separación de 22 cm. A la altura de la cubierta una de cada dos cuadernas presentaban una longitud superior (barraganetes) que se alzaban creando una borda abierta, como hemos señalado con anterioridad. Presentaban encajes tipo ranuras de 2 cm de profundidad en sus caras laterales para encastrar unas planchas en madera compuestas por tablas unidas por espigas y mortajas que cerraban la borda a modo de compuerta para el desembarco. Los extremos distales de estos barraganetes están unidos por una tapa de regala de 9 cm de espesor y 15 cm de anchura, situada a 65 cm de la cubierta.

En la obra viva del barco, quilla, roda y codaste se conservaban perfectamente (Fig. 375). La quilla, de 8,60 m en su tramo central tenía una sección rectangular de 16 cm de altura y 12 cm de anchura, con alefrices en bisel simple de 5 cm de anchura. La quilla, hacia la proa, se une con un tramo intermedio de 15° de inclinación y 1,20 m de longitud antes de la roda, mediante rayos de Júpiter clásicos. La roda tiene sección trapezoidal con 14 cm en la cara superior y 12 en la inferior y una altura que varía de 16 a 18 cm y conserva 1,20 m de su recorrido (Fig. 376). Presenta alefriz con encaje de sección triangular que varía su ángulo en función de la proximidad a la proa.

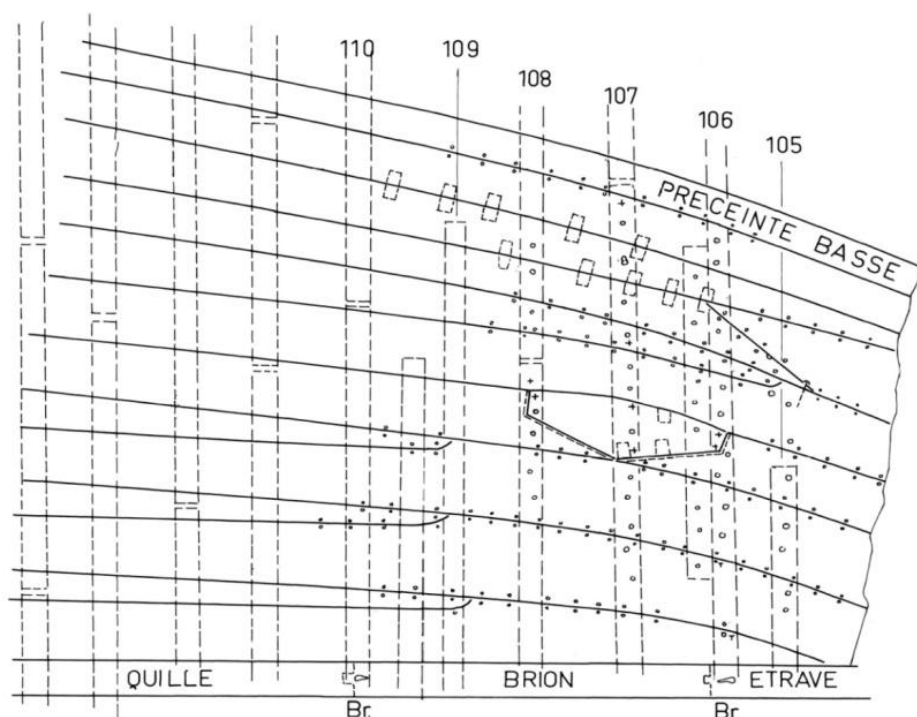


Fig. 373.- Vista planimétrica del costado de babor del barco a la altura de la unión entre la quilla y la roda (*brión*) con el juego de disminución de anchura y finalización de su recorrido de las tracas del casco. En la reparación que parchea el casco las espigas no presentan clavijas de fijación (Gassend *et al.* 1984: 96)

Las uniones con la primera traca se realizan mediante espigas y mortajas espaciadas 12 cm que se alternan con clavos colocados de manera oblicua espaciados cada 20 cm. Por lo que hace referencia al codaste, unido con la quilla por rayo de Júpiter clásico con espiga de cierre horizontal tiene unas dimensiones parejas a las de la roda. Tiene sección trapezoidal con 14 cm en la cara superior y 12 en la inferior y una altura de 23 cm, conservando 3,25 m de su recorrido. Su ángulo respecto a la horizontal de la quilla se inicia en 7° remontando hasta los 30° progresivamente. Presenta igualmente alefriz con encaje de sección triangular, de una profundidad 7 cm. La quilla presenta cuatro pernos colocados desde el exterior que atraviesan y la unen las varengas. Dos de ellas se sitúan en los extremos de la quilla, una tercera en el tramo de empalme previo a la roda y la cuarta se sitúa en el codaste.

El casco, conserva todo el costado de babor mientras que tan solo entre 1,15 y 1,20 m del de estribor. Las tracas del casco tienen 2,5 cm de grosor y su anchura varía entre los 14 y los 30 cm. Las espigas tienen 6 cm de anchura, de 12 a 13 cm de longitud

y están colocadas a una equidistancia de 12 cm, fijadas por clavijas de 0,9 cm de diámetro. Las uniones para dos tramos de traca de casco se realizan en rayo en bisel. La traca de aparadura tiene sección trapezoidal con 4,5 cm de espesor en contacto con la quilla y con el canto en contacto con la segunda traca de un valor ligeramente inferior, para estabilizarse en 2,5 cm en la tercera traca. Su anchura de 18 cm a la altura de la manga máxima va disminuyendo hacia los extremos, hasta acabar desapareciendo para que la segunda traca se convierta en la de aparadura. Hay juegos de uniones en las que determinadas tracas finalizan su recorrido a junta perdida, a la altura de la roda, para ser ocupado su lugar por las tablas adyacentes, dentro de la carpintería del casco que crea las formas angulosas propias de la proa (Fig. 373). Por otra parte hay indicios de reparaciones en las tracas de la proa. Llama la atención como las tracas de aparadura están reforzadas por el exterior como en el caso del pecio de *Cavalière*.²³⁸ Estos refuerzos tienen 4 m longitud, terminan en el codaste y presentan una sección triangular de 14 cm, 8 cm la cara en contacto con el codaste y 9 cm la que está en contacto con la de aparadura hacia el codaste (Fig. 380).

De la carpintería transversal se conservan 55 cuadernas en 13,30 m de barco. Hay alternancia regular de varengas y semic cuadernas como habíamos señalado con anterioridad (Fig. 378, Fig. 379, Fig. 380). Su espesor varía entre los 7 y 9 cm y la malla de separación se sitúa entre los 20 y 22 cm. Las alturas son variadas, las varengas tienen entre 20 cm en la zona más próxima a la quilla, para ir descendiendo hasta los 10 cm en las extremidades. Las semic cuadernas son más regulares con 9 cm de altura. Las varengas tienen de 2,5 a 3 m de longitud. Las semic cuadernas están separadas entre 35 y 60 cm y en algunas ocasiones hay presencia de genoles (incluso dos). Las cuadernas se unen al casco por cabillas de madera de 1,5 cm de diámetro, colocadas perpendicularmente desde el exterior en grupos de dos, con una equidistancia entre 5 y 30 cm. Clavos de cobre o bronce colocados desde el exterior del casco refuerzan la unión a la altura de las tracas de aparadura y segundas tracas. Los imbornales son de secciones variadas, a veces triangulares y a veces cuadrados, con unos 6 cm de altura.

El casco presentaba bien conservada la carpintería longitudinal interna compuesta por palmejares que conformaban el piso de la bodega. Tenían un espesor constante de 3 cm y longitudes de 6 m presentado biseles en las caras laterales para un mejor acople entre ellas y ser lo más estancas posibles las junta (Fig. 376).

La carlinga del mástil se encontraba desplazada de su posición original y girada (Fig. 370). Tenía 5,20 m de longitud de los 7,75 m originales, con sección rectangular

²³⁸ En este caso las tablas de refuerzo exterior estaban colocadas a lo largo del todo el recorrido de las tracas de aparadura y tenían una sección importante.

de 22 cm de altura y 26-28 cm de anchura. En su cara inferior presenta rebajes longitudinales para encajarse en las sobrequillas paralelas de 5 x 6 cm. La cara inferior presenta un perfil a lo largo ligeramente redondeado al igual que la quilla.

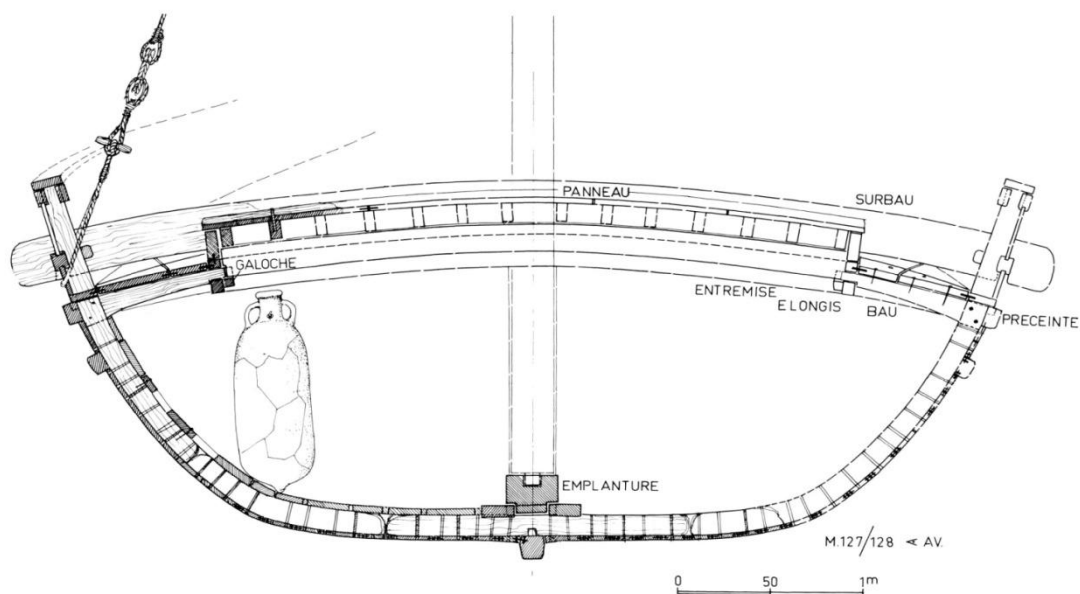


Fig. 374.- Sección a la altura de la manga máxima del pecio de *Laurons 2* con la simetría de los dos costados (Gassend *et al.* 1984: 94)

Presenta tres encajes transversales a su recorrido para encajarse igualmente sobre tres uniones transversales entre las sobrequillas paralelas, la central coincidente con la manga máxima. La cara superior es plana u horizontal y presenta las cavidades características para recibir el pie del mástil y los puntales que se unirán/soportarán los baos. La principal situada a 2,60 m de la parte delantera de la carlinga tiene 21 cm de longitud, 8 cm de anchura y 6 cm de profundidad máxima, ya que avanza con sección curvilínea hacia la proa. Está flanqueada por los cajones para fijar el mástil y evitar su desplazamiento hacia delante. Las sobrequillas paralelas tiene sección trapezoidal de 15 cm de ancho y un grosor variable de 6 a 10 cm. Tienen 7,90 m de longitud y están situados de manera paralela a un lado y otro de la quilla. Presentan encajes perpendiculares en su cara inferior para acoplarse a la cara superior de las cuadernas para luego ser unidos por clavos colocados a tresbolillo. Tres uniones transversales entre las sobrequillas las mantenía paralelas y evitaban movimientos longitudinales de la carlinga del mástil, técnica diferente a las de *Laurons 4* o *Saint Gervais 3*. Parte de la función mecánica de estas sobrequillas paralelas es evitar que la misma quilla se contraarquee en el centro del casco por el efecto del teorema de Arquímedes (Gassend *et al.* 1984: 100), es decir que cumplen una función clara de refuerzo longitudinal del casco. El barco presentaba bomba de achique que fue recuperada de antiguo, quedando tan solo planchas de madera del cuadrilátero que la contenía.

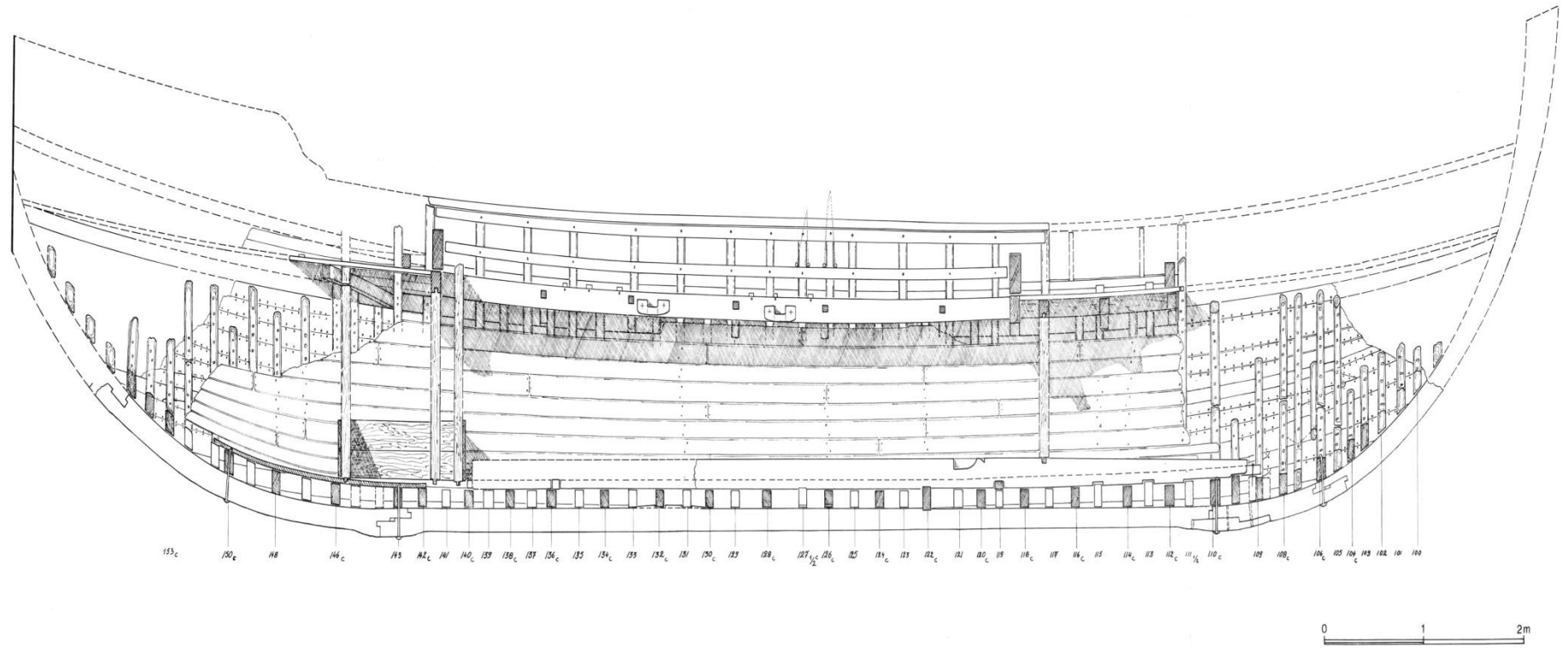


Fig. 375.- Sección longitudinal y alzado del *Laurons 2* (Gassend *et al.* 1984: fig. 19)

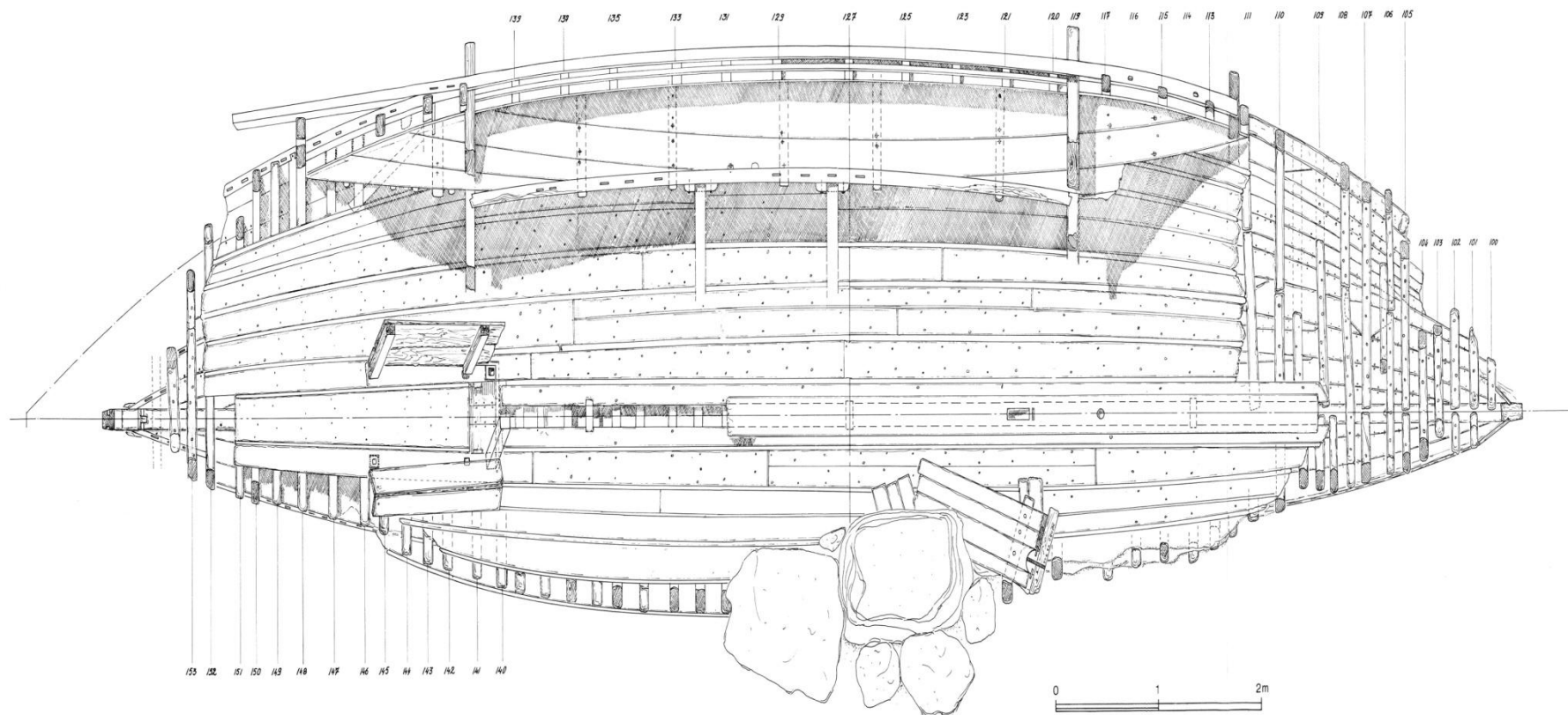


Fig. 376.- Planimetría del pecio de *Laurons 2* (Gassend *et al.* 1984: fig. 21)

El pecio de *Laurons 2* por su excelente estado de conservación permitió a Gassend establecer una regla de proporciones basada en módulos (Fig. 377). El proceso consiste primero en hallar la curvatura de la roda y el codaste mediante la intersección de dos mediatrices obtenidas de dos líneas de un mismo arco. El radio del arco del codaste equivale a la $\frac{1}{4}$ parte de la eslora del barco. El radio del círculo que describe el arco de la roda equivale a $\frac{1}{5}$ de la eslora del barco. Estas medidas están representadas en la quilla por los pernos metálicos que unen las varengas con las juntas de los rayos de Júpiter. La manga máxima del casco se ha localizado a 5 m de la proa lo que equivale a $\frac{1}{3}$ de la eslora total. El puntal fue delimitado en 1,40 m y el punto donde se sitúa el mástil se corresponde a $\frac{3}{8}$ de la longitud total. (Gassend *et al.* 1984: 104)

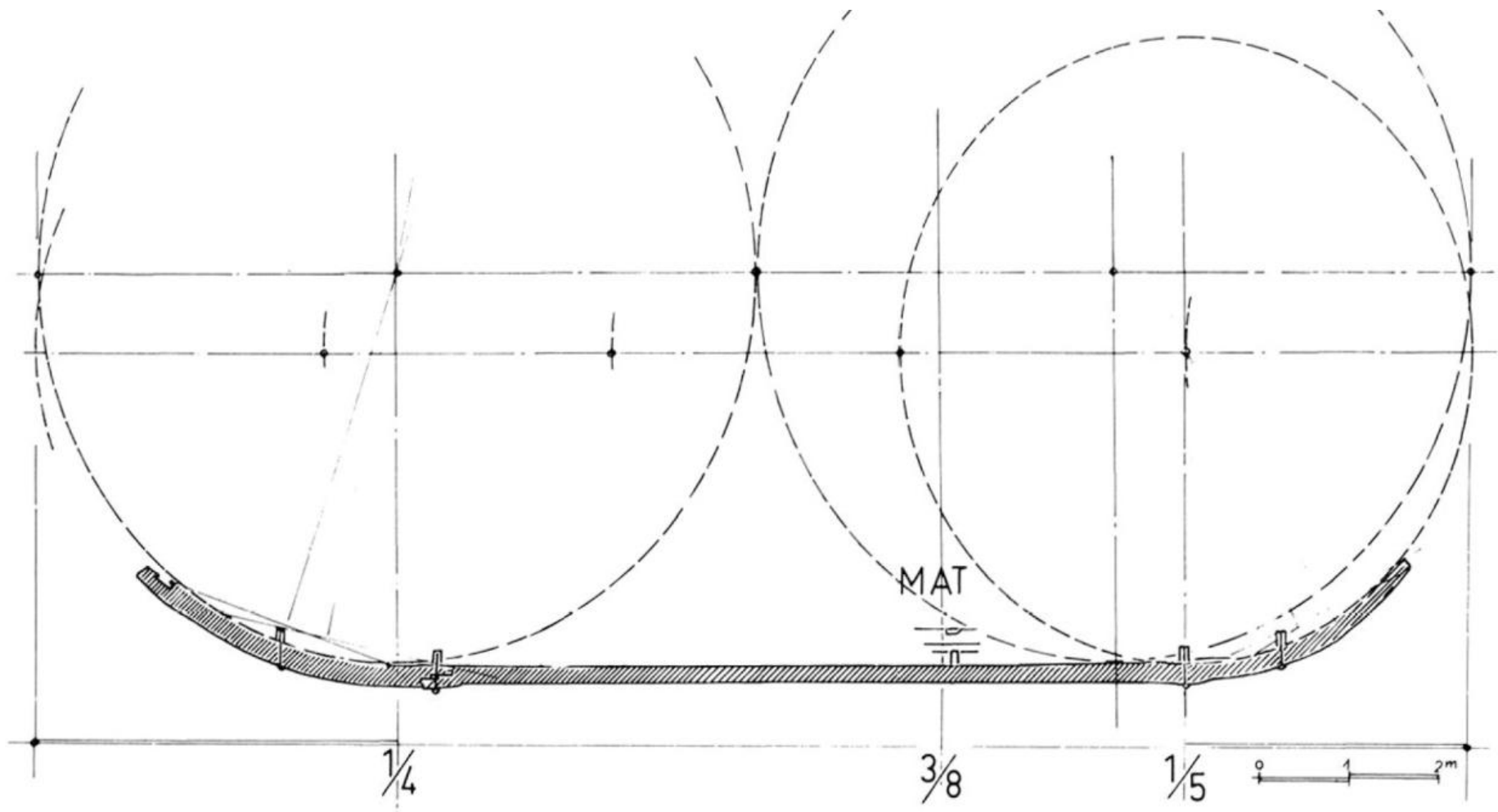


Fig. 377.- Es necesario encontrar una *ratio* lógica de los diferentes elementos que constituyen las proporciones del barco. (Gassend *et al.* 1984: 104)

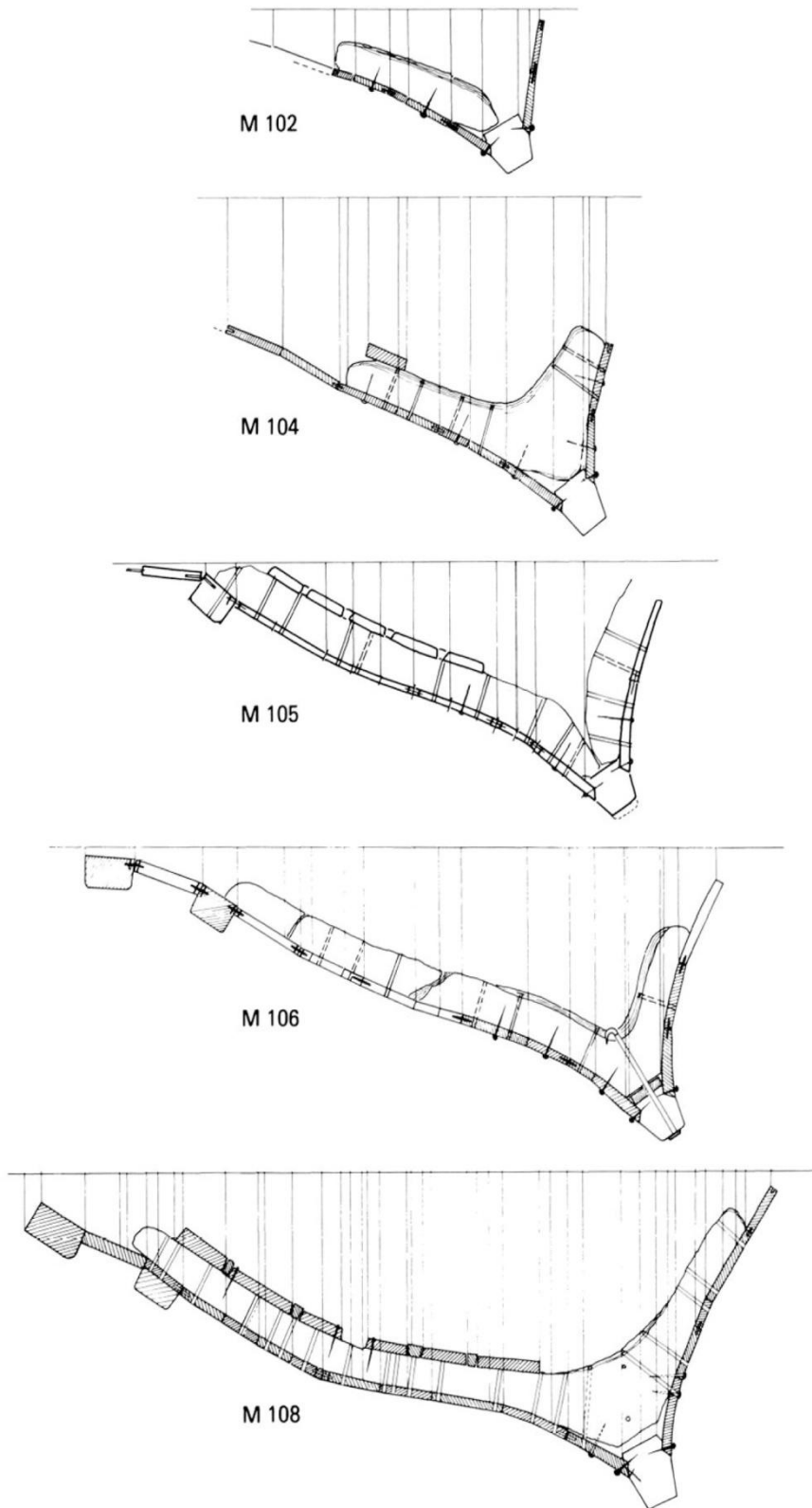


Fig. 378.- Secciones transversales del pecio, con la carpintería transversal. De la cuaderna 102 a la 108. (Gassend *et al.* 1984: 92)

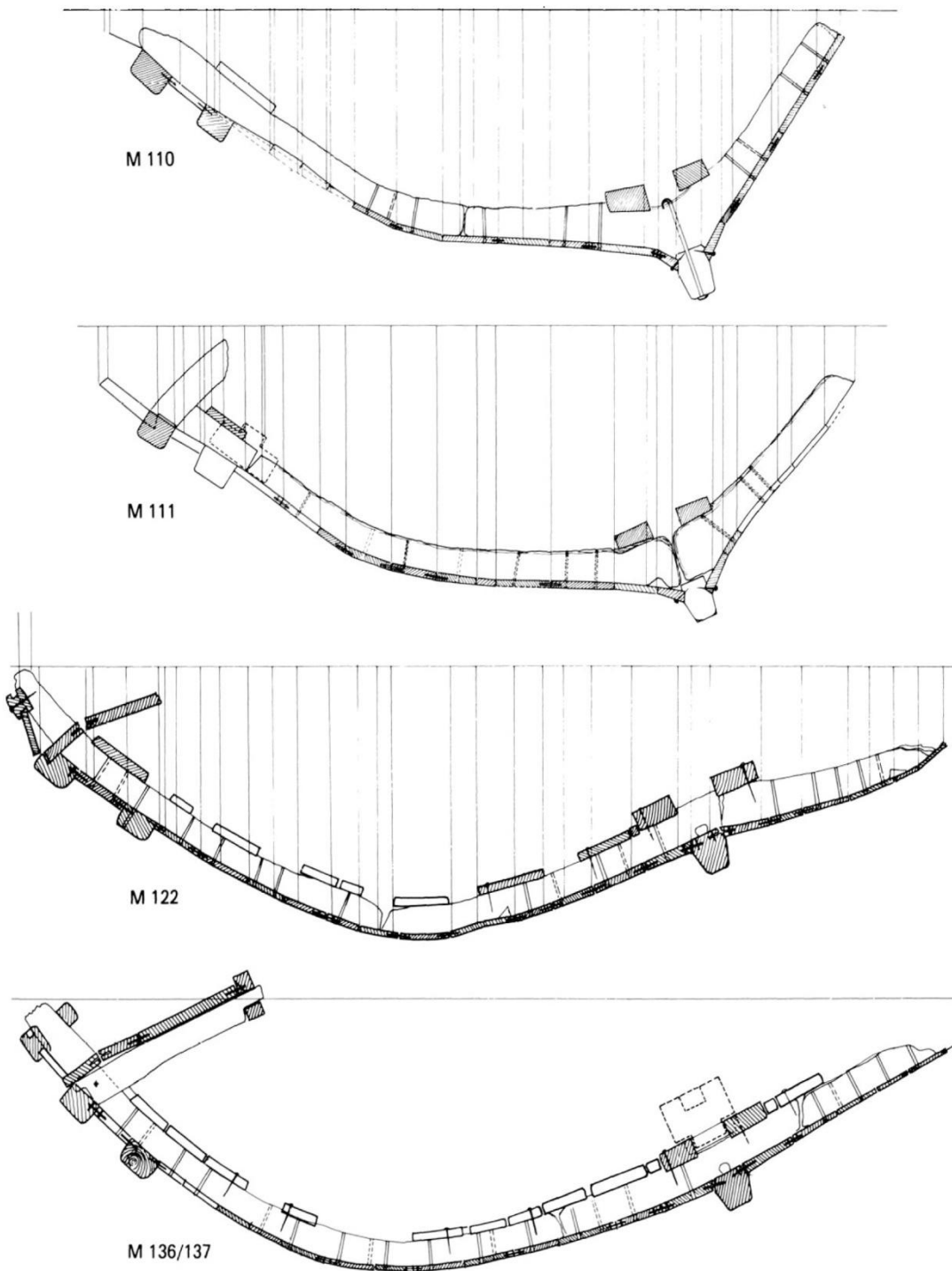


Fig. 379.- Secciones transversales del pecio, con la carpintería transversal. De la cuaderna 110 a la 136. (Gassend *et al.* 1984: 93)

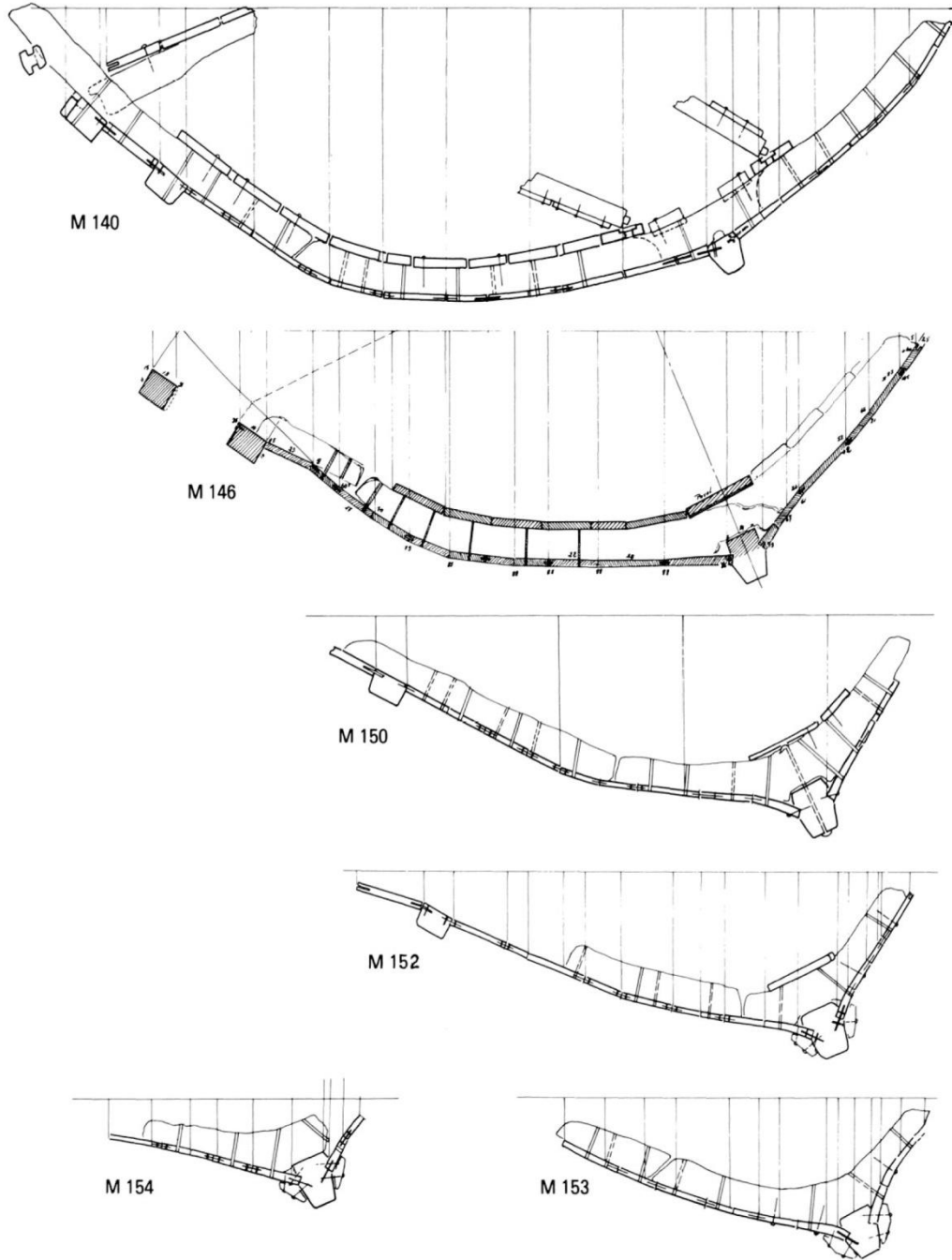


Fig. 380.- Secciones transversales del pecio, con la carpintería transversal. De la cuaderna 140 a la 153. (Gassend *et al.* 1984: 95)

13.3 LAURONS 3

El pecio 3 de *Laurons* está situado en Martigues en un enclave en el que se superponen los naufragios, quedando el codaste de este pecio sobre la roda del *Laurons 4* y el *Laurons 2*. La profundidad es de 2 m y el pecio fue excavado por Ximènés y Moerman entre 1981 y 1983. Se interpreta que el cargamento de este pecio se recuperaría de antiguo, dada la poca profundidad del yacimiento, como en *Laurons 1*. La presencia de cuatro cuellos de Dr. 20 tardías, una Pelichet 47 y una Africana II, llevan la datación del pecio al finales del s. III o principios del IV d.C.

Se conservaban 9,67 m por 4,50 m de casco (Fig. 381), en parte cubierto por piedras, quizás de lastre al igual que en el *Laurons 1*. Presentaba una sobrequilla en pino de 4,50 m de longitud, 31 cm de anchura y entre 18 y 23 de altura, que hacía a la vez función de carlinga del mástil (Fig. 404). Estaba dispuesta sobre dos sobrequillas paralelas en ciprés, como se observa en otros pecios como *Saint Gervais 3* y se prolongaban 1,20 m hacia la popa una vez acabada la carlinga, creando un espacio con forma de elipse entre la M104 y M106 (45 cm por 38 cm) para alojar a la bomba de achique, no localizada, que parece que se instaló en el barco con posterioridad a la construcción de la estructura del casco. Estas dos sobrequillas laterales y paralelas estaban separadas 21 cm entre ellas y su longitud total era de 6,10 m, con 11 cm de anchura y 8 de altura. Se documentó un único clavo de hierro para su unión con la varenga M104.

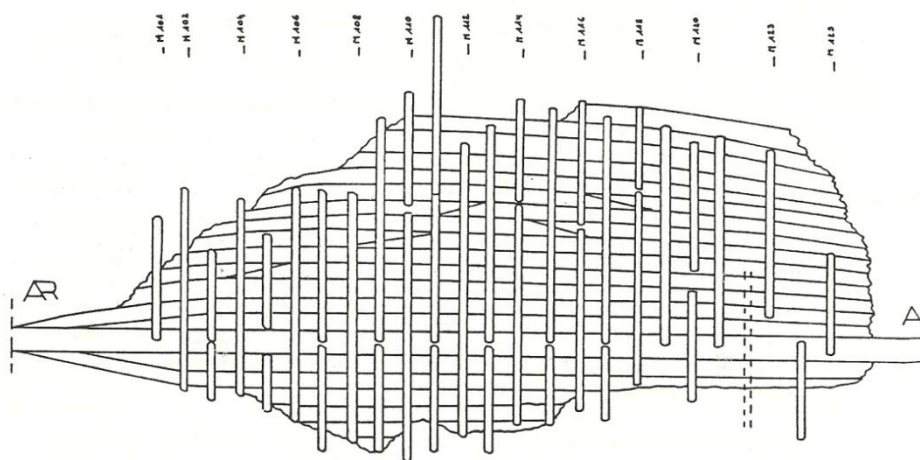


Fig. 381.- Planta esquemática del pecio de *Laurons 3* (Ximènés, Moerman 1987: 174)

La quilla, en la parte delantera no llegaba hasta el rayo de unión con la roda, pero sí conservaba la unión con el codaste (olmo) a la altura de M102. La anchura de esta pieza era de 17 cm en contacto con la quilla y de 14,5 cm en la zona perdida. La longitud del codaste conservado es de 1,70 m y la altura era de 23 cm.

La traca de aparadura tenía 4,5 cm de espesor, pasando a 3 cm el grosor del resto de tracas. Las mortajas en el casco eran de 7 cm de anchura, 7 cm de profundidad y 8 mm de altura o grosor. Las espigas (*Quercus ilex*) tenían de media 13 cm de longitud, 7 cm de anchura y de 7 a 8 mm de grosor. Las clavijas (*Quercus ilex*) eran cilíndricas o cónicas, con alturas de 3,5 a 4 cm y de 1 a 1,2 cm de diámetro.

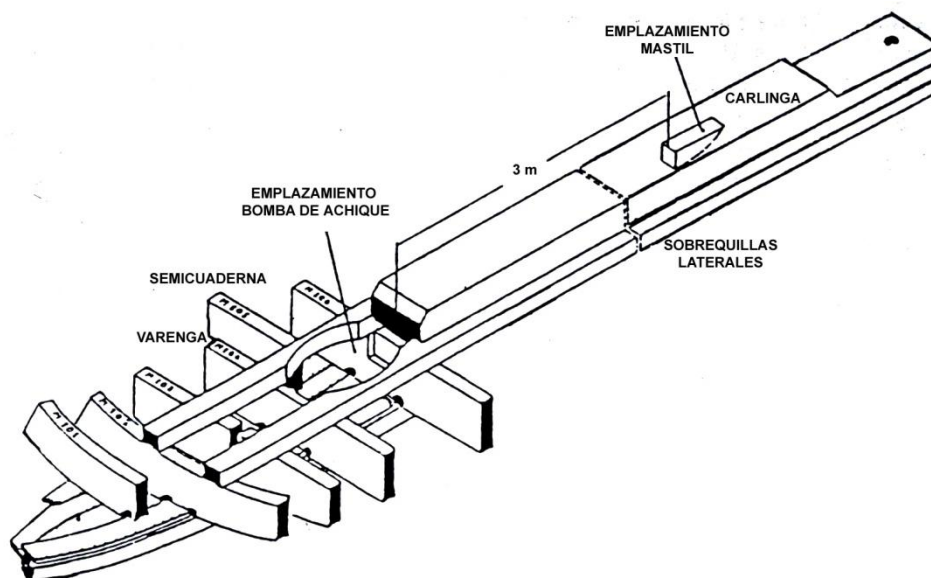


Fig. 382.- Axonometría del eje axial del pecio *Laurons 3*. (A partir de Cuomo en Ximènés, Moerman 1987: 175)

En la carpintería transversal se documentaron marcas de útiles como el cincel y la azuela. Existe una alternancia de varengas y semicuaernas, presentando dos imbornales de sección semicircular coincidentes con la línea de junta entre la quilla y las tracas de aparadura. La altura de esta carpintería en el eje axial es de 25 cm con una anchura de 8 cm, lo que da un aspecto fino a estas piezas. Estaban fijadas al casco por clavos y cabillas, estando tres varengas unidas además con pernos (al parecer sobre la quilla (Ximènés, Moerman 1987: 176). Las cabillas (*Quercus ilex*) de fijación tenían de 15 a 19 cm de longitud y de 1,8 a 2 cm de diámetro. Hay documentados clavos de bronce de 8 a 15 cm de longitud, sin más referencias. La carpintería longitudinal interna se caracterizaba por un palmejar fijo de dimensiones más robustas, alternándose con vagras móviles que presentaban una serie de perforaciones centrales, que Ximènés (1987: 176) interpreta como una ayuda para su retirada. El piso de la bodega, se iniciaba, en contacto con la sobrequilla lateral con una pieza móvil. Sobre una vagra se documentaron los cajones para los puntales que soportan y unen la estructura superior con la inferior, localizándose dos de éstos. Uno con 1,10 m de longitud y otro de 62 cm. Se documento en las piezas de obra viva del casco una importante capa de resina (pez) de 3 a 5 mm de espesor.

13.4. LAURONS IV

El pecio 4 de *Laurons* está situado en Martigues y fue excavado por Ximènés y Moerman entre 1981 y 1983. Es un enclave en el que se superponen los naufragios, estando unido a la roda del *Laurons 3*. Se interpreta que el cargamento de este pecio se recuperaría de antiguo, por la poca profundidad del yacimiento, como sucedió en el *Laurons 1*. La datación del pecio es imprecisa, entre finales del s. III o principios del IV d.C.

Se conservan 9,30 m de longitud por 2,55 m de anchura y muchos puntos del pecio estaban carbonizados por fuego. La quilla era de sección rectangular de 8,5 cm de lado (pino). Las cuadernas, (olmo) estaban unidas al casco por cabillas y clavos a razón

de dos por traca de casco de 16 a 19 cm de longitud y de 1,6 a 1,8 cm de diámetro. Las cuadernas tenían a la altura de la quilla una altura de 15 cm y anchuras entre 8 y 11 cm.

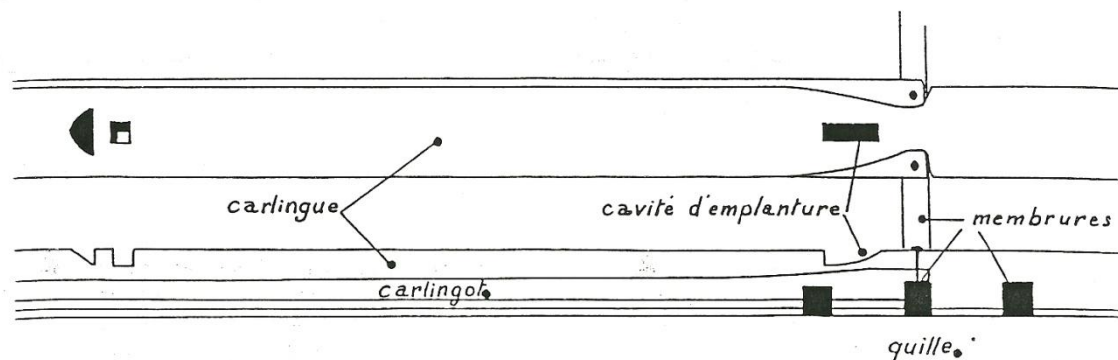


Fig. 383.- Vista cenital y lateral de la carlinga del mástil. (Dibujo de Gassend en Ximènés, Moerman 1987: 178)

La traca de apardura tenía un espesor de 5 cm a diferencia del resto de tracas que tenían 3 cm (pino). Las mortajas tenían unas dimensiones medias de 7 cm de anchura, 4,7 cm de profundidad y 6 mm de espesor²³⁹. Las espigas era de 9 cm de anchura, 6,6 de anchura y de 5 a 6 mm de espesor. A juzgar por estos valores las espigas son desproporcionalmente pequeñas para las mortajas. Conservaba una sobrequilla con función de carlinga del mástil (Fig. 383). Estaba fabricada en madera de pino presentado algunas áreas con corteza de árbol y conservaba 4 m de longitud 32,5 cm de anchura y 23 cm de altura, sobrepasando a las sobrequillas paralelas (¿olmo?) sobre las que se encastraba por 80 cm en dirección a la proa. Interpretamos que en ese tramo se encajarían sobre la carpintería transversal como en el pecio de *Saint Gervais 3*. Las sobrequillas paralelas estaban separadas 14,5 cm y tenían 3,8 m de longitud, 9 cm de anchura y 6,5 cm de altura.

La carlinga presentaba según sus excavadores dos cavidades de mástil (Ximènés, Moerman 1987: 178), si bien no se reflejan en la figura esquemática más que una de 19 cm de longitud, 6 cm de anchura y 5 cm de profundidad. La segunda cavidad separada 2,55 m de la anterior, tenía unas dimensiones de 18 cm de longitud, 17 cm de anchura y 6 cm de profundidad. Presentaba una alternancia de vagras móviles y palmejares fijos de 15 cm de anchura media (y de mayor espesor), siguiendo un ritmo desde la sobre quilla lateral de dos palmejares-vagra móvil-palmejar-vagra, donde se conservaban 1,35 m de esta carpintería. Hay documentados clavos de bronce de 8 a 14 cm de longitud, sin

²³⁹ En la publicación este valor se expresa como 60 mm por lo que lo consideramos una errata.

más referencias Se documentó en las piezas de obra viva del casco una importante capa de resina (pez) de 2 a 5 mm de espesor.

13.5. FIUMICINO 1

El pecio de *Fiumicino 1* conservado en el *Museo delle Navi* de la localidad que le da nombre, apareció junto a otros cuatro en 1960 en las obras del aeropuerto de Roma, en un enclave periférico de abandono o reserva en la dársena portuaria del emperador Claudio, construida en el 42 d.C. Se trata de un pecio que ha sido objeto de un reciente y extenso estudio por parte de Boetto (2009), que ha superado los realizados con anterioridad²⁴⁰. Se trata de una nave datada por los materiales asociados, coherentes con ciertos rasgos de su arquitectura naval, en los ss. IV-V. El pecio ha sufrido diversos procesos de transporte, remontaje y restauración (incluyendo aquellos que usaron maderas del periodo), lo que dificulta en cierta medida el estudio en la actualidad; sin embargo los resultados proporcionados por Boetto son de excelente calidad, y resuelven las principales dudas existentes con anterioridad. Se trata de una nave *caudicaria*, adaptada a la navegación fluvio-marítima²⁴¹.

El pecio *Fiumicino 1* tiene 13,83 m de eslora, una manga de 4,75 m con una altura máxima en el costado de estribor de 1,45 m (Fig. 384). Conserva la quilla, con la prolongación en la popa con un tramo del codaste, 13 hiladas de tracas de forro (7 a estribor y 6 a babor), 42 cuadernas con tres genoles, una carlinga y dos fragmentos del palmejar. Longitudinalmente, la sección muestra una proa lanzada y suave, con una popa más angulosa y pronunciada (Fig. 384). Es un casco de sección plana, con líneas más angulosas en las secciones transversales en la popa que en la proa.

La quilla (*Quercus*) se une en la popa mediante un rayo de Júpiter con el empalme del codaste. Esta pieza de transición es muy común encontrarla en la proa de los barcos marítimos para formar la roda. La quilla tiene una longitud de 11,11 m y evoluciona a lo largo de su recorrido. Tiene una sección rectangular a la altura del rayo de unión, con 13 cm de anchura y 17 de altura, para tener una sección trapezoidal en la manga máxima (anchura superior 12 cm, inferior 9 cm y altura 15 cm) y cuadrada en la proa, con 10 cm de lado, sin que presente alefriz alguno a lo largo de todo su recorrido.

²⁴⁰ Toda la información de este pecio recogida aquí ha sido extraída de su trabajo publicado en *Archaeonautica* 15

²⁴¹ El interés por incluirla en nuestro trabajo reside en que su espacio náutico es por su propia funcionalidad muy reducido, por lo que igualmente pensamos que su astillero de origen debe de estar situado en el entorno ostiense.

El tramo de unión para hacer el codaste, si que presenta un alefritz con encaje (con asimetrías en el costado de estribor y babor).

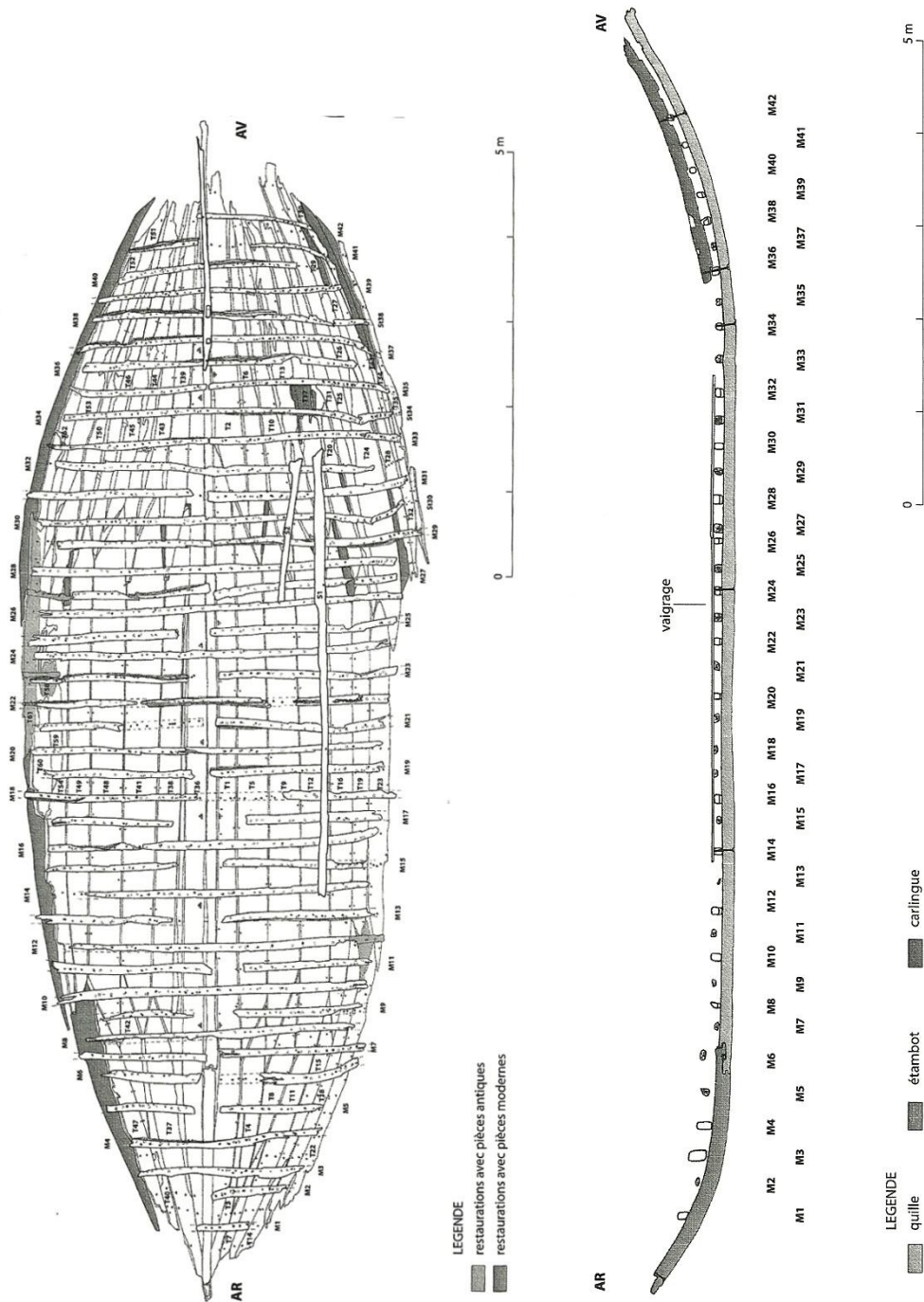


Fig. 384.- Planimetría y sección longitudinal del pecio de *Fiumicino 1* (Dibujos: Boetto, CCJ-CNRS en Boetto 2009: 32-33)

Esta pieza tiene 2,72 m de longitud, 10/12 cm de anchura y 16 de altura. Finaliza su recorrido en rayo de Júpiter para unirse con el codaste propiamente dicho. Si bien no presenta un perno que refuerce la unión, Boetto constató que tres cabillas de madera, a modo de clavos unían los dos tramos, técnica documentada también en la *Madrague de Giens* (Rival 1991: 165 fig. 31-1)

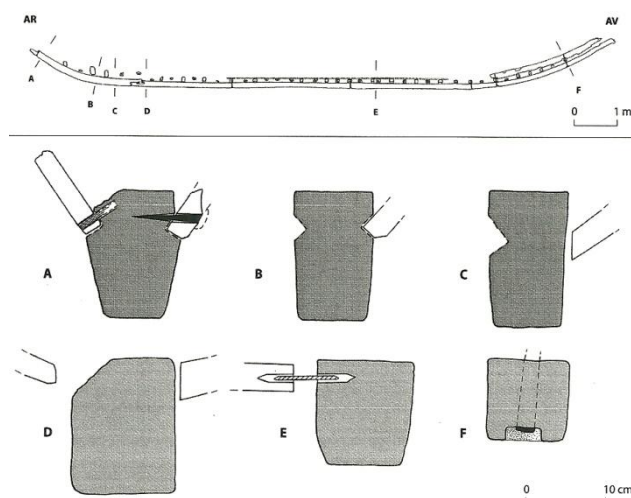


Fig. 385.- Evolución de la sección transversal de la quilla, sin alefriz. (Dibujos: Boetto, CCJ-CNRS en Boetto 2009: 35)

En las tracas de forro que conforman el casco, se conservan desde la quilla, las de aparadura, las comunes y un fragmento de cinta de carena. Las tracas de aparadura tienen una sección simple rectangular. En el costado de estribor, esta traca está compuesta por dos tramos. El principal tiene 9,53 m de longitud y el secundario, en la proa tiene 4,37 m, con una anchura de 30 cm y un grosor de 4,5 a 3,5 cm. Ambas tablas están unidas por un rayo en bisel. En el costado de babor la traca de aparadura es clásica compuesta por una sola tabla de proa a popa. Tiene 12,51 m de longitud, 24 cm de anchura y 3 cm de grosor. Presenta un fino listón de corrección y/o saneamiento en la unión con la segunda traca de aparadura del referido costado, cuyo origen es una reparación.

El *Fiumicino 1* tiene 34 tablas que componen 6 hiladas de tracas de forro a estribor y 5 a babor, dividiéndose el casco claramente en parte de popa, central y de proa, lo que permitió a Boetto definir que el principio de concepción y el proceso de construcción del pecio era el clásico de la antigüedad, pero que el proceso se basaba en una pre-erección de quilla, tracas de aparadura y tracas centrales, antes de definir la proa y la popa (*bordage médian premier*, Boetto 2009: 50). Las tablas centrales de estribor (*Pinus pinea* L. y un caso *Cupressus sempervirens* L.), con longitudes próximas a los 6 m, anchuras de 29 a 40 cm y grosores de 3 a 5,4 cm, acaban prácticamente su recorrido a la misma altura del casco, es bisel o en uniones a junta perdida, donde dos tablas de menor anchura se unen a la traca central y principal para cerrar las líneas de la proa y la popa. Destacamos la presencia mayoritaria de *Quercus* en las tablas que conforman la proa y la popa. En el proceso de construcción se ha buscado mediante correcciones, que ambos costados del casco presentasen una cierta simetría, fundamentalmente con la adición de una tabla a la tercera hilada de estribor en la proa.

Un fragmento de cinta de carena sin conexión con el pecio fue localizado durante la excavación. Con 4,52 cm de longitud, 16 cm de anchura y 9 cm de grosor, presenta la cara exterior redondeada y trabajada a sierra y azuela. En los laterales hay líneas trazadas a punta seca por los carpinteros para indicar la posición de las tablas adyacentes. Conserva dos encajes rectangulares de 11,5 cm y 14,5 cm de longitud, con 2

cm de anchura y 1,2 cm de profundidad. Espaciados 2,10 m, están en relación con el asiento de dos baos.

Las uniones de las tracas de forro, presentan generalmente la técnica de espigas y mortajas clásica, pero se documentan numerosos casos en los que la unión está desprovista de clavijas de bloqueo, más abundantes en la unión de la quilla con la traca de aparadura así como en la zona de proa, si bien hay casos dispersos por todo el casco, así como otras uniones en las que solamente se ha colocado una de las dos clavijas de bloqueo. Para el caso de la quilla, Boetto propone una reparación antigua con la sustitución de la quilla y la traca de aparadura de babor (Boetto 2009: 47), algo no determinante para una nave que tiene su espacio de navegación circunscrito al río Tíber y su desembocadura. Quizás la sustitución de tracas este en relación con su uso en muelles.

La anchura media de las mortajas es de 7,4 cm, su profundidad 4,5 cm y su espesor está entre 0,7 y 1 cm. Las espigas (*Quercus ilex*) tienen una longitud media de 8 a 9 cm, con una anchura media de 4,3 cm y un espesor de 0,6 cm. La equidistancia entre mortajas era muy variada, con valores que iban de los 16,2 a 74 cm (media 41,5 cm), lo que pone en evidencia que su papel esta en evolución en la antigüedad tardía. Las clavijas fabricadas en encina y ciprés y colocadas desde el interior del casco, tienen un perfil troncocónico y una sección facetada o prismática. El diámetro interno está entre 1,1 y 1,3 cm y el externo entre 0,7 y 1 cm. Las equidistancias entre las clavijas era muy irregular a lo largo de las juntas, con valores que van desde 17,5 a 76 cm (media 36 cm)

En el costado de estribor, bajo las cuadernas que estaban unidas a la quilla por pernos (M14 y 24) Boetto (2008: 39) documentó que tres de las clavijas de fijación eran cilíndricas (mismo diámetro interno y externo) y en una el diámetro externo superaba al interno, lo que podría indicar una colocación de la referidas clavijas con las cuadernas ya unidas al casco en el momento de unión de estas tablas, si bien son unas evidencias tan puntuales que no permiten señalar si se trata de un particular método de construcción, según Boetto. Muchas de las clavijas documentadas presentaban una marca característica de fricción y erosión contra la espiga (Fig. 386).

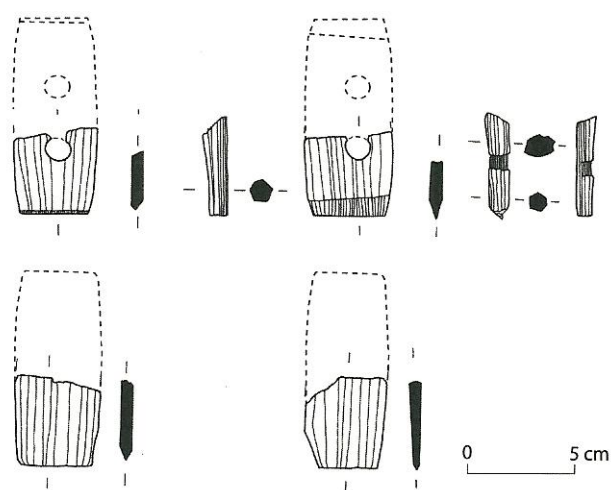


Fig. 386.- Espigas y clavijas del casco. (Dibujo: Boetto, CCJ-CNRS en Boetto 2009: 40)

En análisis de la cinta de carena y sus mortajas y equidistancias, con la ausencia de clavijas de bloqueo, podrían indicar que en las partes altas del casco hay presencia de espigas sin clavijas de bloqueo.

Por lo que hace referencia a la unión de las tracas en el empalme para el codaste, hay constancia de clavos de hierro, clavados perpendicularmente sin que se haya podido determinar la presencia de cabillas por los procesos de restauración. En el costado de estribor los clavos (sección cuadrada de 0,9 cm de lado y cabeza circular de 2 cm de diámetro) están colocados en encajes tetraédricos y solo se documenta en encaje para clavo en babor con forma de media luna. La particularidad de esta técnica, sin paralelos en la arquitectura naval romana (pero sí fluvial galoromana) podría estar en relación con la existencia de una *firma arquitectural* (Boetto 2009: 41), desde luego vinculada a un espacio de navegación fluvial.

En relación con la carpintería transversal, ésta está compuesta por 42 varengas (en *Quercus*) y semicuadernas (*Quercus* y algunos casos limitados, *Quercus ilex*), con la impronta de tres cuadernas más sobre el casco. En el costado de estribor, hacia la proa se conservaban tres genoles. Las cuadernas en la zona central del casco tienen rotos sus extremos, al igual que las semicuadernas de la proa. Por el contrario las varengas se presentan completas y sin unión alguna con los genoles. La alternancia entre varengas y semicuadernas es regular, a excepción de la popa, donde se documenta una sucesión de dos varengas. La *malla* de separación no es regular y varía entre 12 y 30 cm (media 19 cm). Las varengas, en roble, tienen secciones rectangulares o trapezoidales, con anchuras entre 6 y 10,5 cm y alturas entre 8 y 18 cm, con una menor altura coincidente justo con la parte central de la embarcación (9/10 cm) (Fig. 387). Apareció una pieza compleja en la zona del empalme del codaste, con una longitud de 1,40 m, 11 cm de anchura y 11 cm de altura, extraída de un cuarto de tronco probablemente de pino y presenta las trazas de pequeños clavos quizás de cobre en una de sus caras. Su forma angulosa llevó a Boetto a interpretarla como una horquilla de la parte alta de la popa.

Las semicuadernas, con alturas de 6 a 12 cm, anchuras de 6 a 10 cm, tienen formas parejas a las de las varengas. También están construidas en roble. La distancia de separación entre ellas en la zona de la quilla es irregular: tocando los extremos la propia quilla en la proa; con distancias inferiores a los 4 cm; hasta incluso casi tocarse. Boetto (2009: 43) las denomina « *demi-couples rapprochés* » reforzando así la proa (Fig. 388).

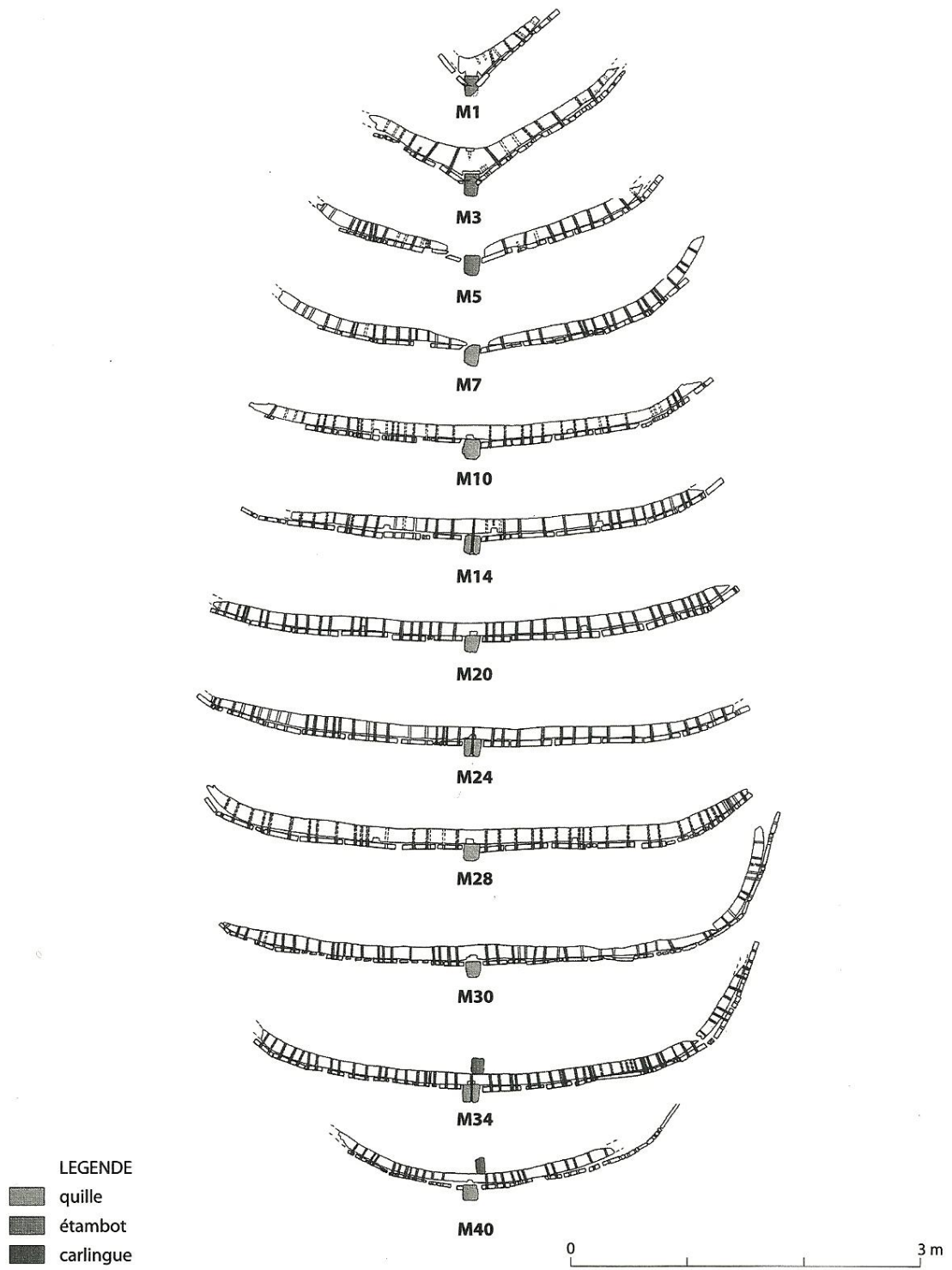


Fig. 387.- Secciones transversales del *Fiumicino 1* (Dibujo: Boetto, CCJ-CNRS en Boetto 2009: 34)

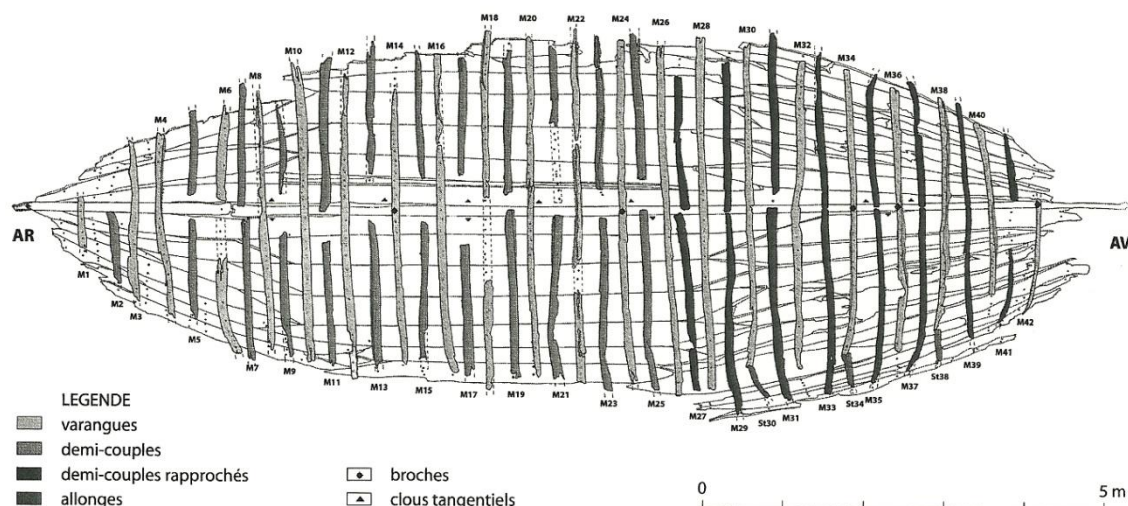


Fig. 388.- Distribución de la carpintería transversal en el *Fiumicino 1* con semicudernas juntas-demi-couples rapprochés. (Dibujo: Boetto, CCJ-CNRS en Boetto 2009: 42)

Las cuadernas presentan imbornales a la altura del eje de la quilla y también al nivel de la tercera hilada de tracas, allí donde el casco todavía es plano, presentando en todos los casos una forma rectangular (5 x 3 cm). En la zona de tramo de empalme del codaste, las varengas presentan los imbornales triangulares en las tracas de aparadura. Las semicudernas, tan próximas, permiten igualmente el paso del agua gracias a unos semi-imbornales realizados a la altura de la quilla.

La unión de la carpintería transversal con el casco se realiza mediante cabillas de madera que hacen de guía o taco para clavos de hierro. Boetto explica que así descende la corrosión de los clavos por estar en contacto directo con especies ricas en taninos como es el roble, y se evitan fisuras en la madera por la colocación de clavos²⁴² (Fig. 389).

²⁴² Explicación que extrae Boetto de Ucelli (1950: 151) en su obra sobre las naves de Nemi. Sin censurar este argumento, nuestra opinión sobre esta técnica reside en mejorar aun si cabe la unión de las cuadernas al casco, al hacer la cabilla de madera de taco y guía para el clavo. Por otra parte se documenta esta técnica en pecios en los que la especie vegetal de la cuaderna no es roble como es el caso de las cabillas del *Jeune-Garde B*. Opinamos que está en relación con una técnica de construcción propia de la península itálica.

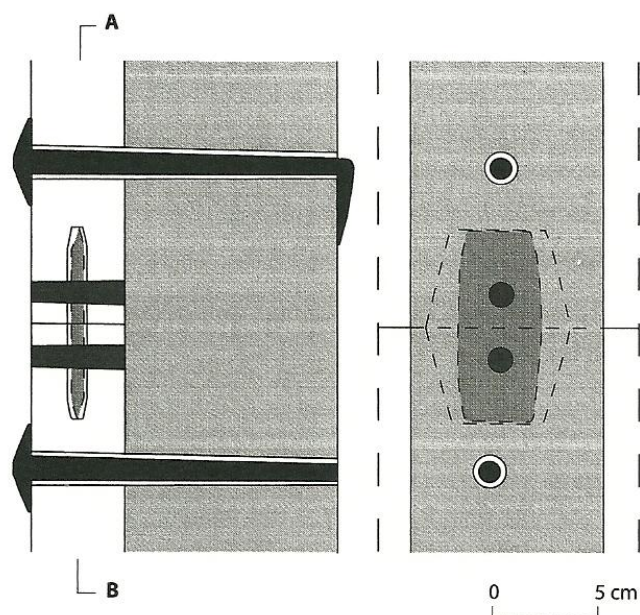


Fig. 389.- Esquema de la técnica de unión de las cuadernas con el casco en el *Fiumicino 1* (Dibujo: Boetto, CCJ-CNRS en Boetto 2009: 44)

Las uniones están separadas regularmente 10,5 cm, coincidiendo un máximo de 4 por cada hilada de traca de forro. Los diámetros internos y externos de las cabillas-tacos están comprendidos entre 1,3 y 1,6 cm. Las cañas de los clavos tienen una sección cuadrada de 1 a 1,2 cm de lado y las cabezas diámetros entre 3,8 y 4,4 cm. Las caras superiores de las cuadernas, sobre todo en popa-estribor han sido repasadas a azuela para que no sobresalgan las puntas de los clavos, si bien a algunos de ellos no se les cortó la punta sino que se retorció a modo de grapa. Los clavos sufrieron roturas en el proceso de recuperación, perdiéndose las cabezas de estos así como las posibles puntas de las caras superiores de las cuadernas. Las uniones de la carpintería transversal en la cinta de carena, eran únicamente mediante cabillas de madera de 1 cm de diámetro

En el pecio de *Fiumicino 1*, existen seis pernos de hierro colocados perpendicularmente a lo largo de la quilla. Uno de ellos está situado en el tramo de empalme del codaste con la función de unir la varenga con la quilla, si bien ésta se ha perdido, a diferencia de los otros cinco casos en los que los pernos unen la carpintería transversal con la quilla.

En origen, dos de estos pernos fijaban la carlinga sobre las varengas. Se trata de grandes clavos de hierro introducidos por la cara externa de la quilla, en la que se practican unos huecos para que no sobresaliesen²⁴³, presentando las cabezas diámetros importantes, de 4 a 4,5 cm. Son muy similares según Boetto a los del pecio de *Laurons 2* (Gassend *et al.* 1984: 91, fig. 17a y 19). Los pernos son de sección circular decreciente, de 2,5 a 1,6 cm, pasando a la altura de la varenga a sección cuadradas de 1,2 cm de lado (Fig. 390). Se utiliza igualmente una cabilla como guía y taco y la punta del perno debería estar seguramente redoblada sobre la cara superior de las varengas. Su colocación anula en cierta manera el imbornal de las varengas.

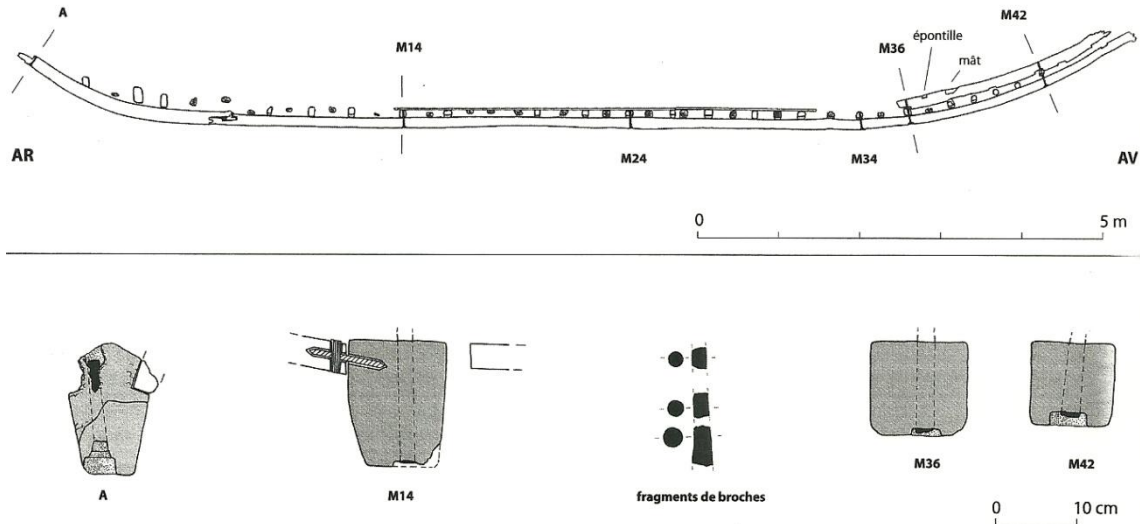


Fig. 390.- Sección longitudinal, con transversales de la quilla asociadas la altura de las pernos de unión de las carpinterías longitudinal y transversal (Dibujo: Boetto, CCJ-CNRS en Boetto 2009: 44)

Una inscripción a fuego documentada en la antigua excavación, hoy desaparecida habla de una cuaderna con el epíteto latino de *Trituta* (salvada tres veces) seguramente marca de carpinteros como las documentadas en *Saint Gervais 3* (Liou, Gassend 1990: 234, 245, 251, 252).

La carpintería longitudinal interna está compuesta por una carlinga y dos fragmentos de palmejar (*Pinus pinea* L), con perforaciones de clavos que indican su unión con las cuadernas, sin que en estas haya ningún tipo de encajes para el acople de

²⁴³ Evitando así el dañarla las cabezas en las fricciones de la quilla contra la arena en zonas bajas

palmejares. La carlinga (*Quercus*) conserva 2,75 m de longitud, con anchuras de 5 a 10 cm y 15 cm de alta. Presenta roturas por los procesos de excavación. En su cara inferior presenta regatas para encastrarse en las caras superiores de las varengas, con encajes rectangulares y en las semicuadernas, con encajes semicirculares. Su posición correcta (y no la expuesta en la actualidad según Boetto) es más avanzada, coincidiendo unos agujeros de la carlinga separados 1,70 m con los pernos de proa mencionados con anterioridad. La cara superior de la carlinga presenta dos cavidades, la primera de forma cuadrada de 5 cm de lado y 3,5 cm de profundidad, debería alojar un puntal. La segunda, rectangular con 15 cm de longitud, 5 cm de ancho y 6 cm de profundidad, se encuentra a 50 cm de la primera hacia avanzado hacia la proa. Presenta el perfil característico decreciente hacia la proa, para el emplazamiento de la base del mástil, con la posibilidad de abatirlo hacia la popa. Su colocación hacia la proa lleva a proponer a Boetto (2009: 46) que esta embarcación no podría navegar con vela cuadrada y quizás presentaba una pértiga o mástil de remolque, para permitir la tracción y el avance paralelo a la orilla del río

El análisis de un gran número de reparaciones de antiguo en el casco ha permitido a Boetto concluir que se trata de una nave con un gran tiempo de utilización. Su tonelaje de porte estaría en 49,7 t y presentaría mástil de remolque y no velamen. Boetto considera el pecio como una *caudicaria* gracias a estos elementos así como sus propias líneas de agua, con una popa elevada y retorcida frente a una proa suave y lanzada (Boetto 2009: 55) (Fig. 44 y Fig. 391).

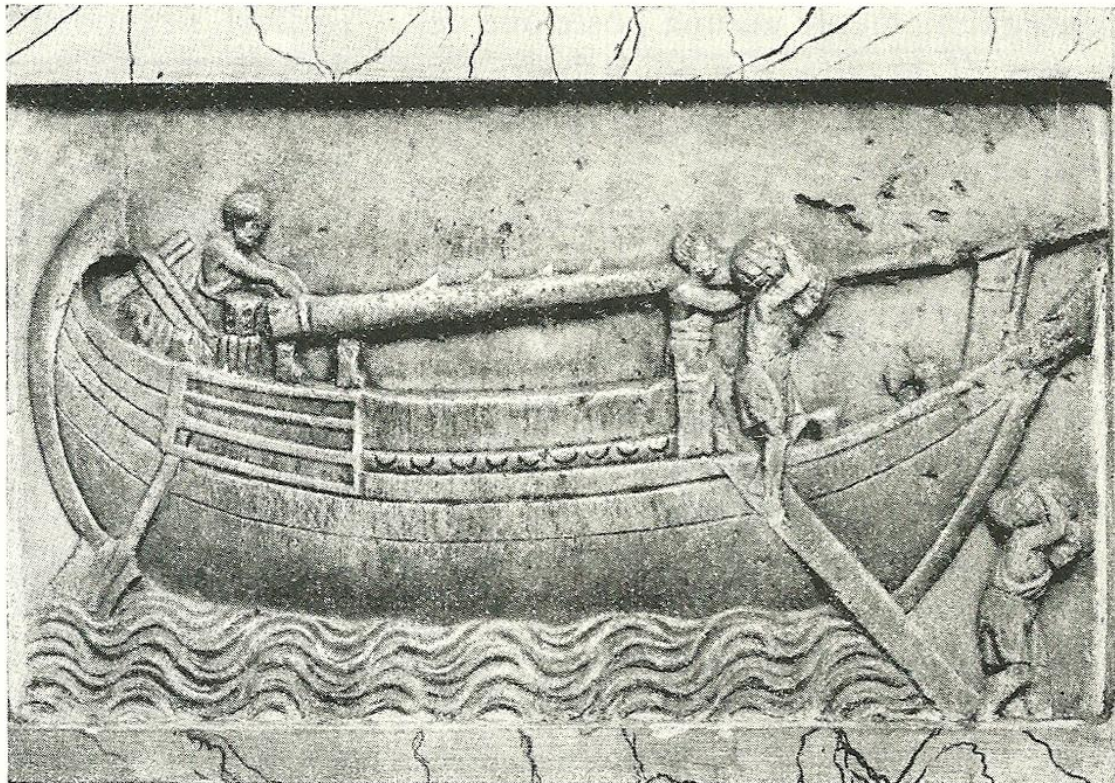


Fig. 391.- Bajo relieve de la catedral de Salerno del s. III (Ucelli 1950: 375)

13.6. DRAMONT F

El pecio²⁴⁴ se encuentra al oeste del cabo Dramont, próximo a Saint Raphael. Se conservaban unos 12 m del casco de la nave, datada en la segunda mitad del s. IV d.C. pero únicamente fue estudiada una pequeña porción de 1,10 m de largo y 2,1 m de ancho (Joncheray 1975 y 1977).

La sección transversal presenta un barco con varengas planas que confieren finalmente un aspecto redondeado a las líneas de agua. La quilla era de sección trapezoidal, más alta que ancha, con 9,5 cm de anchura en su base, 10,5 cm en su cara superior y 14,5 cm de altura con alefriz en bisel simple para las tracas de aparadura. Las mortajas en las tracas del casco tenían entre 5 y 7 cm de ancho, 0,7 cm de grosor y solo 4 cm de profundidad con una equidistancia de 5,8 a 8,2 cm (*ca.* 19,5-25 cm de centro a centro de cada mortaja). En la junta entre la quilla y las tracas de aparadura estaban equidistantes de 15 a 23 cm (*ca.* 25 cm de centro a centro de cada mortaja). Las espigas tenían de 3,5 a 5,5 cm de ancho, 0,5-0,6 cm de grosor con una longitud de 6 a 7 cm. Las clavijas de fijación tenían 0,7 a 0,8 cm de diámetro y habían sido introducidas desde el interior del casco. Las espigas tenían dimensiones muy inferiores a las de las mortajas por lo que presentaban un gran juego (ocupaban el 70% de la mortaja). Se observó una mortaja sin espiga y al menos una traca no presentaba mortajas.

En el pecio de *Dramont F* las cuadernas tenían una sección cuadrada, trapezoidal o rectangular y el patrón general de colocación parece que fue el de varengas planas con genoles sin que existiese conexión entre ellos, junto con semicudernas que se iniciaban en torno a 1 cm de la quilla. Tenían entre 5,5 y 10,5 cm de anchura y de 8,5 a 11 cm de altura con una malla de separación ancha de 37 cm. El método de unión de la carpintería transversal con el casco era de cabillas de madera de 1,1 a 1,4 cm de diámetro que colocadas a un ritmo de dos cabillas por traca de forro. Se documentaron igualmente gran cantidad de clavos de hierro probablemente relacionados con la unión de las tablas del piso de la bodega.

Un perno de hierro conectaba una varenga y posiblemente una sobrequilla con la misma quilla. Todo el casco estaba recubierto interna y externamente de una capa de resina para mejorar su estanqueidad. El casco parece una variación del tipo romano del mediterráneo occidental ya que había sido construido partiendo de una concepción a casco primero, tanto para las líneas de agua como para la estructura

²⁴⁴ La presente síntesis no es una elaboración propia sino que ha sido extraída de Pomey *et al.* 2012

Probablemente se usó para su construcción un método mixto entre casco y esqueleto como evidencian las mortajas tan distanciadas unas de otras, espigas “olvidadas” así como su completa ausencia en determinadas tracas.

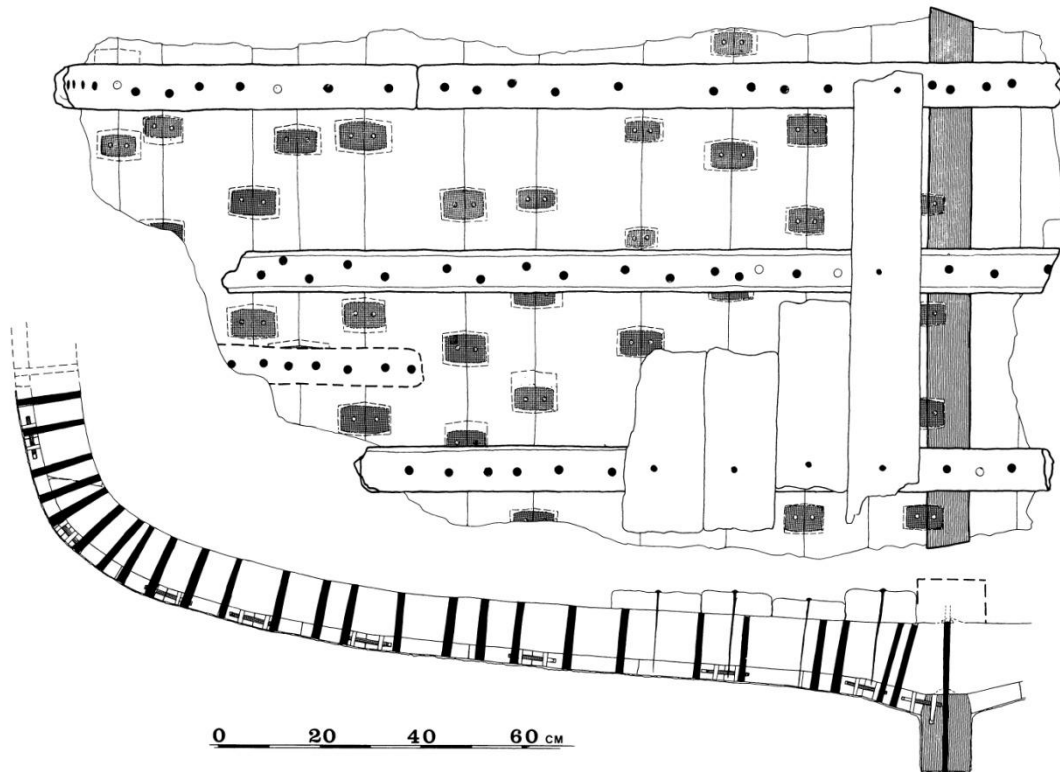


Fig. 392.- Planimetría de la porción de casco estudiada del *Dramont F* y sección transversal (Joncheray 1975: 126)

III.- METODOLOGÍA

14. LAS PRIMERAS OBSERVACIONES A SISTEMATIZAR

Durante el estudio y recopilación de las informaciones sobre la arquitectura naval de los pecios que forman el *corpus* de nuestro trabajo, hemos ido observando una serie de características y patrones que consideramos de interés para una posterior sistematización. Muchas de las referidas características ya fueron individualizadas y sistematizadas con anterioridad por el profesor Pomey, dando lugar a la creación de una agrupación dentro de un mismo *sistema arquitectural*. Quedó definido un *modelo arquitectural* principal, mayoritario o arquetípico, para el periodo cronológico helenístico-republicano y otro para el imperial (Pomey, Rieth 2005). Son las denominadas *familias arquitecturales*, cuyas características principales ya hemos señalado (Cuadro sinóptico 1, pág. 71). Sin embargo, la visión de amplio espectro como la que hemos obtenido al revisar un alto número que yacimientos arqueológicos con restos de arquitectura naval, que es cercano al 100% de lo conocido para el periodo de nuestro interés (s. III a.C.- II d.C.), nos aporta la posibilidad de interrelacionar una serie de características, fundamentalmente por lo que hace referencia a las líneas del casco y las técnicas de unión de la carpintería transversal con las tracas. Queremos traer también a colación la presencia de determinadas especies vegetales, fundamentalmente aquellas que *a priori* son menos comunes en la arquitectura naval romana como puede ser el roble o la encina que sospechamos podrían indicar un *tipo arquitectural* de barcos marítimos que tuvieron un origen en astilleros que estaban previamente especializados en la construcción de naves para espacios náuticos fluvio-marítimos. También consideramos importante la presencia de pino bosnio, que podría ser indicativa para la arquitectura naval documentada en el mediterráneo occidental, de unos astilleros con origen en determinadas regiones, principalmente itálicas.

Todo ello podría estar en relación con una posible influencia itálica sobre las provincias de la Galia e Hispania, con la hibridación de las técnicas constructivas y las líneas de agua que seguramente acabaron siendo reproducidos por los astilleros de las provincias para embarcaciones de cabotaje y/o comercio local de redistribución, creándose una simbiosis o hibridación difícil de dilucidar. Es nuestro objetivo obtener alguna conclusión al respecto.

14.1. LAS LÍNEAS y ESTRUCTURA DEL CASCO

Las primeras observaciones que hemos realizado sobre las líneas de agua del casco, se basan fundamentalmente en las secciones transversales documentadas por la arqueología siendo predominantes los fondos pinzados para los barcos de la *familia arquitectural republicana* y plana para los de la época imperial, dato que ya se reflejó Pomey en su sistematización. Sin embargo, esta conclusión que nos ha parecido categórica para la época imperial, la hemos encontrado con numerosas excepciones en la época republicana.

En época republicana tenemos dos tipos de alefrices para el tramo central de la quilla: alefriz en bisel simple o con encaje (Fig. 396). Éste sufre una evolución de sus ángulos a lo largo del recorrido desde el centro de la longitud de la quilla, hacia los extremos de la proa y la popa donde convergen las tablas para una vez en la zona de la roda y el codaste, presentar el eje axial únicamente alefriz por encaje para poder recibir así con el ángulo necesario las tracas del casco.

En función del tipo de alefriz, hay una relación directa con la traca de aparadura que es poligonal y que evoluciona igualmente desde el centro del casco hacia los extremos al igual que lo hace el mismo alefriz, bien sea mediante un retorcimiento a fuego o bien como si se esculpiera esta pieza con el objetivo de darle los ángulos de salida a las demás tablas del casco. La traca de aparadura también puede tener una sección transversal con forma trapezoidal, casi rectangular. Estos últimos tipos están en relación completa con las quillas que presentan alefriz en bisel simple (o sin alefriz visible), a diferencia del primer tipo de traca de aparadura poligonal que está en relación inequívoca con las quillas con alefriz con encaje. En este discurso en el que la quilla tiene una posición prominente por las líneas pinzadas del casco, se nos sugiere un tipo de barco rápido con un fuerte plano de deriva, en algunos casos se documenta incluso un alerón en el codaste. Esta arquitectura la presenta el pecio militar de *Marsala, navis lunga* en la que la velocidad y la maniobrabilidad era un valor muy importante. Sin la *ratio* de proporciones que presentaría una trirreme militar, los veleros de comercio del periodo helenístico republicano presentarán una proporción de la eslora sobre la manga algo más alargada que las *navis rotundae* de la época imperial, siendo el exponente máximo de este tipo arquitectural justamente el mayor mercante de la antigüedad romana conocido arqueológicamente: la *Madrague de Giens*. Se trata de una nave que debió partir de un puerto principal con destino a otro análogo sin peligros en sus inmediaciones, buen calado, protección, así como medios e infraestructuras apropiadas²⁴⁵. Al contrario, estas líneas pinzadas con fuerte plano de deriva no parecen las más adaptadas a la navegación costera en zonas con paleopaisaje lagunar o deltaico y puertos naturales interiores que obligan al cruce de lenguas arenosas, ambiente característico de determinadas zonas de la costa de la Galia meridional, así como de la Tarraconense o la Bética, donde parece que unas secciones del casco más planas favorecerían la seguridad de la embarcación en detrimento de su velocidad y tonelaje. Este tipo de cascos por otra parte presentan en algunas ocasiones unas quillas con la

²⁴⁵ Por lo que hace referencia a los términos latinos de *portus* y *statio*, (Rouge 1966: 117) Servio en sus comentarios sobre la Eneida define *statio* como *el lugar donde las naves permanecen un tiempo, portus donde hibernan* (*Ad Aen.* II, 23). Desde nuestro punto de vista (Juan Fuertes 2009: 131), en la *statio* (*Dig.* XLIII, 12, 1, 13), las naves se refugian, hacen parada técnica o participan de operaciones comerciales y entendemos que todo ello tiene lugar en un espacio físico que podría cumplir con la descripción portuaria que da Vitruvio (*De Arch.* V, XII). Pero el *portus*, además de todo ello, tiene la posibilidad del hibernado de barcos durante el *mare clausum*, según Servio e Isidoro de Sevilla (*Etym.* XIV, 8). Se trataría de enclaves náuticos, igualmente acordes con la descripción hecha por Vitruvio, pero de un rango e importancia superior al de *statio*, ya que dispondrían de un espacio en seco, medios técnicos, humanos y organizativos, que permiten sacar naves del agua y realizar su mantenimiento y reparaciones. Para Ulpiano (*Dig.* L. 26, 59) no existe diferencia entre los referidos términos, en tanto en cuanto que en ambos enclaves hay entrada y salida de mercancías, pero cuando se refiere al *angiportus* (puerto no completamente cerrado) se entiende que su sinónimo es *statio*.

sección más ancha que alta, a diferencia de lo que parece ser común en la arquitectura naval antigua, como se ha observado en pecios cronológicamente distantes como son *Tour Fondue* o *Ouest Giraglia 2* y que proporciona unos ángulos de salida a las tracas de aparadura que fuerzan unas líneas del casco muy aplanadas.

Justamente las excepciones al *tipo arquitectural* característico de la época republicana con fondos pinzados parecen ser barcos con menor eslora adaptados a espacios náuticos marítimos, pero con especialización en la navegación de cabotaje, siendo quizás el pecio de *Cavalière* un ejemplo paradigmático. Al contrario, las líneas de casco pinzadas podrían indicar una navegación rápida y directa con cargamento homogéneo para este tipo de barcos como podría ejemplificar el pecio de la *Chrétienne A*.

14.1.1. LOS RAYOS DE UNIÓN

Por lo que hace referencia a los rayos de unión para unir dos tramos de una misma hilada de traca de forro, hemos observado que en época romana imperial la tipología se resume a un único tipo, es decir en rayo en bisel simple (Fig. 393-a), también a veces a junta perdida (un tramo de traca finaliza en rayo a bisel, al que se le unen dos tablas complementarias más estrechas que definen formas hacia la proa o la popa, bien evidentes en *Ouest Giraglia 2* o *Fiumicino 1*) (Fig. 393-b), siendo en época helenística donde hemos detectado algunas variaciones más interesantes, con la presencia de los llamados rayos en “pico de flauta” únicamente observados en este periodo en el pecio púnico de *Marsala* y en el *Chrétienne C* y con anterioridad en el pecio menorquín de *Binissafüller* (Fig. 393-c), sin dudas perteneciente a un contexto cultural púnico occidental²⁴⁶. El pecio de *Marsala*, por ser una construcción de estado de corte militar bien podría ser un ejemplo de arquitectura naval que aglutinase las mejores técnicas de construcción conocidas por los púnicos occidentales del s. III a.C. técnicas que serán asimiladas por la arquitectura naval romana, la misma que copió literalmente las trirremes púnicas por sus mejores características, para poder combatir contra la potencia naval enemiga. El control político comercial y militar pasará a Roma tras la Segunda Guerra Púnica, que culturalmente en el 200 a.C. en el momento de los enfrentamientos con Cartago se refiere a la técnica de armado de barcos a espigas y mortajas, como la junta púnica (*punicana coagmenta*), por lo que parece oportuno afirmar que el mundo púnico occidental, como potencia naval podría haber influenciado la arquitectura naval en las zonas de contactos permeables, así como también la de los

²⁴⁶ Este tipo de uniones se observaron con anterioridad en los pecios de *Ma'agan Mikhael* y *Jules Verne 7*.

astilleros navales que participaron de la construcción de estado motivos bélicos, que copiaron las trirremes cartaginesas.

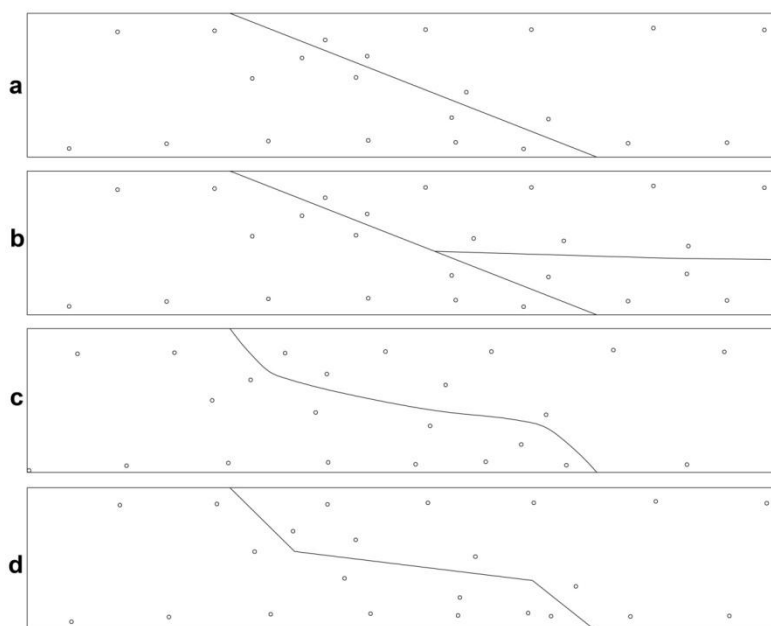


Fig. 393.- Modelo esquemático de la unión de dos tracas de una misma hilada por medio de un rayo: a) Rayo en bisel simple; b) Rayo en bisel simple a junta perdida; c) Rayo en pico de flauta; d) Rayo en línea quebrada. (Dibujo: Autor)

14.1.2. LAS CARLINGAS DEL MÁSTIL

En la sistematización realizada por Pomey y Rieth (2005) quedó bien definido como en la familia *arquitectural helenístico-republicana* las carlingas del mástil se disponían encastradas directamente sobre la carpintería transversal (p.e. *Dramont A*, Fig. 189) a diferencia de los barcos de la *familia arquitectural imperial* del s. II en los que esta pieza se encastra en dos sobrequillas paralelas (p.e. *Saint Gervais 3*, Fig. 349). Viendo los dos métodos tipo, rápidamente se puede comprender como esta pieza debe estar encajada y bloqueada en sentido longitudinal, pero también transversal. Su cometido, aparte de ser la base del mástil propiamente dicha, es el de repartir las fuerzas que ejerce el palo de manera precisa en el casco, fundamentalmente a través de la carpintería transversal. Para ello las carlingas “republicanas” presentan unos encajes perpendiculares a su recorrido que cruzan de cara lateral a cara lateral, para acoplarse sobre las varengas, las cuales comúnmente llevan también unos rebajes, a vis a vis, para evitar desplazamientos laterales como en el pecio de *Cavalière*. También, coincidiendo con las semicuernas que se alternan, en el caso de que no se trate de un barco con una sucesión de varengas, la cara inferior de la carlinga presenta igualmente rebajes a veces con forma de media luna para que los dorsos de las semicuernas se apoyen en la carlinga, como por ejemplo en el pecio *Plane 1*, mejorando el encastre de ésta en los esfuerzos laterales que ejerce el mástil con el velamen desplegado en navegación.

En cambio las carlingas de la familia de barcos imperiales se encastran en una especie de sobrequillas paralelas situadas a cada lado de la quilla, piezas que a su vez presentan una serie de encajes, para quedar encastradas sobre la carpintería transversal.

La carlinga, en el caso de *Calanque de l'Âne*, con sección rectangular está situada sobre las sobrequillas y se une a ella mediante una serie de encajes triangulares lo que parece un estadio previo a las carlingas que presentan directamente un tacón longitudinal central para mejorar los apoyos laterales como se puede observar en *Saint Gervais 3* (Fig. 349) o en *Port Vendres 1*, por ejemplo. La observación que queremos comprender desde nuestro trabajo es que el abandono de una técnica y la llegada de la nueva no parece producirse en el alto imperio, sino que llega más tarde, es decir primero se modifican los ángulos de la quilla y las tracas de aparadura, *grosso modo* desde el cambio de Era dando lugar a secciones transversales mas aplanadas, manteniendo la misma técnica de encastre de las carlingas documentada en la época republicana, para ya en el s. II d.C. cambiar al tipo imperial. Intentaremos comprender cómo se produce esta transición y si ello tiene una justificación mecánica.

14.2. LA CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Las técnicas de unión de la carpintería transversal al casco son variadas y no han sido sistematizadas hasta la fecha. En la bibliografía podemos encontrar descripciones técnicas por *unidad arquitectural* como en el caso de *Fiumicino 1*, o por otra parte descripciones por *firma arquitectural*, como la que representan los barcos que tienen las cuadernas unidas al casco mediante ligaduras internas como puede ser el caso de *SM 24*²⁴⁷. Nuestra observación del *corpus* nos permite individualizar varias técnicas (Fig. 400) que pensamos pueden ser claves si las interrelacionamos con líneas del casco y el espacio náutico. Respecto a las técnicas, en el pecio púnico de *Marsala* tenemos cuadernas unidas al casco mediante cabillas cilíndricas que *a posteriori* hacen de taco o guía a clavos de hierro con cabeza de diámetro proporcionalmente grande respecto a la caña, que las atraviesan y cuya punta se retuerce para quedar “grapada” la cuaderna, quedando esta pieza sólidamente unida al casco gracias a la cabeza externa del clavo, por su diámetro, como por el “retorcido” descrito en la cara superior de la cuaderna, técnica que también se documentó en el pecio de *Kyrenia, Colonia de Sant Jordi, Caveaux 1, Chrétienne A, Sud Lavezzi 5*, o *Fiumicino 1* entre otros. Otra técnica muy semejante consiste en la colocación de las cabillas como tacos guía a unos clavos que no llegaran a sobresalir de la cara superior de las cuadernas, sin el “grapado” que hemos descrito con anterioridad. Este método lo observamos en *Baie de Briande, Jeune-Garde B, Titan, Tradelière, Cap Bénat, Rabiou, Sud Lavezzi 3, Planier III* (Guibal, Pomey 2003: 38) entre otros. Especial relevancia tiene las naves de *Nemi* donde está presente esta técnica. Otra técnica consiste simplemente en unir al casco la carpintería

²⁴⁷ Presentamos un listado de los pecios pertenecientes a esta firma arquitectural que hemos incluido en nuestro corpus: *Tour Fondue, Roche Fouras, Cavalière, Dramont C, Plane 1, Cap Béar 3, Cap del Vol, Barthélemy B, Saintes Marie 24, Baie de l'Amitié, Perduto 1, Port Vendres 3*.

transversal mediante cabillas cilíndricas (o cónicas) colocadas de manera vertical y algunos clavos esporádicos como hemos observado en el *Chrétienne C*, *Miladou*, *Pointe Pomègues*, *Cap Gros*, *Dramont A*, *Pomègues* entre otros o alternándose rítmicamente cabillas horizontales y clavos a punta perdida en *Giraglia 1*, *Albufereta 1*, *Dramont I*, *Tiboulén de Maïre*, *Laurons 3* y *4* entre otros. El pecio de *Ouest Giraglia 2* presenta una colocación de las cabillas en bisel, alternando las caras de colocación en función del costado del casco, algo que con menor profusión se documenta también en *Ladispoli*.

Pecio	Datación	Bibliografía
<i>Baie de l'Amitié</i>	(2ª mitad del s. I)	(Jézégou 2001: 400-401; Wicha 2002: 43-44)
<i>Barthélemy B</i>	(2º ¼ s. I)	(Lopez 1996: 59; Dangréaux 1997: 90)
<i>Cap Béar 3</i>	(Tercer ¼ s. I a.C.)	(Pomey <i>et al.</i> 1987-1988: 33)
<i>Cap del Vol</i>	(finales s. I a.C.- inicio s. I)	(Nieto, Foerster 1980: 163-177; Foerster 1980: 250; Nieto 1982: 165-168; Liou 1987: 272)
<i>Cavalière</i>	(ca. 100 a.C.)	(Charlin <i>et al.</i> 1978: 89; Pomey 1996: 56-57)
<i>Dramont C</i>	(2º ¼ del s. I a.C.)	(Pomey <i>et al.</i> 1992: 42-44; Joncheray 1994: 24 y 28)
<i>Perduto 1</i>	(s. I)	(Sciallano, Liou 1985: 145)
<i>Plane 1</i>	(ca. 50 a.C.)	(Liou, Pomey 1985: 556-557, Pomey 1995: 57)
<i>Port la Nautique</i>	(ss. II- 70 a.C.)	(Falguera, Jézégou 2000: 42-44)
<i>Port Vendres 3</i>	(Mediados del s. II)	(Jézégou 2007: 41).
<i>Roche Fouras</i>	(150-100 a.C.)	(Liou 1975: 597; Pomey 1996: 57)
<i>Saintes Marie 2</i>	(3º 1/4 del s. I)	(Long 2003: 53; Long <i>et al.</i> 2004: 71; Marlier 2005: 328)
<i>Saintes Marie 24</i>	(40-75 d.C.)	(Long <i>et al.</i> 2004: 68-71; Marlier 2005: 340)
<i>Tour Fondue</i>	(ca. 250-225 a.C.)	(Dangréaux 1996: 52, Dangréaux 1997: 90)

Cuadro sinóptico 4.- Lista actualizada de los pecios publicados que presentan un sistema de unión de la carpintería transversal al casco por ligaduras internas bloqueadas por cabillas.

Con la técnica de ligaduras internas en bucle bloqueadas por cabillas que hemos descrito con anterioridad los pecios de *Roche Fouras* (Fig. 153), *Palamós* (Fig. 171) y *Plane 1* (Pomey, Guibal 1998), en la zona central de las varengas triangulares, donde tienen mayor altura, presentan a parte de las cabillas relacionadas con las ligaduras, otras colocadas en bisel por las caras laterales para la unión de estos tramos de las piezas con el casco.

En la época imperial, desde el s. II prácticamente, los pernos que se colocaban únicamente en algunos casos aislados para unir carlinga-varenga-quilla o reforzar rayos de Júpiter se emplean ahora más frecuentemente uniendo la carpintería transversal con la quilla, como en el caso de *Laurons 2*, *La Bourse*, *Fiumicino 1* o *Luque B* entre otros.

14.3. LAS ESPECIES VEGETALES

Respecto a la cuestión de las especies vegetales utilizadas en la arquitectura naval y de manera somera, creemos que solo el pino bosnio y el roble pueden proporcionar pistas en nuestro estudio: por lo que hace referencia al *Pinus leucodermis*, en el Mediterráneo Occidental podría indicar una construcción naval de la costa campana, calabresa o ilírica (Guibal, Pomey 2002: 100; Guibal, Pomey 2003: 38) ya que son las zonas donde es presumible que creciera esta especie a menos de 50 km de la costa siendo por ello aprovechable por los astilleros situados en las desembocaduras de los ríos. Por otra parte el roble es una madera de gran dureza, utilizada en la

construcción naval de estado, en las quillas de los barcos de guerra que se sacan de agua e hibernan; quizás como explica Theophrasto en *Historia Plantarum* V, 4, 3, porque el roble es una buena madera para la construcción naval en espacios fluviales y lagunares por sus cualidades contra la putrefacción, a diferencia de los espacios náuticos marítimos, donde el agua salada la afecta más rápidamente. La presencia de esta especie en el casco en el pecio fluvial de *County Hall* (Marsden 1994) (Nota 176, p. 335) quizás pueda ser indicativa de usos constructivos propios de astilleros más especializados en espacios náuticos fluviales. Cuando en estos astilleros se construyen barcos para espacios náuticos marítimos podrían utilizar las especies conocidas por ellos dejando la impronta de una construcción naval fluvial propia de un saber consuetudinario como podría ser el caso de *Giraglia 1*, *Ouest Giraglia 2* y *Fiumicino 1*.

15. UNA PROPUESTA DE RELACIÓN DE LOS DATOS: EL ARCHIVO INFORMATIZADO

Tras el estudio de los yacimientos poseemos unas primeras ideas basadas en la observación de las arquitecturas navales de los pecios del Bloque II-*Corpus* y que hemos ya señalado en el epígrafe anterior (*Vid. supra*). Sin embargo para la mejor gestión de una información arqueológica que es completamente heterogénea que ha sido recopilada como síntesis individuales de los pecios (55) que componen el *corpus* de nuestro trabajo, hemos creado un archivo informatizado basado en un modelo de ficha diseñada para tal efecto. En ella se presentan como campos aquellos elementos característicos que hemos considerado como principales para el estudio de la arquitectura naval romana²⁴⁸. Estos campos²⁴⁹ nos permitirán *a posteriori* establecer comparaciones y relaciones entre los pecios estudiados de manera más sistemática, con el objetivo último de que esta interrelación dé respuesta a las cuestiones de interés que hemos formulado con anterioridad en nuestro trabajo. Igualmente durante la creación de nuestra ficha hemos observado que completándola someramente con datos estrictamente numéricos (mediciones complementarias del registro arqueológico que son descriptivas y no determinantes en la interrelación de las arquitecturas navales) esta ficha podría convertirse en una verdadera guía de registro de la arquitectura naval para época romana. Por ello sería a su vez una herramienta metodológica ya que facilitaría la documentación de la arquitectura naval antigua, incluso a arqueólogos que no tuvieran una formación específica en este campo. Así a modo de guía incluimos algunos dibujos esquemáticos de cada uno de los tipos y elementos que deben de ser registrados, como por ejemplo, el tipo de alefriz de la quilla o los sistemas de unión de las cuadernas al casco (Fig. 396 y Fig. 400).

Para las reflexiones sobre cómo elaborar una ficha con campos válidos y representativos hemos acudido en primer lugar al trabajo del profesor Steffy (1990: 319) quien introdujo una primera metodología de registro arqueológico en su artículo de 1987 sobre la barca de de *Kinneret* (Israel, Mar de Galilea). Se trata de una serie de directrices para mejorar en rasgos generales la documentación de la arquitectura naval de cada pecio como *unidad arquitectural*, con el objetivo de poder comparar datos entre diversos yacimientos pertenecientes a un mismo *sistema arquitectural*²⁵⁰. Hemos

²⁴⁸ Dejando al margen de esta interrelación los pecios previos a la época helenística y a aquellos de la antigüedad tardía que no hemos incluido en nuestro *corpus* por quedar fuera del periodo de nuestro interés.

²⁴⁹ Hemos utilizado el *software Filemaker* que ofrece numerosas posibilidades para interrelacionar datos.

²⁵⁰ Basado en naves construidas a casco primero, con las tracas a tope y unidas mediante ensambladura de mortaja y espiga.

considerado oportuna su traducción e inclusión en nuestro trabajo puesto que ha sido la base sobre la que hemos desarrollado nuestra ficha de registro:

La lista siguiente se sugiere como el grupo mínimo de categorías para el registro y publicación de los barcos del Mediterráneo antiguo²⁵¹.

Uno o más dibujos a escala de sección, ya sea en forma reconstruida o como se encuentran en el fondo marino, mostrando detalles en la sección transversal de todos los componentes estructurales

Quillas-tipo de madera(s); número de piezas en la quilla; dimensiones de las caras trabajadas, tomadas en varios puntos si las dimensiones no son constantes; codaste y detalles de acabado; dimensiones del alefriz y distancia desde este hasta el tope de la quilla.

Falsa quilla- tipo de madera; número de piezas; límites en proa y popa; método de unión a la quilla, composición, dimensiones y distribución de uniones.

Roda y tajamar- tipo de madera; número de piezas. Dimensiones de las caras trabajadas y otras dimensiones aplicables (incluidas las secciones transversales. Método de unión a la quilla incluyendo alefriz o detalles de mortajas; tipos de uniones, composición, dimensiones y distribución de uniones.

Tracas de forro- tipo de madera (s); espesor de cada traca y anchura especialmente en el centro del buque y en los extremos. Detalles ensambles, como tipo, longitudes y profundidad de la traca en el empalme, tipo, tamaño, dirección y localización de las uniones/cierres usados para sustentar los ensambles; Tipos de uniones, composición dimensiones y distribución (debe incluir las cabillas donde los clavos se insertan a través de ellos, detalles de fijación, cuñas en las cabillas, etc.) detalles de acabado final, incluyendo pautas de fijación y la forma de las tablas

Ensambladuras a mortaja-espiga- dimensiones de la mortaja (anchura profundidad y espesor) tomadas en numerosos y dispersos puntos; dimensiones de la espiga; media del espacio de centro a centro, anotando también las variaciones fuera de la media. Tipos de madera para las espigas y las clavijas; media de los diámetros de las clavijas en ambas caras de la traca de forro; Media de las distancias entre el centro

²⁵¹ Traducción del texto original en inglés (Steffy 1990: 319)

de las clavijas y la línea de unión, orientación de las mortajas en los ensambles (¿perpendiculares a los ensambles o juntas?), método para el cortado de las espigas si se puede discernir; relleno en las mortajas y restos de lubricante para las clavijas.

Cuadernas-tipo de madera(s); número y distribución de las piezas en las cuadernas; distancias a la altura de la quilla; plan de cuadernas; curvaturas de las cuadernas donde se conozca; caras trabajadas y dimensiones en la quilla; extremos y cabezas de cada pieza de la cuaderna y dimensiones medias si son aplicables. Detalles de extremos, ensambles o cuñas; método de unión a la quilla; localización y dimensiones de las perforaciones; Detalles de bordes biselados.

Sobrequilla- tipo de madera; límites en proa y popa; número de piezas; dimensiones de las caras trabajadas. Ensamblaje; encajes, mortajas y recortes, método para la unión a la quilla y cuadernas; descripción y dimensiones de las uniones

Casco (incluyendo forro común, imbornales, tablazón, cintas de carena, trancañiles, durmientes y durmientes del casco) – tipos de madera, espesores, anchos, donde se pueda, ensambles; sujeción; datos de uniones; detalles finales.

Revestimiento de plomo – espesor; tamaños y formas de las hojas, tamaños y orientaciones de los solapes; Dimensiones, composición y distribución del claveteado; composición y espesor del recubrimiento; métodos de colocación a lo largo de las quillas y los mástiles.

Detalles de la carlinga, baos, vigas, puntales, bitas, cubiertas, bombas y colectores, anclas y aparejos.

Un repaso aunque sea somero de la bibliográfica específica desarrollada en los últimos 20 años, permite comprobar que en líneas generales, la documentación de la arquitectura naval de muchos pecios recoge los datos e indicaciones señaladas por Steffy en su trabajo. Sin embargo la ciencia ha avanzado y desde nuestro punto de vista algunos campos son buenos como registro, pero al no haber sido documentados con profusión y homogeneidad no pueden ser utilizados en una comparativa amplia de yacimientos.

Nuestra ficha se divide en dos hojas, la primera es la que utilizaremos en la comparación de los datos y la segunda recoge únicamente las medidas que son necesarias tomar en el registro de la arquitectura naval de un pecio romano. El objetivo de la segunda hoja de la ficha es completar la documentación si bien se trata de datos que no han sido recogidos en nuestro trabajo, puesto que únicamente interrelacionamos los valores que nos interesan de cara a establecer agrupaciones de *tipos arquitecturales*.

Sobre como trataremos la información recogida, pensamos que la aplicación del *método estadístico aplicado a la arqueología* nos debería proporcionar conclusiones. La estadística acumula de manera ordenada datos numéricos, para mediante la teoría de la probabilidad, analizar y explorar la “estructura matemática” del fenómeno del que estos datos provienen. El método estadístico consiste en una serie de pasos con los que se manejan los datos de la investigación con el propósito de comprobar una o varias

consecuencias verificables (Ropero *et al.* 2008) y que están interrelacionadas con la hipótesis general de la investigación

El método estadístico tiene las siguientes etapas:

1.- Toma de datos: En esta etapa se recoge la información cualitativa y cuantitativa señalada en el diseño de la investigación. Como los datos tomados suelen tener diferentes medidas según el elemento observado, a dicha información o datos también se les conoce como variables. Por lo anterior, puede decirse que esta etapa del método estadístico consiste en la medición de las variables. La calidad técnica de esta etapa es fundamental ya que de ella depende que se disponga de datos exactos en los cuales se fundamenten las conclusiones de la investigación.

2.- Recuento: En esta etapa del método estadístico la información recogida es sometida a revisión, clasificación y cómputo numérico. En términos generales puede decirse que el recuento consiste en la cuantificación de la frecuencia con que aparecen las diversas características medidas en los elementos en estudio.

3.- Presentación: En esta etapa del método estadístico se elaboran los cuadros y los gráficos que permiten una inspección precisa y rápida de los datos y tiene por propósito acomodar los datos de manera que se pueda efectuar una revisión numérica precisa de los mismos. Casi siempre a cada cuadro con datos, le puede corresponder una gráfica pertinente que represente la misma información.

4.- Síntesis: En esta etapa la información es resumida en forma de medidas que permiten expresar de manera sintética las principales propiedades numéricas de grandes series o agrupamientos de datos. La condensación de la información, en forma de medidas llamadas de resumen tiene por propósito facilitar la comprensión global de las características fundamentales de los agrupamientos de datos.

5.- Análisis: En esta etapa, mediante fórmulas estadísticas apropiadas y el uso de tablas específicamente diseñadas, se efectúa la comparación de las medidas de resumen previamente calculadas: por ejemplo, si se han calculado los promedios de peso de cuaternas de dos pecios, el análisis estadístico de los datos consiste en la comparación de ambos promedios con el propósito de decidir si parece haber diferencias significativas entre tales promedios.

15.1. NUESTRA PROPUESTA DE FICHA

El primer campo de la ficha se inicia con un recuadro en el que señalamos el nombre del yacimiento, su cronología y su inclusión en una primera agrupación por periodo históricos como son el helenístico, helenístico republicano, el cambio de Era, alto imperio y bajo imperio (Fig. 394).

DATOS GENERALES	
Nombre del yacimiento	<input type="text" value="Ovest Giraglia 2"/>
Cronología	<input type="text" value="50 d.C."/> Período <input type="text" value="Altoimperio"/>
Zona geográfica de hundimiento	<input type="text" value="5.-Mare Sardoum"/>
Origen geográfico del cargamento	<input type="text" value="Tarraconense"/>
Espacio de navegación	<input type="text" value="Marítimo"/>
Dimensiones estimadas de la nave (m)	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Eslora <input type="text" value="20"/></div> <div>Manga <input type="text" value=""/></div> </div>
Tonelaje de porte	<input type="text" value="50"/>
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Índice de fiabilidad <input type="text" value="1.-Excelente"/></div> <div>Marítimo <input type="text" value="Altura"/></div> </div>

Fig. 394.- Cuadro de datos generales del yacimiento con restos de arquitectura naval

Las zonas geográficas de hundimiento las hemos dividido de acuerdo a las zonas marítimas o mares establecidos por Rougé (1966: 43) a partir de los autores clásicos que adjuntamos en la siguiente Tabla 4, siendo conscientes que hay una deformación en la investigación como se observa fácilmente en la situación geográfica de los pecios de las Fig. 45, Fig. 46 y Fig. 47:

Costa actual	Mar latino
Española	Mare Ibericum
Islas Baleares	Mare Balearicum
Francesa	Mare Gallicum
Liguria	Mare Ligusticum
Córcega y Cerdeña	Mare Sardoum
Tirrena	Mare Tyrrhenum uel inferum
Norte africana	Mare Africum
Adriática	Mare Adriaticum uel superum
Griega	Mare Ionium uel Adriaticum
Turca	Syrtae
Mar oriental	---

Tabla 4.- Distribución de la situación de los pecios según zonas marítimas romanas

A continuación señalamos el origen geográfico del cargamento por si este fuera coincidente con alguna característica arquitectural, con los siguientes campos: greco itálico; itálico; sudgálico; tarraconense; bético; africano; heterogéneo; sin carga. El siguiente campo es el espacio de navegación más probable para la nave, diferenciando en el caso de ser marítimo, si es de altura, gran cabotaje o cabotaje. Por último asociamos numéricamente al campo anterior, la eslora y tonelaje de porte, dando por hecho que se tratan de valores aproximados. Como información únicamente válida para nuestro trabajo hemos creado un valor denominado índice de fiabilidad que nos merecen las informaciones, por si en alguna conclusión obtenida fuesen coincidentes pecios cuyos estudios hemos considerado mejorables.

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla Especie vegetal Zapata

Forma en sección transversal Alefriz zona central casco

Alefriz en bisel simple Alefriz con encaje Aparadura

Líneas del casco en la manga máxima

Fondo pinzado à retour de galbord

Especie vegetal traca aparadura

Pernos refuerzo rayos de Júpiter Clavos union quilla aparadura

Fig. 395.- Cuadro de los principales datos a recoger de la carpintería longitudinal o axial del barco.

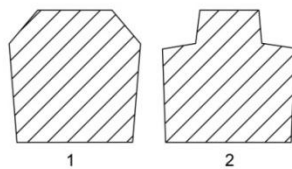
El siguiente cuadro se centra en la carpintería longitudinal que presenta enormes variaciones (Fig. 395), es decir la quilla, sus formas en sección transversal, las especies utilizadas (Tabla 5), datos igualmente necesarios para las tracas de aparadura. En el caso de la quilla se conserve y haya sido documentada, la primera anotación se refiere a la especie vegetal utilizada para su fabricación, listado que será común a varias de las piezas de la carpintería del barco. Quizás este dato sobre las especies vegetales pueda tener especial relevancia, habiendo creado la lista de manera acumulativa según hemos ido constatando especies vegetales en el *corpus* de nuestro trabajo.

Especie	Término latino
Abeto común	<i>Abies alba</i>
Alerce europeo	<i>Larix decidua</i>
Aliso común	<i>Alnus glutinosa</i>
Arce menor	<i>Acer campestre</i>
Carpe	<i>Carpinus sp.</i>
Castaño	<i>Castanea sativa</i>
Cedro	<i>Cedrus sp.</i>
Chopo	<i>Populus sp.</i>
Ciprés	<i>Cupressus sempervirens</i>
Encina	<i>Quercus ilex</i>
Enebro	<i>Juniperus</i>
Fresno	<i>Fraxinus sp.</i>
Haya común	<i>Fagus silvatica</i>
Nogal	<i>Juglans sp.</i>
Olivo-acebuche	<i>Olea europaea</i>
Olmo campestre	<i>Ulmus campestris</i>
Pino bosnio	<i>Pinus leucodermis</i>
Pino carrasco o de Alepo	<i>Pinus halepensis</i>
Pino de Chipre	<i>Pinus brutia</i>
Pino escocés	<i>Pinus type sylvestris</i>
Pino negral	<i>Pinus nigra</i>
Pino piñonero	<i>Pinus pinea</i>
Roble	<i>Quercus sp.</i>

Tabla 5.- Resumen de las especies vegetales documentadas en la arquitectura naval romana.

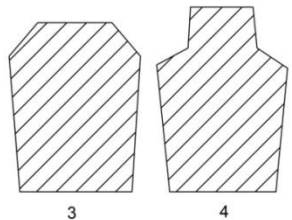
Continuando con el registro, señalamos si existe protección inferior (zapata) en la quilla que nos pueda indicar el varado de la embarcación o el paso por bajos, para introducirnos a continuación en cómo está trabajada la quilla para la unión con la traca de aparadura en la zona de manga máxima, con un alefriz en bisel simple o con un encaje a lo largo de su recorrido puesto que este dato condiciona unas líneas del casco mas pinzadas o planas y éstas a su vez caracterizan un tipo de navegación y espacio náutico (Fig. 396). De la misma manera, la forma de la traca de aparadura en sección, si es poligonal esculpida, trapezoidal o rectangular está en relación directa con el tipo de alefriz. Como últimos registros del cuadro de la carpintería longitudinal se introduce la especie vegetal de la traca de aparadura, la presencia de pernos metálicos relacionados con los rayos de Júpiter de unión de la quilla con la roda y el codaste, así como si existen clavos metálicos en la unión de la quilla con las tracas de aparadura.

FORMAS POLIGONALES BÁSICAS DE LA SECCIÓN DE LA QUILLA, A LA ALTURA DE LA MANGA MÁXIMA



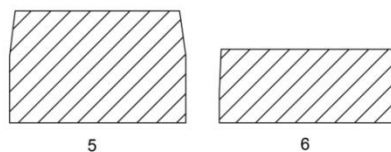
TIPO 1.-CUADRANGULAR CON ALEFRIZ EN BISEL

TIPO 2.-CUADRANGULAR CON ALEFRIZ EN ENCAJE



TIPO 3.-RECTANGULAR MÁS ALTA QUE ANCHA CON ALEFRIZ EN BISEL

TIPO 4.-RECTANGULAR MÁS ALTA QUE ANCHA CON ALEFRIZ EN ENCAJE



TIPO 5.-RECTANGULAR MÁS ANCHA QUE ALTA CON ALEFRIZ EN BISEL

TIPO 6.-RECTANGULAR MÁS ANCHA QUE ALTA DESPROPORCIONADA

Fig. 396.- Sistematización de las formas poligonales básicas en las que podemos dividir las quillas, en función de su sección transversal de una zona central del casco así como por el alefriz que presentan, en bisel o con encaje. Podría darse el casco de que no se reconociera alefriz alguno (Dibujo: Autor)

ESTRUCTURA CASCO	
Casco	Sencillo ▼ Protección del casco con resina No ▼
Tracas anchura med	22 Anchura max 37 Anchura min 15 Grosor media 4 Forro de plomo No ▼
Especies vegetales tracas 1	Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo) ▼
Especies vegetales tracas 2	Pinus pinea (Pino piñonero) ▼
Especies vegetales tracas 3	Pinus brutia (Pino de Chipre) ▼
Ensambladuras	Bisel ▼ Forma espigas Rectangulares cortas ▼

Fig. 397.- Cuadro con los principales elementos de la estructura del casco.

Para el casco de la nave nos hemos centrado en una serie de campos muy sencillos (Fig. 397), obviando un dato que puede ser igualmente muy interesante como es el tamaño medio de las espigas y las mortajas. Sabemos por el estudio realizado en el pecio de *Ma'agan Mikhael*, que no es conveniente establecer un patrón para estas mediciones, puesto que la ejecución artesanal de las espigas y las mortajas hace que puedan ser constatados diversos valores en un mismo pecio sin relación directa con la zona del casco. Sin embargo, obteniéndose las medias de estos tamaños podríamos establecer al igual que el ejemplo de la Fig. 17, cómo es y cómo evoluciona esta carpintería. Desgraciadamente la heterogeneidad de estos datos en la bibliografía es de tal calibre que no parece conveniente ni siquiera introducir estos valores en la ficha de trabajo principal (si en la secundaria). Puesto que no disponemos de la información necesaria en la gran mayoría de las ocasiones, únicamente haremos una referencia a la forma característica de las espigas de cada pecio, en el caso de que sea posible. Por otra parte, esta es una información que da una visión diacrónica del proceso pero no parece que a nivel sincrónico pueda indicar o dar respuesta a ninguna de las cuestiones de nuestro interés. Por lo expuesto hemos centrado la ficha principal en conocer si el casco es simple o doble, si está embreado o protegido por láminas de plomo externas, el tipo de rayos de unión que presenta el empalme de dos tramos de traca de una misma hilada, sin olvidar las especies vegetales más utilizadas para la construcción del casco²⁵².

²⁵²Para el casco de las espigas, comúnmente fabricadas en roble, encina, fresno u olivo, no consideramos necesaria completar esta información en la ficha comparativa

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicuernas Irregular Malla media

Sucesión varengas bajo carlinga Malla respecto altura y anchura

Semicuernas descentradas Cuadernas activas

Brochas unión varengas quilla Clavos unión tracas aparadura varengas

Clavos unión carpintería transversal quilla

Unión de las cuadernas al casco

Método secundario de unión

Imbornales varengas Imbornales laterales

Especie vegetal cuadernas 1

Especie vegetal cuadernas 2

Especie vegetal cuadernas 3

Fig. 398.- Cuadro con las principales características de la carpintería transversal.

TIPO	Método de unión de las cuadernas al casco
1	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida
2	Cabillas de madera que hacen de taco a clavos a punta visible
3	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta perdida
4	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
5	Cabillas de madera verticales
6	Cabillas de madera en bisel
7	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada

Tabla 6.- Resumen de los métodos para la unión de la carpintería transversal al casco.

Tipos de imbornales en las cuadernas
Central triangular
Central rectangular
Central circular/semiesférico
Central rectangular redondeado
Dobles centrales semicirculares
Laterales rectangulares

Tabla 7.- Resumen de los diferentes tipos de imbornales constatados en las varengas, semicuernas y genoles, para su interrelación con los tipos de uniones al casco.

En la carpintería transversal podría estar una de las claves para agrupar a los pecios de nuestro *corpus*. Por ello hemos definido campos como son la presencia de alternancia entre varengas y semicuernas y si esta es rítmica o irregular, así como si existen semicuernas descentradas, sobre pasadas o asimétricas. También el valor de la malla, es decir si se trata de una carpintería muy apretada o por el contrario laxa. El campo que reviste mayor interés es el relativo al método de unión de las cuadernas al casco y la forma con la que se han practicado los imbornales (Tabla 6). Al igual que en las anteriores carpinterías valoramos igualmente las especies vegetales utilizadas. Por lo

que hace referencia al proceso de construcción marcamos si existen cuadernas activas o no.

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal					
Carlinga	No ▼	Hace de sobrequilla	Des ▼	Cajón base del mástil	Desconocido ▼
Situación mástil	Avanzado a ▼	Origen moneda votiva	Desconocida ▼		
Unión carlinga carpintería transversal	Desconocido ▼				
Forma carlinga	Desconocido ▼				
Encajes cuadernas para carlinga	Desconocido ▼				

Fig. 399.- Cuadro con los principales elementos a valorar de la carpintería longitudinal interna.

Para el caso de la carpintería longitudinal interna (Fig. 399), esta puede resumirse directamente en las características de la carlinga del mástil, puesto que palmejares y vagras móviles que conforman el piso de la bodega, así como refuerzos de unión no es una carpintería bien conservada normalmente en los yacimientos y no parece que podamos pues interrelacionarla con el objetivo de obtener conclusiones. Por lo señalado hemos creado campos como son la situación del cajón de la base del mástil en relación a la carlinga, en que parte del casco parece que se sitúa, como se ha unido a la carpintería transversal, bien por encajes o bien por sobrequillas paralelas. Finalizando la ficha comparativa, hemos considerado oportuno que figurase un campo que haga referencia directamente a si se ha documentado pino bosnio en la arquitectura naval, puesto que debemos considerar en el estado actual de la investigación que es la única especie vegetal a la que podríamos adscribirle un origen geográfico (Fig. 401)

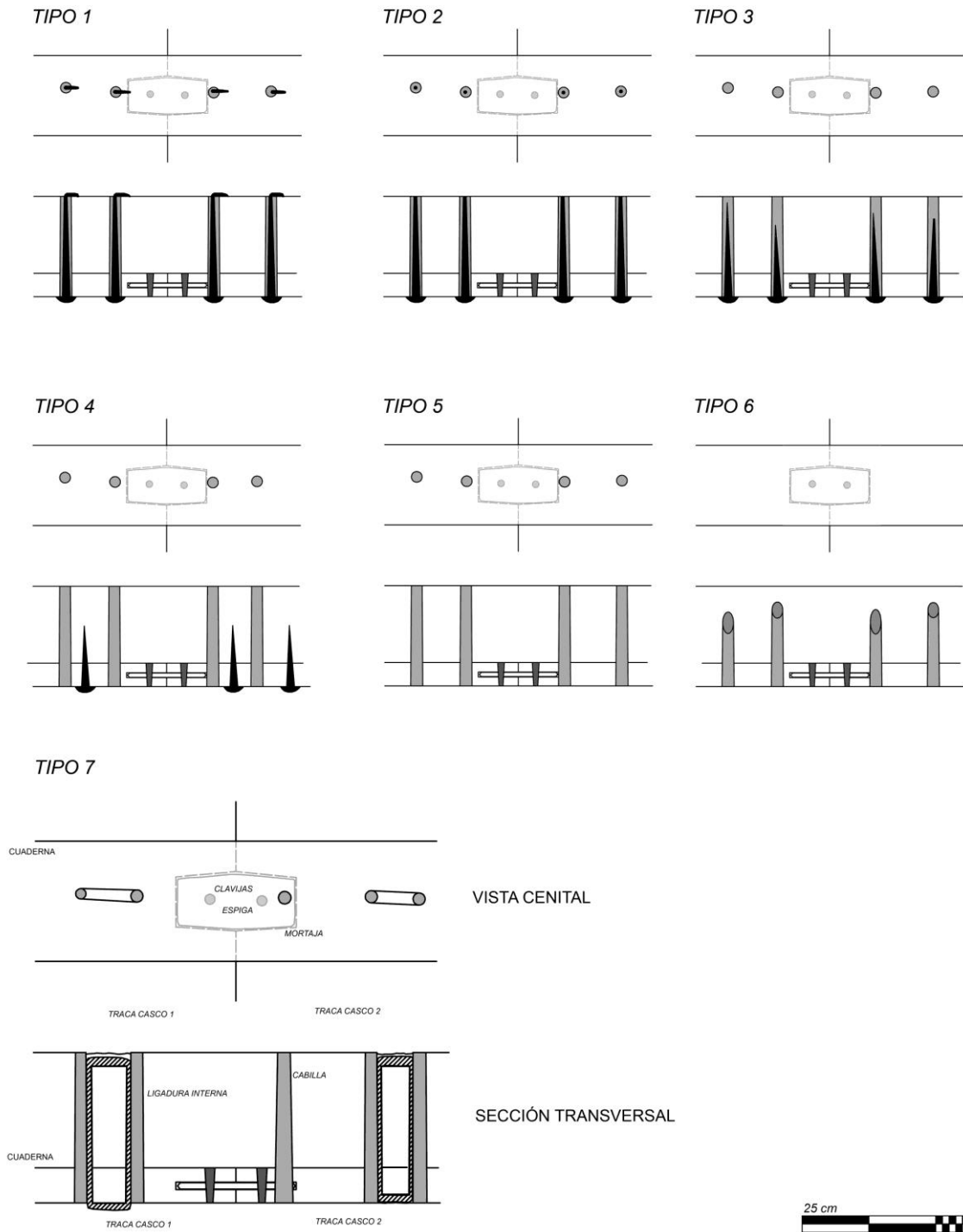


Fig. 400.- Tipología básica de los tipos de uniones de las cuadernas con el casco constatados en el *corpus* de nuestro trabajo (Dibujo: Autor)

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis* ▼

Fig. 401.- El pino bosnio es la única especie que puede indicar un origen geográfico preciso, por lo que marcamos si se ha documentado en el pecio o no.

15.1.1. HOJA COMPLEMENTARIA

EJE AXIAL

Quilla	1	2	3
Anchura			
Altura			

Roda	1	2	3	Tramo de unión
Anchura				
Altura				

Codaste	1	2	3	Tramo de unión
Anchura				
Altura				

Clavijas	1	2	3
Diámetro Int.			
Diámetro Ext.			

Mortajas	1	2	3
Profundidad			
Anchura			
Grosor			
Orientación			

APARADURA	1	2	3
Anchura			
Grosor			

Mortajas*	1	2	3
Profundidad			
Anchura			
Grosor			
Orientación			
Clavijas	1	2	3
Diámetro Int.			
Diámetro Ext.			

*de la unión de la aparadura con segunda tabla

CASCO

Mortajas	1	2	3	4	5	6
Profundidad						

Anchura						
Grosor						
Orientación						
Clavijas	1	2	3	4	5	6
Diámetro Int.						
Diámetro Ext.						

CUADERNAS

Cabillas	1	2	3	4	5	6
Diámetro Int.						
Diámetro Ext.						
Equidistancia						

Clavos	1	2	3	4	5	6
Sección						
Longitud						
Diámetro cabeza						

Ligaduras	Ancho	Largo	Brea
Regata sup.			
Regata inf.			

Tabla 8.- Ficha propuesta para registrar las medidas de las carpinterías del casco como información complementaria.

15.2. FICHADO

Tratándose de una serie de fichas que representan gráficamente la recopilación de los datos, hemos considerado oportuno colocarlas al final del trabajo (*Vid. infra* VI.- Anexo)

15.3. VALORACIÓN

En nuestra ficha de registro hemos creado cuantos campos nos ha sido posible para tener la máxima documentación de las arquitecturas navales (*Vid. supra* p. 498), sin embargo dada la parcialidad de los restos y la heterogeneidad de la información no es posible el cruce completo de todos los datos mediante la agrupación directa en base a las posibilidades de *softwares* como *Filemaker* o *Excel*, lamentablemente ello no es posible. Señalamos que el elemento “desconocido” sería lo más destacable. Por esta circunstancia en primera instancia debemos trabajar sobre qué características debemos considerar como principales y cuáles pueden ser comparadas en la gran mayoría de pecios de nuestro *corpus*. Nuestras primeras observaciones (*Vid. supra* p. 486) nos permitieron establecer varias, pero tras el fichado sistemático hemos considerado las siguientes como las más definitorias:

- Forma de la quilla en su sección transversal en una zona central del casco
- Método con el que las cuadernas se han unido al casco
- Líneas de agua
- Presencia de *Pinus leucodermis*

Por otra parte queremos señalar que la ficha desarrollada en el presente trabajo, entendida como herramienta de uso sencillo puede ser idónea como guía de registro de la arquitectura naval antigua para los arqueólogos sin una formación específica en el campo que nos ocupa.

16. OTRAS FORMAS DE ESTUDIO DE LA ARQUITECTURA NAVAL

Tras explicar la metodología de estudio basada en el establecimiento de los parámetros que pueden ser comparables entre varios *tipos arquitecturales* dentro de un mismo *sistema*, con el objetivo de ver si existe alguno tipo de relación y/o agrupación entre los yacimientos que componen nuestro *corpus*, hemos considerado oportuno profundizar en otras formas o métodos presentes en la bibliografía y que se están utilizando en la actualidad. Tenemos pues para el estudio de la arquitectura naval antigua las prácticas experimentales, las experiencias de reproducción en modelos de estudio y las replicas navegantes.

16.1. LA EXPERIMENTACIÓN EN LA ARQUEOLOGÍA NAVAL

La experimentación en la arqueología naval, a pesar de lo que pueda parecer debido a la difusión mediática que han tenido numerosas réplicas navegantes²⁵³, es un campo en el que hay pocos casos en los que la experimentación haya formado parte del proceso de investigación iniciado con la excavación de un yacimiento arqueológico. La gran mayoría de las embarcaciones que navegan como réplicas, han basado su diseño y construcción, principalmente en criterios estético-artísticos atribuidos a un periodo histórico, mayoritariamente de Época Moderna, donde pueden haber tenido cabida estudios histórico-arqueológicos y/o etnográficos. Sin embargo, la experimentación como método de investigación en arqueología naval, encaminada a resolver dudas sobre la concepción, diseño, técnicas para la construcción y finalmente la propia navegación²⁵⁴ de la nave, poco ha tenido que ver en la génesis de la gran mayoría de embarcaciones denominadas réplicas históricas. La realidad es que muchas de las “copias” que se construyeron para probar la posibilidad de viajes de conexión²⁵⁵, como algunas asociadas a museos²⁵⁶, están desvinculadas del proceso de investigación que se inicia con la excavación arqueológica y en ocasiones, incluso están más próximas a sus

²⁵³ Sirva como ejemplo las réplicas existentes de las naves del primer viaje de Colón (cuatro de la Santa María, dos de la Pinta y dos de la Niña), tres de ellas construidas con motivo de la Exposición Universal de Sevilla de 1992, así como la réplica de la Nao Victoria que visito con pabellón español la Exposición Universal de Nagoya (Japón) en 2005 o la réplica de la Santísima Trinidad, cuyo original es de finales del siglo XVIII y se encuentra amarrada en el Puerto de Málaga como reclamo turístico, o La Lisa von Lübeck, réplica de una carabela hanseática del s. XV, etc....

²⁵⁴ Entendida como el comportamiento hidrodinámico de la nave.

²⁵⁵ Con verdaderas campañas de *marketing*, incluso políticas

²⁵⁶ Por ejemplo El Prins Willem, réplica de una nave de la Compañía Holandesa de la India Oriental amarrada en el puerto del Museo de Historia en Willemsoord en Den Helder, Holanda, que ardió en un incendio recientemente

hermanas cinematográficas, con todo lo que ello conlleva en cuanto a reclamo y rigor, que no a la investigación en arqueología naval.

Quizás uno de los ejemplos más conocidos sean las embarcaciones de Thor Heyerdahl, cuyos viajes en frágiles botes tuvieron una importante difusión. El objetivo de las embarcaciones que construyó (Kon-tiki/Pacífico, Ra y RaII/Atlántico, Tigris/Mar Rojo, Jackten pa Odin/Mar Negro) era probar la posibilidad de realizar largos viajes de conexión en grandes balsas, construidas con criterio etnográfico, dentro de un discurso difusionista, donde la experimentación como herramienta para profundizar en el conocimiento tecnológico de las naves de la prehistoria y la antigüedad no tuvo cabida.

Desde luego que experimentar un viaje de conexión puede aportar al conocimiento de la arqueología del mar sobre las rutas de navegación y los contactos de un periodo histórico²⁵⁷, pero existe una diferencia entre experimentar la navegación (la ruta y la orientación) y experimentar para entender cómo navega, cómo se comporta en medio acuático, una embarcación objeto de estudio.

16.1.1. ÓPTIMO TECNOLÓGICO Y EXPERIMENTACIÓN ARQUEOLÓGICA

La importancia de la nave como obra de ingeniería, tanto en la antigüedad como en época medieval y moderna es incuestionable, sin embargo nuestro conocimiento sobre la tecnología y náutica de estas naves sobre todo por lo que hace referencia a la antigüedad, está sesgado, ya que tanto las fuentes literarias, iconográficas como arqueológicas, no pueden aportar toda la información necesaria para una fidedigna restitución de una nave objeto de estudio (*Vid. supra* p. 68). Esta falta de datos aumenta progresivamente según nos retrasamos en el eje cronológico.

En la construcción naval antigua existe una evolución tecnológica muy lenta y carente de revoluciones. La arquitectura de las embarcaciones evoluciona en busca de una mayor resistencia a esfuerzos, un mejor hidrodinamismo, etc. en las que las soluciones técnicas se idean y desarrollan, también a veces se olvidan, hasta llegar a “óptimos tecnológicos” que perduran durante décadas e incluso siglos²⁵⁸.

²⁵⁷ Como por ejemplo, los viajes en la réplica del barco vikingo de Gokstad (Museo de Oslo) llamada *Gaia*. En 1991 D. Ragnar Thorseth navegó con *Gaia* a América del Norte para celebrar el 1000 aniversario del viaje a Vinland de Leiv Eriksson, hijo de Erik el Rojo.

²⁵⁸ Por lo que se refiere a la arquitectura naval de las naves mercantes de la antigüedad, como reflejo de su capacidad de porte, creemos que podemos fijar este óptimo tecnológico en época tardo republicana o alto imperial en el que la arquitectura naval de la marina civil se presenta muy evolucionada, optimizada, con



Fig. 402.- Maqueta de estudio de una nave cargada con *dolia* (R. Roman, Centre Camille Jullian-CNRS) (Foto: Autor)

Podríamos definir que la arquitectura de una nave o determinados elementos de ésta, han llegado al *óptimo tecnológico*, cuando como resultado de la relación entre necesidades náuticas como son: la función, espacio náutico, líneas de agua, porte, velocidad, gobierno, resistencia, hidrodinamismo etc. y los materiales constructivos disponibles, la herencia tecnológica (herramientas) y cultural (usos y costumbres), se obtiene una solución técnica y de diseño para la nave que es incuestionable, probablemente la mejor, mientras no varíen los parámetros de partida.

todas las necesidades/problemas resueltos y por ello en *status quo*, en el sentido más positivo del término. Este “estancamiento” en la evolución de la arquitectura naval que se da desde el s. II durante la época imperial, no puede significar que el diseño de las naves no dé respuesta a las necesidades de marina mercante de Roma, sino todo lo contrario. Si atendemos a los tonelajes de porte, que por el momento es el mejor índice que tenemos para comparar a los mercantes, en general, las naves romanas no se verán superadas hasta prácticamente el s. XVI (Pomey *et al.* 1997: 5)

Si partimos del principio del óptimo tecnológico para la tecnología naval de la época antigua, podríamos llegar mediante la experimentación a reproducir elementos de manera práctica en laboratorio con los usos de la herencia tecnológica y cultural del periodo. Podríamos teorizar sobre el diseño óptimo de cualquier elemento y/o técnicas de construcción naval, obteniendo soluciones hipotéticas que en función de los datos de partida en la experimentación, tendrán un determinado índice de fiabilidad.

16.1.2. EXPERIMENTACIÓN Y RESTITUCIÓN

Los equipos de investigación de mayor relevancia en el campo de la arqueología naval antigua y la experimentación son el *Institute of Nautical Archaeology* de la *Texas A&M University* liderado por el desaparecido profesor Steffy y el equipo de arqueología naval del *Centre Camille Jullian (CNRS-Université de Provence)* liderado por el profesor emérito Pomey.

La metodología experimental seguida por el equipo de arqueología naval del *CCJ* para llegar a la restitución de una nave objeto de estudio, (p.e. *Jules Verne 7* y *9*²⁵⁹) o la hipótesis de una nave cargada de *dolia* para el Museo de la Civilización Romana de Lyon, (Fig. 402), consiste en primer lugar en reproducir a escala de trabajo los restos del casco, basándose en los dibujos de planta, secciones y documentación gráfica, obtenidas durante el proceso de excavación. Ello permite que los voluminosos y sobre todo frágiles restos arqueológicos queden al margen de estudios posteriores y por otra, el trabajo a escala con la reproducción fiel del fragmento de casco conservado, con sus deformaciones y afecciones, permite desde un punto de vista tridimensional comprender el proceso postdeposicional sufrido por el pecio. El siguiente paso es la realización de una maqueta de restitución de las formas o líneas de agua del casco. Se trata de analizar inversamente el proceso postdeposicional sufrido por el fragmento de casco, con el objetivo de colocar en su lugar de origen y con su curvatura original las piezas conservadas (Fig. 403), experimentándose por extrapolación de los datos conocidos de la nave, la comparación o la analogía, como son las piezas del casco no conservadas. El objetivo es llegar a la restitución completa de las líneas de agua de la embarcación. Se obtiene entonces una maqueta de estudio que puede someterse a pruebas hidrodinámicas, para conocer cómo se comporta el casco en medio acuático, en

²⁵⁹ En la actualidad el proyecto *Prôtis* del C.C.J., con objetivos científicos, de puesta en valor y pedagógicos, coordina la futura construcción de las replicas navegantes de las dos embarcaciones señaladas, como estadio final en su estudio experimental.

función de su desplazamiento²⁶⁰, su calado, su estabilidad, el rozamiento del casco con el agua, etc.

Por último, llega el momento de convertir la maqueta de las líneas de agua del casco, en una maqueta de restitución final, donde sistema de propulsión y gobierno, debe basarse en analogías, comparaciones y/o iconografía, teniendo cabida varias hipótesis en la restitución. Las pruebas experimentales, incluidas las hidrodinámicas, muy comunes en el diseño del casco de buques, permitirá la obtención de valores numéricos que ayudarán a decidir que hipótesis posee mayor fiabilidad.

Por otra parte están los denominados *modelos de estudio* (Fig. 404) que es la reproducción experimental a escala 1:1 de una porción del casco de nave, realizados de manera fidedigna con el objetivo de obtener mediante la práctica, la hipótesis más probable respecto a su principio de concepción y las secuencias de armado empleadas (proceso de construcción). Desde nuestro punto de vista este es el método más coherente para el estudio de la arquitectura naval de los pecios, que normalmente se conservan muy parcialmente.



Fig. 403.- Maqueta de estudio a escala 1:10 del pecio griego de Jules Verne 7 (Foto: Centre Camille Jullian-CNRS)

²⁶⁰ El peso de desplazamiento es el resultante de la suma del tonelaje de porte máximo de la nave (carga), junto con el peso de la construcción naval en sí misma.

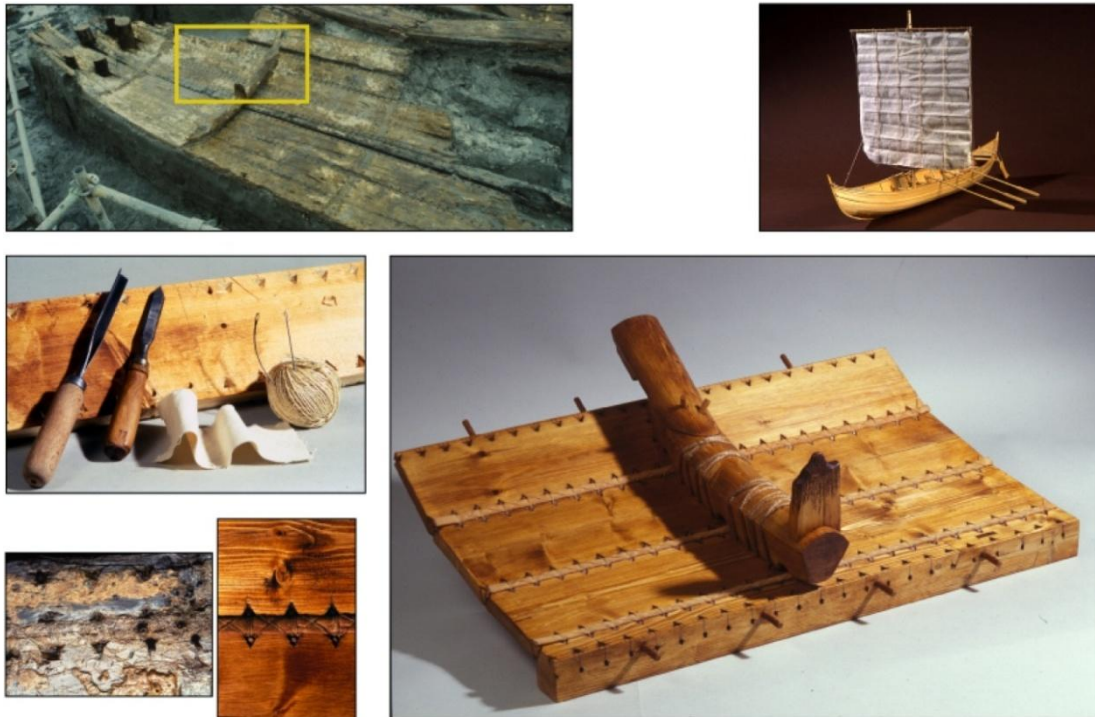


Fig. 404.- Esquematzación de los pasos seguidos para la realización del modelo de estudio del pecio Jules Verne 9 (Foto: Centre Camille Jullian-CNRS)

16.1.3. RÉPLICAS EXPERIMENTALES

Las dificultades para realizar arqueología experimental con replicas (navegantes o no), a escala 1:1 es alta, fundamentalmente por los costes económicos que conlleva la construcción de un barco, a los que hay que añadir las dificultades de trabajar con técnicas no conocidas por ningún astillero actual. Señalamos ahora algunos ejemplos de procesos de investigación, en los que tras una serie de pasos secuenciales desde la excavación, han concluido con la restitución de la nave, ya sean maquetas con criterio arqueológico y experimental, o replicas navegantes. Queremos remarcar es que existe una diferencia entre la simple reproducción una embarcación histórica y un estudio de arquitectura o arqueología naval. Éste se inicia con la excavación, registro de un yacimiento arqueológico y finaliza con la restitución²⁶¹ de la nave estudiada. El *leitmotiv* de una réplica, con la experimentación de hipótesis, es comprender desde un

²⁶¹ Ya sea gráficamente mediante infografías basadas en los dibujos de planta y secciones, mediante copias para el estudio (la reproducción fidedigna de los elementos que se conservan), mediante maquetas de restitución de las formas del casco, maquetas de restitución final o replicas navegantes.

punto de vista náutico como son las formas del casco²⁶², cuales son los principios y métodos de la construcción, como es el funcionamiento de sus sistemas de propulsión y gobierno, y según la función de la nave²⁶³, cuáles son sus particularidades propias, sin olvidar el análisis del equipamiento destinado a la tripulación y/o pasajeros.

Kyrenia II: Los trabajos dirigidos por el profesor Steffy marcan un antes y un después en la metodología de estudio de la construcción naval antigua. La excavación del pecio Kyrenia (Chipre) datado a finales del s. IV a.C. dio como resultado que una parte importante del casco se había conservado (*Vid. supra* p. 165). Entre 1982 y 1985 tuvo lugar el proyecto de restitución de la nave a escala 1:1, iniciándose con la construcción de las maquetas, algunas probadas como pequeños botes en el agua. El proyecto permitió mediante la experimentación, secuenciar los pasos de montaje de una nave cuya concepción y técnica de construcción a casco primero nada tiene que ver con la actual. Al tener que reproducir el método de ensamblaje de las diversas tracas de forro, unidas por mortajas y espigas, se pudieron comprobar todas las dificultades de la ejecución este método en un astillero, formulándose hipótesis sobre la nave antigua que fueron verificadas tras la experimentación (Steffy 1994). Se realizó una navegación por el Egeo en 1987, completándose 1260 millas con cinco tripulantes y 10 t de carga, con una media mínima de 3 nudos, manteniendo medias de 5 y 6 con viento favorable. La réplica tenía una navegabilidad excelente, demostrando la calidad en la concepción y construcción del modelo original griego del s. IV a.C. (Fig. 405)

²⁶² La eslora, la manga, el puntal, las líneas de agua y el calado.

²⁶³ Que puede ser comercial, pesquera y militar (con un amplio abanico de posibilidades)



Fig. 405.- En 1987 se realizó una navegación experimental por el Egeo, completándose 1260 millas con cinco tripulantes y 10 t de carga (Pomey *et al.* 1997: 170)

Naves de Mainz: Las naves romanas de Maguncia fueron excavadas en el año 1982 con motivo de la ampliación del Hotel Hilton Mainz. Los pecios estaban 7,5 m debajo del nivel actual, al parecer en una zona periférica del puerto. Por las formas y líneas de agua, se trataban de naves de corte militar que fueron abandonadas en la derrota del ejército romano a orillas del Rin del año 407, por la invasión teutona.

En el museo de la Navegación Antigua están expuesto los restos arqueológicos restaurados de los pecios, y se han construido dos réplicas a escala 1:1 de las naves militares romanas formando parte de la colección expositiva (Fig. 406). El velamen y jarcias de una de ellas, que reproduce una *Liburnia*, es un ejemplo de arqueología experimental, que finalizó con una hipótesis óptima de restitución de la vela cuadrada romana con todos sus cabos de aparejo.



Fig. 406.- Reconstrucción de una nave de la tipología A de Mainz para el transporte de tropas. (Foto: RGZM-Mainz)

Laténium: El complejo arqueológico de *Laténium*, situado a las orillas del lago el Lago de Neuchâtel (Suiza), alberga en su colección museística los restos de una embarcación galo-romana del s. II diseñada para la navegación lagunar, localizada en 1970 en la Bahía de Bevaix.

Un equipo de seis personas trabajó en 1998 durante ocho meses para la construcción de la réplica navegante, denominada *Altaripa*. Se cultivaron y eligieron las materias primas durante un mes, seguido de otros cuatro en los que se serraron las tablas y otros tres en las que se ensamblaron. Se utilizaron 64,8 t de roble para la construcción de este barco lagunar de 20 m de eslora y 2,9 m de manga, pesando 7 t en el momento de su botadura (Arnold 1999).

Entre las conclusiones obtenidas en la experimentación destacan las dificultades para localizar la madera óptima (roble), el tiempo necesario para que las ramas llegasen al tamaño necesario, las dificultades de serrar troncos cuyo diámetro superaba el metro, el trabajo de fundición de varios miles de clavos, así como la dificultad para identificar la técnicas del ensamblaje del fondo plano del casco, así como el curvado a calor de las enormes tracas de roble. Una de las conclusiones del trabajo fue que la arquitectura

naval céltica del s. II conservaba una importante herencia de métodos y técnicas de la Edad del Bronce.

La réplica estaba expuesta, amarrada en un pequeño muelle en el complejo arqueológico²⁶⁴ de *Laténium* donde una reciente tormenta le causó daños importantes en octubre de 2010, por lo que ha sido hundida para estudiar la evolución de la madera. En el interior del museo se encuentran expuestos los restos arqueológicos de la embarcación y la misma museografía de la nave describe la experimentación llevada a cabo en el astillero artesanal creado *ex professo* para la construcción de la réplica.

Skuldelev 2: En Skuldelev, en el fiordo de Roskilde (Dinamarca) en torno al año 1000, cinco barcos vikingos fueron hundidos intencionadamente para bloquear la ruta a la capital danesa del momento. Los pecios fueron excavados en el 1962 y expuestos en 1969 en el Museo de Roskilde. En 1997, una ampliación del mismo museo permitió la localización de nueve barcos más (siete medievales y dos vikingos) (Crumlin-Pedersen 1991). De 2000 a 2004 en el Patio del Museo de Barcos Vikingos se llevó a cabo la restitución a escala 1:1 del *Skuldelev 2*, un barco militar de 30 metros de eslora del s. XI. Su construcción es un ejemplo de arqueología experimental donde se unió la construcción tradicional a tingladillo del área nórdica y con las fuentes arqueológicas. El barco lleva una tripulación cercana a las 70 personas y en la actualidad se experimenta su navegabilidad.

La trirreme *Olympias*: Señalamos ya por último un caso de experimentación en arqueología naval que sin contar con la suficiente información de origen arqueológico, dio lugar en 1987 a la restitución hipotética de una trirreme griega del s. IV a.C., la *Olympias*, armada en el Puerto del Pireo de Atenas (Morrison, Coates 1986). Debemos referirnos a ella como una verdadera hipótesis que flota, puesto que tan solo permite verificar o validar a grandes rasgos las formas del casco, bancadas, dimensiones de los remos, la proa a tajamar y el funcionamiento de los velámenes. Muy interesantes fueron las propias experimentaciones sobre los remeros, las velocidades alcanzadas, la capacidad de maniobra, así como el consumo de agua a bordo. El casco de la nave posee unas líneas de agua, estéticamente de nave *lungae*, pero con una técnica de construcción a esqueleto, impropia de una nave de aquel periodo.

²⁶⁴ El Museo de las Naves de Mainz y la embarcación Altaripa de Neuchâtel fue visitada por nosotros dentro del viaje de estudios del Máster de Arqueología Náutica y Subacuática de la UB, dirigido por Nieto y Cau Oliveros.

16.1.4. EL MODELO DE ESTUDIO DEL GIRAGLIA 2

Los *modelos de estudio* (Fig. 404) son la reproducción experimental a escala 1:1 de una porción del casco de una nave objeto de estudio. La experimentación comprende desde el *principio de concepción*, a sus técnicas y proceso de construcción, especies vegetales utilizadas e incluso si es posible, la praxis con las herramientas y útiles propios del momento. Todo ello tiene como objeto obtener mediante el ejercicio práctico, la hipótesis más probable de los principios, procesos y técnicas de armado empleadas (Pomey 2009: 411).

Todo estudio de arquitectura naval comporta la enunciación de una serie de hipótesis de trabajo, tanto por lo que hace referencia al plano técnico de la propia construcción del barco, como por último su adscripción a grupos, léase familias y/o firmas arquitecturales. Se buscan en primera instancia paralelos en otros yacimientos conocidos mediante la comparación de la descripción técnica de los elementos en madera constitutivos de la nave así como de los dibujos de secciones, planta y alzados si es el caso, siempre con el objetivo de comprender mejor la arquitectura naval del naufragio que nos ocupa. Los pecios antiguos normalmente se conservan de manera parcial y normalmente las porciones de casco están afectadas por la flora y la fauna submarina como puede ser por la acción del *Teredo navalis*. Ello provoca que la simple observación y estudio *in situ* de la arquitectura naval de un pecio no siempre sea concluyente, en el sentido que puede haber elementos que se hacen incomprensibles bajo el agua al arqueólogo naval y que la reproducción de un modelo de estudio puede ayudar a confirmar o desmentir hipótesis²⁶⁵.

Desde nuestro punto de vista es uno de los métodos más coherentes para el estudio de la arquitectura naval antigua, puesto que las dificultades que aparecen en la experimentación y el trabajo directo en la madera, llevan a una reflexión y comprensión sobre la construcción naval que no es posible desde otras perspectivas como puede ser el dibujo a escala o planteamientos meramente teóricos.

Por lo que hace referencia al pecio *Giraglia 2* las conclusiones del estudio de la arquitectura naval del pecio realizado durante el año 2010 no podían ser definitivas en tanto que era necesario conocer más datos sobre la forma de la quilla, las tracas de apardura y las segundas tracas en la zona más central del casco. También se requería conocer el espesor de las tracas de forro, tener más datos del sistema de sustento de la carpintería transversal e incluso poder tener una visión de la cara exterior del casco, en

²⁶⁵ Se obtendrá pues una solución hipotética que en función de los datos de partida en la experimentación, tendrá un determinado *índice de fiabilidad*

contacto directo con el sustrato marino. En la planificación de los trabajos para el año 2011 se optó como mejor solución para la documentación de la arquitectura naval de aquellos elementos en los que no era posible la observación directa, el desmonte de una sección del barco a la altura de la varenga M109. Se haría mediante el aserrado de una parte correspondiente con una de las secciones transversales del casco, dibujadas en el año 2010. Lo primero por definir en una intervención de este tipo, una agresión irreversible sobre un yacimiento arqueológico, es qué elementos van a ser cortados y desmontados. Esta definición no es baladí ya que se va a afectar severamente al yacimiento a cambio, eso sí, de información arqueológica. La “agresión” ha de ser la mínima posible para obtener la máxima información científica. Debe de haber por ello un equilibrio entre la arqueología que representa siempre una destrucción del yacimiento y la información histórica que se extrae del mismo.

Para el caso del pecio de la *Giraglia 2* se optó por el corte de una porción de unos 20 cm de anchura en sentido transversal que implicase a las dos tracas de apareadura, la quilla y las tracas situadas al Este de ella, con la idea inicial de que las piezas quedarían unidas como un bloque, ya que en el tramo señalado de 20 cm de anchura había espigas de unión entre todas las tracas y la quilla así como la presencia de numerosas cabillas de fijación de la varenga con el casco.

Por lo que hace referencia al serrado y remonte de la porción de casco delimitada, fueron necesarias 6 inmersiones en las que las tracas fueron cortadas en escasos cinco minutos y el resto del tiempo fue empleado para cortar la quilla. La dureza de su núcleo, prácticamente intacto a pesar del tiempo junto con la imposibilidad de realizar esfuerzos enérgicos al estar realizándose el trabajo sobre una estructura arqueológica de extrema fragilidad, obligó a realizar más inmersiones de las valoradas inicialmente. La primera observación realizada cuando se iniciaron los trabajos de corte, es que la varenga M109 se encontraba unida al casco, pero de manera muy liviana ya que el corte de una pequeña muestra para el estudio dendrocronológico del año 2010 había debilitado sus uniones por cabillas. Ello motivó variar el método inicialmente diseñado de remontar la porción del casco en una única pieza, pasándose a realizarse en varios conjuntos de piezas. La cuaderna fue removida en primer lugar del yacimiento (Fig. 407) y remontada a superficie (Fig. 409) con anterioridad al fin del corte de la quilla. Durante su proceso de desmontaje de la varenga M109 se pudo realizar una primera observación, tanto de su cara inferior como de la zona del casco en la que estaba situada, donde se veían perforaciones, concreciones de clavos de hierro, cabillas, clavijas y resina. También fue posible comprender y confirmar que a pesar de la afección por *Teredo navalis* en la cara superior de la quilla y las tracas de apareadura, el eje axial estaba situado un centímetro o más por debajo del plano horizontal que creaban las tracas de apareadura, poniendo definitivamente y sin dudas la arquitectura naval del *Giraglia 2* en relación con el pecio de *Ladispoli*.



Fig. 407.- Desmante de la varenga M109 dado que su unión con el casco no iba a resistir los movimientos de los arqueólogos durante el serrado del casco. (Foto: Seguin)

La varenga fue dispuesta sobre un tablón y posteriormente vendada siguiendo el protocolo desarrollado por Reboul (DRASSM) remontándose por los arqueólogos a superficie. De la misma manera se procedió con las tracas B5₀, B4-2₀ y B1₀ que se colocaron en un soporte preparado para ello. Una vez la quilla quedó más accesible pudo ser cortada con más rapidez a pesar de su dureza, remontándose como un taco aislado de madera a superficie siguiendo el mismo procedimiento descrito.

Una vez la sección de casco fue llevada al barco en varias piezas (Fig. 410), se requirió de un soporte funcional para su remontaje y estudio en superficie, que incluía el traslado al laboratorio en un furgón de trabajo. Para ello, miembros del equipo de excavación realizaron un bastidor artesanal en madera partiendo de las medidas del dibujo de sección realizado en la campaña 2010. Se realizó una documentación fotográfica de la varenga M109 y se realizó su dibujo a escala 1:1 sobre una lámina de pvc (Fig. 412).



Fig. 408.- Montaje y protección de la M109 sobre un tablón (Foto: T. Seguin)



Fig. 409.- Ascenso a superficie con la varenga M109 bien protegida (Foto: T. Seguin).



Fig. 410.- Durante las primeras observaciones de la varenga M109 una vez se llegó a puerto. (Foto: T. Seguin).



Fig. 411.- Sección montada sobre un soporte artesanal (Foto: T. Seguin)

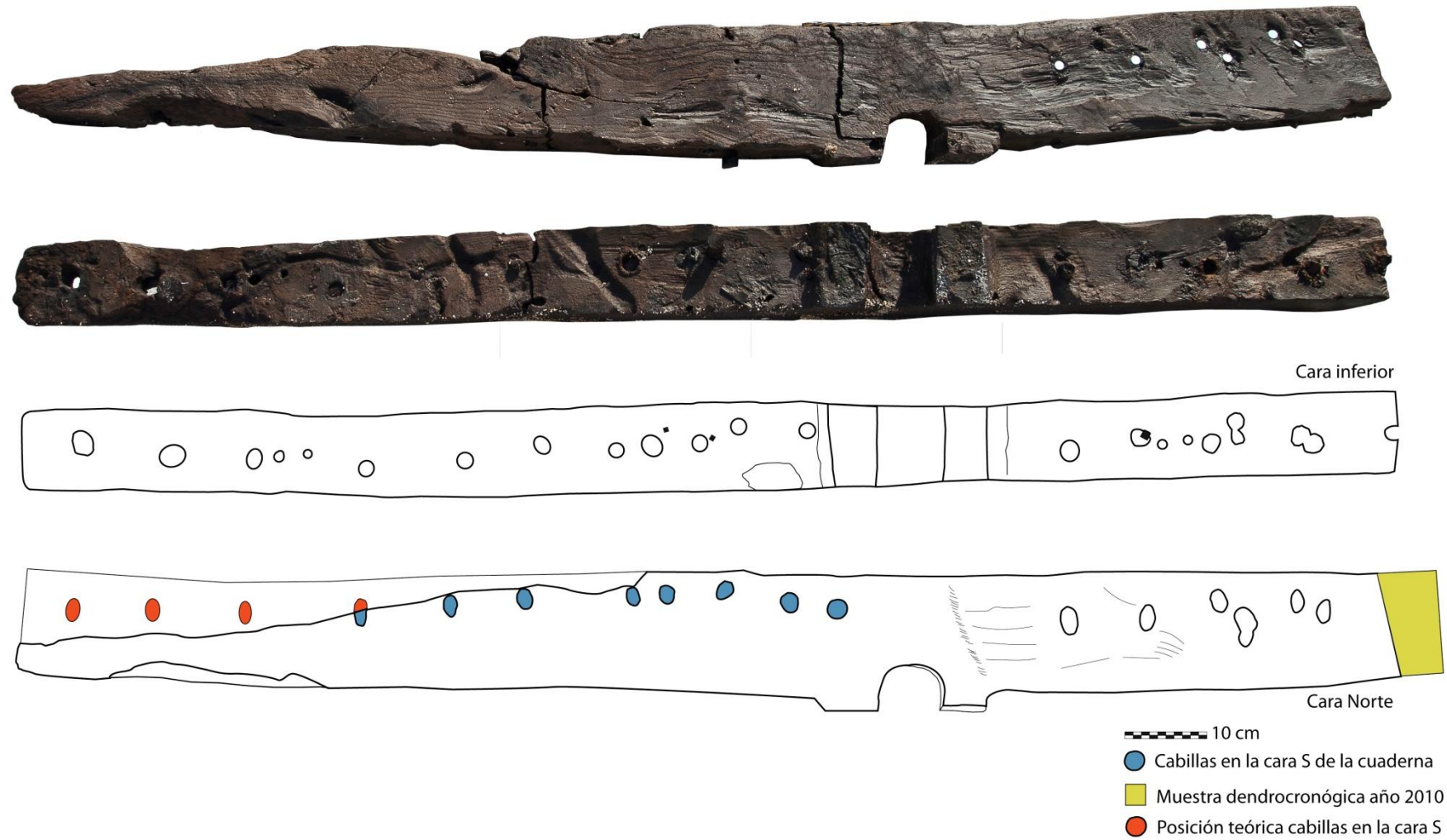


Fig. 412.- Vistas de la cara lateral norte e inferior. Dado que las perforaciones de las cabillas se situaban a un lado del imbornal en la cara norte y las otras en la cara sur, hemos representado la situación de éstas últimas en color azul (Fotos: T. Seguin; Dibujos y digitalización: Autor)

En la base en tierra de la excavación se realizó un trabajo de toma de medidas y dibujos sobre láminas de plástico a escala 1:1 a la vez que se hizo un estudio detallado de cada una de las piezas que constituían la porción. La cuestión que más interés nos suscito respecto a las formas del casco fueron:

- La aparente falta de alefriz en una quilla más ancha que alta.
- La disposición de la quilla un centímetro o más por debajo del plano horizontal que creaban las tracas de aparadura.
- Las formas de las tracas de aparadura, de un aspecto completamente rectangular.
- Las líneas excesivamente planas para el casco en contraposición con la varenga.
- Las líneas de la varenga que de manera simétrica tenían un leve ángulo respecto a la horizontal. La forma de su tacón que encajaba con la quilla.
- Las perforaciones de determinadas clavijas que habían atravesado el casco desde el exterior hasta la cara inferior de la cuaderna.
- El ritmo de colocación de las cabillas, a un lado de la quilla, en la cara lateral norte y al otro en la cara lateral sur. Siempre en bisel.



Fig. 413.- Primer plano de la quilla con las tracas de aparadura, cuya unión se encontraba afectada por *Teredo navalis*. (Foto: T. Seguin)



Fig. 414.- Durante la toma de medidas en la sección del *Giraglia 2* (Foto: T. Seguin)

16.1.4.1. Primeros ensayos

Ante la previsión de la aparición de problemas en la construcción del modelo de estudio en madera desconocidos por nuestra falta de experiencia en este campo, consideramos oportuno iniciar el trabajo de reproducción del modelo con la realización de uno en poliestireno que atendería únicamente a proporcionar una visión tridimensional de la futura experimentación, a la vez que nos serviría como primer ensayo para secuenciar el proceso de construcción. Ello estuvo motivado por que tanto

la quilla, como las tracas de apardura y la cuaderna, presentan zonas degradadas o desaparecidas que requerían en primera instancia una restitución teórica, revelándose el poliestireno como un material adecuado para tal fin. Para su realización se realizó un aprovisionamiento de referido material, con diversas densidades y durezas, con el objetivo de que fuese lo suficientemente consistente como para requerir su aserrado para la creación de las piezas. La primera necesidad con la que nos encontramos fue el desarrollo de un método que nos permitiese trasladar la documentación arqueológica (dibujos de planta, secciones y mediciones), primero al poliestireno y luego a la madera. Como se ha reflejado con anterioridad se había realizado un dibujo a escala 1:1 de la porción de casco remontada a superficie en plástico transparente de pvc, dibujos que se han reproducido en un soporte de mayor grosor. Para el caso concreto de la varenga que presentaba erosionada parte de su cara superior, se ha realizado un dibujo de sección simétrica de la zona bien conservada sobre la desaparecida, a la vez que se posicionaban los orificios de las cabillas, diferenciando por color la cara lateral en la que se encontraban (Fig. 415). Para el caso de la quilla que se encontraba afectada por xilófagos, se ha realizado una plantilla teórica de su sección restituyendo las partes inexistentes, operándose de la misma manera con las tracas de apardura de sección rectangular.



Fig. 415.- Durante la creación de las plantillas a partir de los dibujos arqueológicos (Foto: Flores)

Para la realización del modelo trasladamos al poliestireno los dibujos de sección de todas las piezas, procediendo a su serrado. Después mediante las plantillas de dibujos de planta se han finalizado. Con la idea de realizar un primer marcaje de la situación de las mortajas en la cara lateral de la quilla, se dibujaron éstas en uno de los laterales de la pieza en poliestireno. Se pudo observar como las mortajas, que tienen todos los mismos grosores si bien no la misma anchura, están dispuestas de manera alternante sobre una línea imaginaria, una mortaja por encima de ella y otra debajo (Fig. 416), forma dicha a tresbolillo o alternante, documentada para la realización de las mortajas en las tracas de

forro (Fig. 13), pero con muy pocos ejemplos conocidos en el caso de las quillas (p.e. *Perduto 1*). Su disposición está en relación con no debilitar la pieza en madera al no practicarse las mortajas siempre en la misma veta. La primera reflexión sobre la técnica para preparar este trabajo de marcaje y ejecución de las mortajas en el astillero fue que bien mediante el trazo de la línea con un útil no incisivo o mediante la colocación de un hilo guía, se pudo ubicar físicamente la línea que separa los golpes del cincel. Quizás un clavito de hierro sin función aparente aparecido en el alefriz de la zona distal de la quilla del *Giraglia 2*, también como otro documentado en el pecio de *Rabiou* de las mismas características, pueda estar relacionado con la colocación de hilos y plomadas en la fase de construcción del barco.

Tras la realización en poliestireno de todas las piezas constitutivas de la sección iniciamos su remontaje detectando las primeras contradicciones. Por un lado la varenga presentaba en su cara inferior un trabajo delicado y un ángulo muy preciso (2° sobre la horizontal a ambos lados del tacón central) que nos recordaba mas a un corte utilizando un gálibo o un dibujo preciso que no a una fabricación “a ojo” de la pieza con azuela para colocarla *a posteriori* sobre el casco (Fig. 417). Por otra parte la forma de su tacón²⁶⁶ en contacto directo con la quilla, pegada a ésta mediante la utilización de una masilla resinosa y la situación de las tracas de aparadura por encima de la cara superior de la quilla, creaba un conjunto de difícil encaje por los ángulos que presentaban las referidas piezas. Hemos encontrado que es preciso determinar la altura exacta a la que se sitúan las tracas de aparadura respecto a la quilla ya que ello es de gran importancia para el perfecto acople de la cuaderna. Este procedimiento a la vez nos ha permitido comprobar que la base de la varenga ha de ser serrada a la perfección creando un plano perfecto ya que el mínimo defecto influye negativamente en el acople del conjunto, tal y como pudimos comprobar y corregir. Realizamos una reflexión sobre la posible existencia de plantillas para la fabricación de la pieza, si bien nunca podría estar en relación ni ser antesala de un cambio en el *principio de concepción*. Todos estos detalles serán a los que prestemos especial atención en el momento de la reproducción en madera.

²⁶⁶ Que recuerda a la forma de las cuadernas documentadas en el pecio de *Titan* así como a las del pecio de *Ladispoli*, con una arquitectura naval y función en clara relación con la *Giraglia 2*. También en las *Naves de Nemi* encontramos esta particular evolución del *retour de galbord* en fondos del casco planos.



Fig. 416.- Marcaje en una cara lateral de la quilla de la disposición alternante o a tresbolillo de las mortajas.

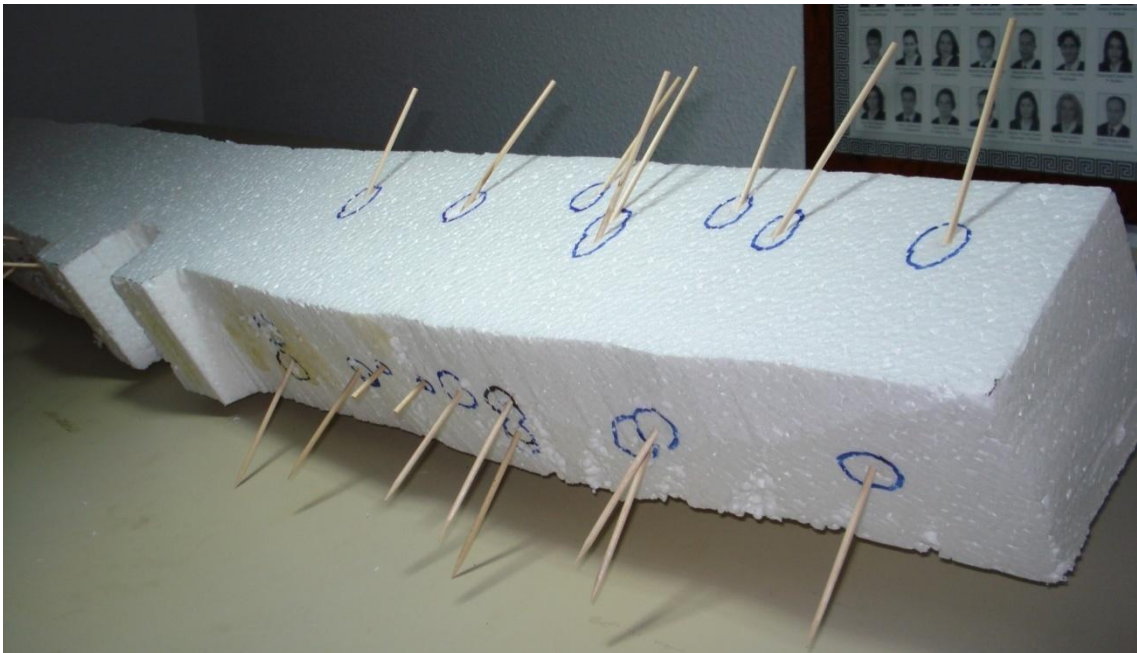


Fig. 417.- Primer ensayo de la dirección de las perforaciones para la colocación de las cabillas de sustento de la varenga M109. En la cara inferior se distinguen las dos perforaciones de menor diámetro y perpendiculares relacionadas con las clavijas de fijación de la espiga que une la traca de aparadura B1₀ con la segunda traca B2₀.



Fig. 418.- Vista del modelo de estudio en poliestireno en la zona de la quilla. La flexibilidad del material soluciona y corrige el problema real de acople de las piezas, sin embargo es una ilusión óptica puesto que la madera no tiene esa propiedad tan acusada.

16.1.4.1. El modelo en madera

Para la realización del modelo de estudio en madera las primeras cuestiones con las que nos tuvimos que enfrentar fueron por una parte la elección de las especies vegetales a utilizar y por otra la utilización de herramientas propias del periodo. Desde nuestro punto de vista el mejor escenario para una reproducción experimental pasa sin duda por desarrollar todos los trabajos de la manera más fidedigna posible, si bien como pudimos comprobar ello no siempre puede ser, dada la problemática actual de aprovisionamiento de determinadas especies (p.e. *Quercus ilex*) y la falta de herramientas que funcionen y sepamos usar apropiadamente, dentro de un trabajo experimental en el que hay un presupuesto económico al que ceñirse²⁶⁷.

Aun así se ha tratado de solventar estas cuestiones de la manera más apropiada posible. La identificación de las especies vegetales de las maderas comprendidas en la porción de casco fue realizada por Greck (Tabla 9). Se ha tratado en la medida de lo posible obtener las especies originales, con la limitación que existe por la disponibilidad de especies en los mayoristas de las carpinterías de la actualidad.

Para la realización de la quilla, la complejidad para obtener encina de las medidas necesarias en el mercado y a un precio razonable, nos llevo a sustituir ésta por roble, de características físicas muy semejantes ya que finalmente lo que buscamos es la reproducción como una experiencia para la mejor comprensión. A su vez, por las

²⁶⁷ Todos los costes de la experimentación realizada presenta en esta tesis han sido sufragados por la asociación para la arqueología subacuática ARKAEOS y el DRASSM.

dimensiones de grosor y altura de la quilla fue necesario el comprar la madera en dos piezas que fueron unidas químicamente. Algo parecido sucedió con la varenga, de más de 1,50 m de longitud en olmo, que no se encontraba en el mercado a un precio de madera común, pasándose a usar roble en el modelo, dado que era asequible su utilización también por estar construidas otras cuadernas del *Giraglia 2* en esta especie vegetal.

Pieza carpintería	Especie castellano	Especie francés	Especie latín
Quilla	Encina	Chêne vert	<i>Quercus ilex</i>
Aparadura B1 _O	Roble	Chêne	<i>Quercus sp.</i>
Aparadura B1 _E	Roble	Chêne	<i>Quercus sp.</i>
Segunda traca B2 _E	Pino carrasco	Pin d'Alep	<i>Pinus halepensis/brutia</i>
Traca B3 _E , B4 _E , B5 _E	Pino carrasco	Pin d'Alep	<i>Pinus halepensis/brutia</i>
Espiga	Roble	Chêne	<i>Quercus ilex/coccifera</i>
Clavijas quilla	Roble	Chêne	<i>Quercus ilex/coccifera</i>
Clavijas tracas	Fresno	Frêne à fleurs	<i>Fraxinus ornus/angustifolia</i>
Cuaderna M109	Olmo	Orme	<i>Ulmus sp.</i>
Cabillas	Roble	Chêne	<i>Quercus ilex/coccifera</i>

Tabla 9.- Resumen de las especies vegetales de las piezas de carpintería del *Giraglia 2* (A partir de Greck, Arkaeos)

Por último, por lo que hace referencia a las clavijas y cabillas se hicieron algunas experimentaciones de su fabricación a partir de listones en roble y su colocación a martillo en perforaciones en tablas de pino carrasco, pero la dificultad técnica de su fabricación para nosotros²⁶⁸ (Fig. 434) nos llevó a tomar la decisión de que en el modelo se utilizaría haya, ya que existen en el mercado cabirones cilíndricos fabricados en esta especie de todos los diámetros deseados siendo el condicionante presupuesto/tiempo el que nos llevó a tomar la decisión (Tabla 10).

Pieza carpintería	Especie castellano	Especie francés	Especie latín
Quilla	Roble	Chêne	<i>Quercus sp.</i>
Aparadura B1 _O	Roble	Chêne	<i>Quercus sp.</i>
Aparadura B1 _E	Roble	Chêne	<i>Quercus sp.</i>
Segunda traca B2 _E	Pino carrasco	Pin d'Alep	<i>Pinus halepensis/brutia</i>
Traca B3 _E , B4 _E , B5 _E	Pino carrasco	Pin d'Alep	<i>Pinus halepensis/brutia</i>
Espiga	Roble	Chêne	<i>Quercus ilex/coccifera</i>

²⁶⁸ Si bien el ejercicio de su fabricación y colocación nos ha sugerido que para nuestra destreza, las clavijas levemente cónicas se pueden realizar mejor si tienen una longitud que sobrepase 5-7 cm. Al introducirlas en la perforación de la tabla de pino a mazo, estas no entran en la perforación más allá de tramo de diámetro máximo de clavija haciéndose firme. Después basta con cortar y cepillar los sobrantes.

Clavijas quilla	Haya	Hêtre europeu	<i>Fagus sylvatica</i>
Clavijas tracas	Haya	Hêtre europeu	<i>Fagus sylvatica</i>
Cuaderna M109	Roble	Chêne	<i>Quercus ilex/coccifera</i>
Cabillas	Haya	Hêtre europeu	<i>Fagus sylvatica</i>

Tabla 10.- Resumen de las especies vegetales de las piezas de carpintería utilizadas en el modelo (Autor)

Para la realización del modelo experimental se acudió a una carpintería tradicional²⁶⁹ que realiza restauraciones en madera de techos en edificios del Patrimonio Histórico. Descartamos acudir a un carpintero de ribera para que toda la experimentación estuviese con intencionalidad desprovista de cualquier precepto relacionado con la construcción de barcos a esqueleto primero. El primer paso en la realización del modelo, tal y como sucedió con el poliestireno estuvo relacionado con la fabricación de una plantilla de trabajo basándonos en las realizadas en pvc con anterioridad. A diferencia de la primera experiencia en poliestireno y basándonos en la muestra arqueológica sin impronta alguna de azuela, tomamos la decisión de que la cara inferior fuese completamente plana y que los ángulos a cada lado del tacón central fuesen simétricos. El porqué iniciamos nuestro trabajo con una cuaderna y una plantilla no fue una decisión casual.

Tal y como nos hemos referido con anterioridad en el mismo momento del desmontaje de la varenga M109, pudimos observar como las clavijas cónicas que fijan las espigas de la traca de aparadura (B1_O) con la segunda traca (B2_O) (Fig. 451) estaban colocadas desde el exterior del casco y que llegaban a penetrar la misma base de la cuaderna, efecto análogo constatado en la unión de la B3_E y la B4_E. En el pecio, en ninguna de estas juntas se observó ninguna prueba de que pudieran estar relacionadas con reparaciones o sustitución de tablas. Tampoco en las muestras arqueológicas subidas a superficie se observó ni espigas-mortajas de reparación, ni nuevas perforaciones para mejorar las existentes. De la misma manera durante el proceso de marcaje de las clavijas del casco en la campaña 2010 se observaron algunas clavijas coincidentes situadas bajo cuadernas desaparecidas que presentaban diámetros inferiores a la media. Todo ello nos llevó a la reflexión de que la referida varenga podría ser *activa* lo que condicionaría el *proceso de construcción* en el que ésta jugaría un papel de ayuda en la construcción longitudinal del casco, tratándose pues del primer caso conocido en la antigüedad romana lo que sin duda justifica una nueva revisión del yacimiento subacuático, para verificar o descartar esta posibilidad.

²⁶⁹ D. Juan Donoso, carpintero que aprendió el oficio en la infancia en Extremadura y acostumbrado a reproducir carpinterías históricas, ha sido el profesional idóneo para acompañarnos en la creación del modelo.



Fig. 419.- Durante la fabricación de la plantilla de corte para la varenga M109 en la carpintería.

El que para nosotros fuera necesario partir de una plantilla para reproducir la pieza arqueológica no condiciona que en el astillero romano la tuvieran que utilizar para la fabricación de estas piezas, puesto que conociendo una serie de medidas, como anchura y altura del tacón respecto al eje longitudinal de la pieza y el grado de inclinación sobre la horizontal de sus líneas (2° o 178° en nuestro caso) sería suficiente (Fig. 421). Las reflexiones sobre el papel de la varenga activa en el pecio de *Giraglia 2* para nosotros no están en relación con un discurso de evolución del principio de concepción de la antigüedad romana. A diferencia de la tesis sostenida por Gassend (1985: 120, fig. 4a) en el que existe un principio de concepción mixta en los barcos en los que se documentan cuadernas activas, el pecio de la *Giraglia 2* simplemente podría ejemplificar para nosotros una ayuda al control de las líneas de una nave, que quizás el astillero reproduce como prototipo optimizado. Ello permitía acelerar el proceso constructivo de un modelo que se repetiría con cierta frecuencia. No creemos que se trate de un armado de barcos en serie con una profunda y definida división del trabajo

en el astillero, que podría darse²⁷⁰ (Fig. 8) sino una manera de ser más eficientes en la reproducción de una nave deseada por los armadores, dadas sus cualidades náuticas. Por todo ello la varenga M109 llega al casco tras habersele unido a la quilla la traca de aparadura en el oeste del casco y la hasta la tercera traca en el este (B3_E) (Fig. 451). Solo tiene un papel de ayuda para dar las formas al casco en una concepción y construcción completamente longitudinal.

Una vez quedó fabricada la plantilla y pasado su dibujo a lápiz al tablón que iba a dar forma a la varenga llegó el momento de su corte. Hubo que tomar la primera decisión en cuanto a las herramientas a utilizar, serrucho o sierra eléctrica. La pintura mural pompeyana de los carpinteros (Fig. 420), o la representación en un vaso de vidrio del principios del s. V mostrando la organización del trabajo en un astillero (Fig. 8) nos ilustran que para el serrado de gran formado como podría ser el caso de la varenga de más de 1,5 m de longitud en roble hace falta contar con caballetes y sierras apropiadas. En el diorama representando la carpintería de ribera tradicional de la costa genovesa expuesta en el *Museo del Mare-Galata* (Génova) donde a escala natural se observa el tamaño de las sierras para cortar tablones de grandes dimensiones, nos llevó a decidir desde la humildad que la elección más adecuada para nuestro trabajo, por todos los condicionantes ya señalados, pasaba por la utilización de la sierra eléctrica.

²⁷⁰ Podríamos definir como que la *división del trabajo* es la especialización en diferentes tareas y roles para cada uno de los diversos carpinteros navales que están construyendo un barco, que en función de su tamaño y urgencia puede representar diversos grupos de artesanos realizando tareas específicas, siempre con el objetivo de ser más eficientes. Ello permite que por una parte cada carpintero no haya de disponer de la panoplia de herramientas necesarias para realizar todos los trabajos posibles sobre la madera y a la vez, no ha de cambiar y seleccionar los útiles adecuados para cada acción que ha de realizar. También la división del trabajo lleva a que la especialización haga que los trabajos sean operaciones más sencillas disminuyendo los posibles errores. Por otra parte puede trabajar en el astillero, personal que nada sabe de la construcción de una nave pero que p.e. sabe hacer espigas en madera con gran rapidez. Cuando el carpintero se centra en una tarea sencilla pondrá más atención en su ejecución que rotando de trabajo constantemente entre sus compañeros, si bien la monotonía puede llevar a una bajada de la atención.



Fig. 420.- Pintura mural de los carpinteros de Pompeya. (Foto: *Museo Archaeologico Nazionale di Napoli*)

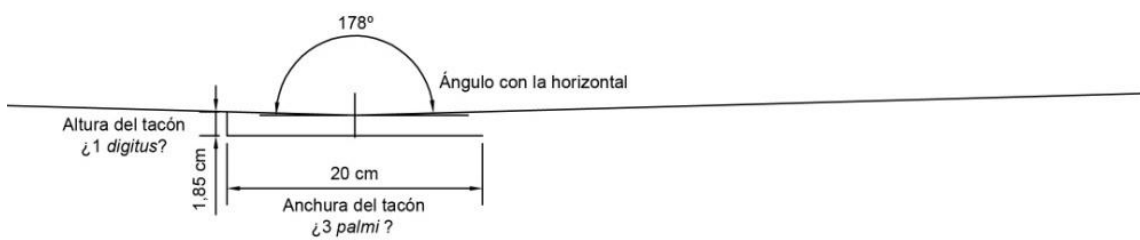


Fig. 421.- Descomposición básica de las medidas en planta para realizar la varenga M109



Fig. 422.- Vista de la escenografía en un astillero tradicional mediterráneo previo a la introducción de herramientas propias de la Revolución Industrial. (Museo marítimo de Génova-Gálata. Foto: Autor)



Fig. 423.- Durante el corte de la varenga mediante sierra eléctrica. Obsérvese el dibujo a lápiz basado en la plantilla rígida fabricada con anterioridad.

El siguiente paso en el proceso de fabricación del modelo estudio fue decidir la forma a dar a la quilla ya que la sección extraída del mar estaba muy afectada por

xilófagos y no conservaba más que de manera parcial las caras de contacto con las tracas de aparadura. La observación de éstas nos llevó a concluir que el ángulo que formaban en el plano horizontal las tracas de aparadura y la quilla era 0, por lo que el alefriz era inexistente (o éste era a 90° con la horizontal). Aun conociendo tras la experimentación en poliestireno que ello comportaba una serie de problemas de acople, decidimos reproducir en la primera de las dos versiones de quilla que fabricamos, la forma rectangular necesaria para que el referido ángulo de contacto fuese a 90°. La cara inferior de la quilla la desconocemos completamente, podría haber sido plana como en el *Perduto 1* o *Cap del Vol* o levemente redondeada como parte del tronco del que se ha fabricado. Nos inclinamos por esta segunda forma, porque en la zona distal Sur del pecio, a pesar de las erosiones se aproximaba más a una sección levemente circular. Por lo que hace referencia a las tracas de aparadura estas se cortaron completamente rectangulares con sus ángulos a 90°.

Hemos señalado con anterioridad el posible papel activo de la M109 en la construcción del *Giraglia 2* y como su cara inferior describe dos suaves ángulos simétricos desde su tacón central (Fig. 421). También podemos asegurar que para que cumpla su papel de refuerzo transversal del casco necesariamente debió estar perfectamente unida a éste. Hacemos estos comentarios, puesto que una vez presentamos las piezas varenga, quilla y tracas de aparadura, tal y como sospechábamos el conjunto no cuadraba.



Fig. 424.- Vista de la quilla, tracas de aparadura y varenga, presentadas. Obsérvese que existe un pequeño ángulo de desacople en las piezas de la carpintería axial si están en contacto directo con la cuaderna M109.



Fig. 425.- Primer plano del ángulo de contacto entre la traca de aparadura y la quilla.

A pesar de este desajuste que detectamos teníamos la seguridad de que la quilla no presentaba alefriz en la porción sacada del agua y que su contacto con las tracas de aparadura era con un ángulo de 90° con la horizontal. Pudimos entender entonces que un mínimo error en los ángulos de la varenga M109 era determinante. Las maderas se pueden “deformar” con agua o fuego pero en este caso los espesores de las piezas lo hacen prácticamente imposible. De la misma manera que la varenga que tiene cierta flexibilidad en su eje longitudinal, pero nunca tanta como para acoplarse a este conjunto de difícil encaje, ni siquiera mediante la ayuda de clavos metálicos. Nuestra observación fue que hay una precisión en los cortes y en los ángulos en la carpintería naval antigua (Fig. 421) que podría hacer necesaria una correcta fabricación de las cuadernas a sierra y no solo a azuela (Fig. 7) si éstas van a tener un papel activo para dar las formas al casco.

La solución al problema del acople de las piezas en el modelos experimental se resolvió repartiendo los “grados de error”, de manera proporcional a todas las piezas, lográndose entonces el acople perfecto. Sin embargo, a pesar de que visualmente la quilla no parece presentar un alefriz, en realidad las tracas de aparadura deben de salir con un ángulo preciso, leve, pero necesario para el acople de las piezas. Ello quizás lo indicaba la espiga en el corte de la quilla y que al poner horizontales éstas se observaba ligeramente inclinada ($\approx 2^\circ$).

En estos momentos de la experimentación pudimos establecer la diferencia de altura entre las tracas de aparadura y la quilla a nivel teórico ($1,5 \text{ cm} \approx 1 \text{ digitus}$; Tabla 1). Si bien era una evidencia observable en el pecio en algunas zonas se trataba de un valor imposible de obtener de manera precisa en el yacimiento, ya que la fuerte erosión de las caras superiores de estas piezas lo impedía. Por otra parte quizás la erosión de la

cara superior de las tracas de aparadura, que dejó sus cantos superiores internos (en contacto con la quilla) levemente redondeados, pueda ser algo premeditado en el astillero, para un mejor encaje de estas piezas y la varenga.

La reflexión sobre cómo la cuestión del ángulo del alefriz se resolvía en el astillero del *Giraglia 2*, nos sugirió dos hipótesis de trabajo. Una sería la usada por nosotros en la carpintería (Fig. 426), en la que para conocer el ángulo de salida de las tracas de aparadura lo obtuvimos presentando la varenga. En el astillero lo podrían hacer con varias de ellas, previamente fabricadas con diversos ángulos, que directamente colocadas cada una en su lugar teórico sobre la quilla podrían servir de patrón guía, para de manera precisa o “a ojo”, utilizando escuadras (*normae*) y el valor de espesor de las tracas de aparadura, conocer los mm a rebajar en las caras laterales de la quilla, creándose un alefriz que evoluciona a lo largo del recorrido longitudinal de ésta.

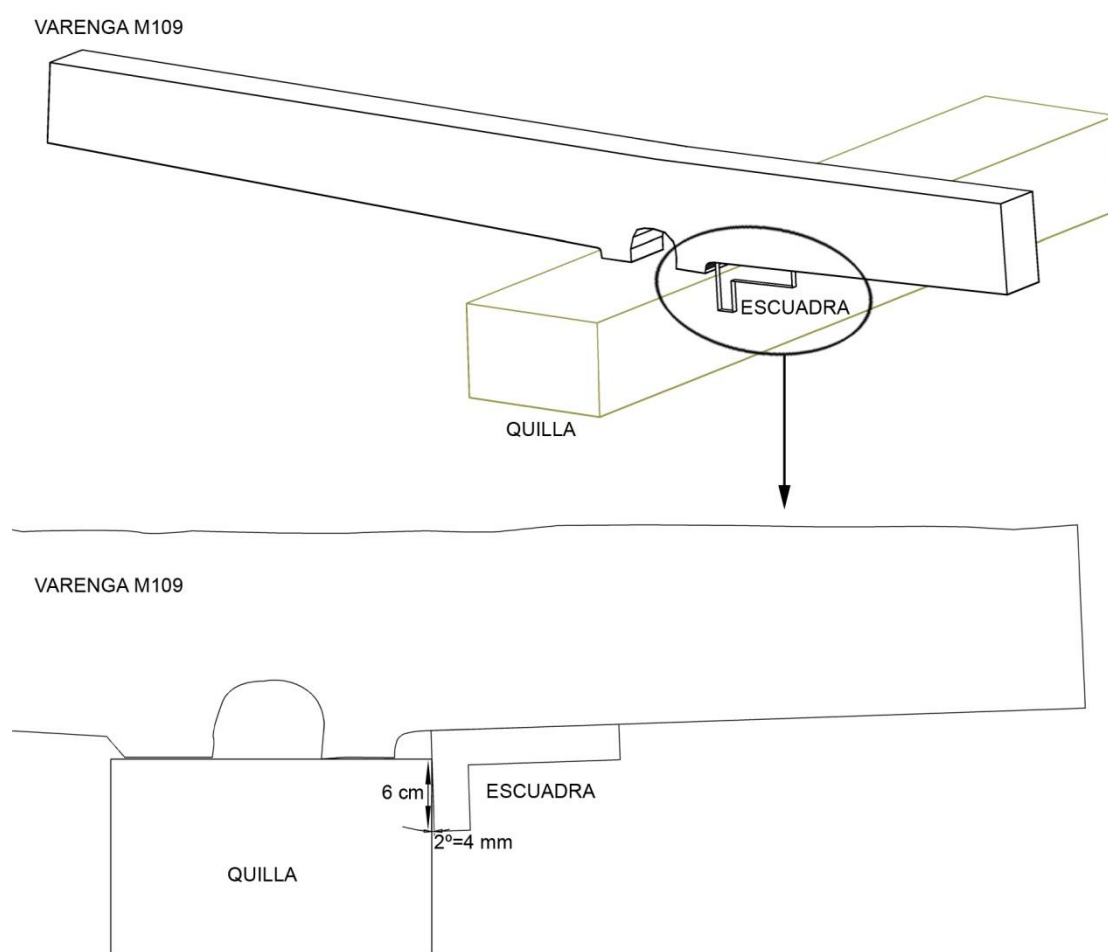


Fig. 426.- Esquema utilizado en la reproducción para conocer primero el ángulo de salida de la varenga M109 respecto con la horizontal y traslado de ese valor angular a milímetros a la altura de la cara inferior de la traca de aparadura. La inversión del triangulo rectángulo nos dio los valores para crear un suave alefriz levemente perceptible.

Esta hipótesis útil en la carpintería una vez detectado el error se nos revela como poco probable para su aplicación en época antigua. Nos parece completamente contradictorio que el astillero estuviese reproduciendo un modelo optimizado de un

barco, muy concreto por las características y particularidades del *Giraglia 2*, que era bien conocido, seguramente con las medidas y ángulos de muchas de sus piezas bien anotados, del que se realizaban varengas prefabricadas para ayudar a dar las líneas en la construcción y que a la vez, estos mismos artesanos tan capaces tuviesen que obtener las líneas del alefriz de la quilla basándose en la carpintería de refuerzo transversal, en una concepción mental del barco completamente longitudinal y a casco primero.

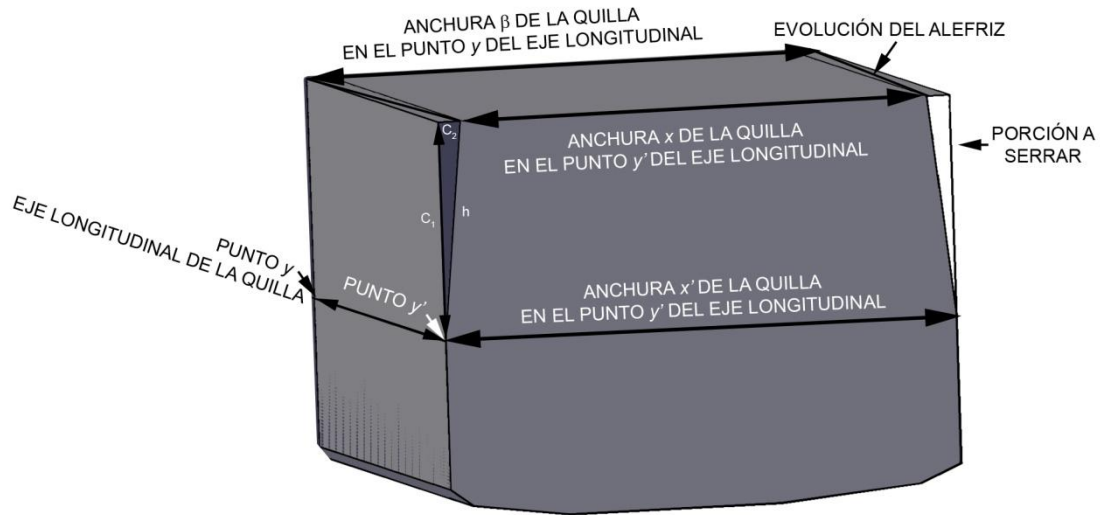


Fig. 427.- Representación esquemática de como hacer evolucionar el ángulo del alefriz con simples marcas métricas sobre la madera, utilizando instrumentos sencillos como compas de espesores y la regla. La amplitud del mismo alefriz se puede modificar variando los valores de los catetos y la hipotenusa que forma su triángulo.

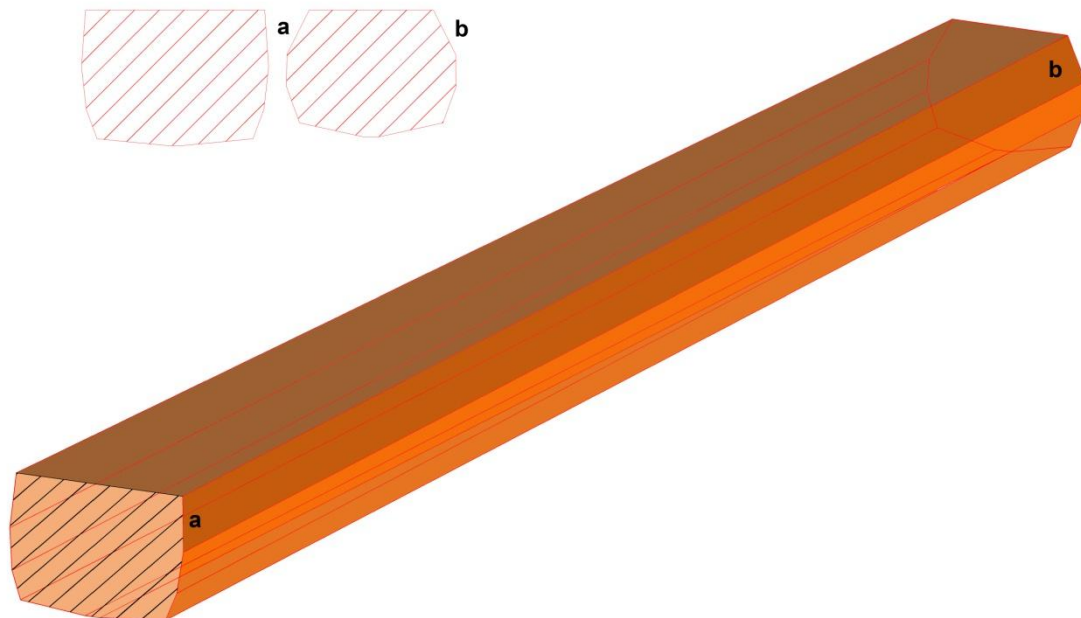


Fig. 428.- Esquema teórico de como la quilla evoluciona desde la sección (a) con un alefriz casi inexistente a otro en la zona previa a la roda o codaste, donde (b) su ángulo se va haciendo cada vez más pronunciado. (Dibujo: Autor)



Fig. 429.- Prueba de realización de dos varengas, una fiel al dibujo de sección y otra de líneas más planas que permitían el acople de la quilla y las tracas de aparadura con ángulos de 90°. La observación de las fotografías, el juego tridimensional con las piezas y el proceso de construcción con un papel activo para la varenga, nos llevó a optar por mantener las líneas de la cuaderna a partir de la plantilla y corregir los ángulos de contacto entre la quilla y las tracas de aparadura.

A este razonamiento le añadiríamos que muy posiblemente el barco se iniciase por la quilla, roda y codaste, practicándoseles los alefrices correspondientes, para después unírseles las tracas de aparadura. En el caso que nos ocupa la varenga M109 no llegaría a al casco antes de quedar colocada la 2ª traca de aparadura B2_E (Fig. 451) por lo que no parece que fuese determinante para dar los ángulos precisos a los alefrices. Por el contrario pensamos que el astillero conocía a la perfección los grados con la vertical o la horizontal que debía de tener los referidos alefrices a lo largo de todo el recorrido de la quilla. Realizarlo a partir de datos métricos sobre una quilla se nos revela como muy sencillo con un compás de espesores o calibre (*circinus*), una escuadra (*normae*), una regla (*regula*) y una plomada (*perpendicularum*).

Marcando valores conocidos de la anchura que ha de tener la quilla en su cara superior a lo largo de su recorrido y descomponiendo el alefriz en bisel como si de un triángulo rectángulo en el que evolucionan sus valores (C_1 , C_2 y h) se tratase, se puede dibujar sobre la quilla los varios puntos y líneas para que resiguiéndolas a sierra de manera longitudinal y repasándola después a cepillo carpintero, se cree el suave ángulo de salida de las tracas de aparadura.



Fig. 430.- Elementos presentados en los que se han repartido el ángulo de error entre todas las piezas, de manera que visualmente no se aprecia un aletriz en la quilla. Sin embargo las tracas de aparadura salen con un ángulo de inclinación preciso de 2°.

Para secuenciar el trabajo continuamos con el corte de la madera de pino utilizando medios eléctricos, creando la segunda traca de aparadura y el resto de las tracas del modelo de estudio. La 2ª traca de aparadura tiene una sección levemente poligonal, ya que hace de pieza intermedia o de transición entre el eje axial y la *carena*, con casi 8 cm de grosor en la traca de aparadura y los 3,9 cm (aprox.) del resto de tracas (Fig. 451). Tiene pues en su cara lateral de contacto con la traca de aparadura un grosor de 4,9 cm y en la cara de contacto con la 3ª traca 3,9 cm

El siguiente paso en la construcción del modelo fue el marcaje y ejecución de las mortajas en las caras laterales de la quilla. Para dibujar éstas trazamos una línea imaginaria central, colocándose de manera alternante una mortaja sobre ella y otra por debajo, con las medidas tomadas en la muestra arqueológica.

Los útiles empleados para la realización de éstas fueron cinceles de dos medidas. Uno de 5 cm de ancho con el que se trabajaba de manera paralela a las líneas longitudinales y otro de 0,8 cm con el que se trabajaba con su filo de manera perpendicular a la mortaja. Con este último cincel se hacía un vaciado que dejaba los ángulos de la cara más profunda de la mortaja algo circulares, tal y como pudimos observar en algún casco en el pecio. La diferencia con los útiles de época romana es mínima, atendiendo únicamente a las aleaciones de metales que hacen perdurar el filo al cincel. Tras experimentar con la realización de las mortajas en la quilla, comprobando la dificultad inherente al trabajo en una madera muy dura y espesa, junto con el tiempo

que llevó la ejecución de cada una de las mortajas, cercano a los 30 minutos, tomamos la decisión de realizar algunas de ellas con taladro eléctrico para aligerar los trabajos y poder invertir tiempo en la propia experimentación.



Fig. 431.- Dos vistas durante la realización de las mortajas de la quilla. Se inició la experimentación por una mortaja que daba al perfil para continuar por otra ya completa.

Para trasladar la situación de las mortajas de la quilla a las tracas de aparadura se hicieron unas marcas en las caras superiores de éstas para proyectar los puntos de los extremos longitudinales de las mortajas. Después, conociendo los valores métricos utilizados en la quilla así como la diferencia de altura existente entre estas dos piezas de la carpintería axial, se marcaron y realizaron las mortajas en las tracas de aparadura, de la misma manera descrita. La repetición de la acción no hizo mejorar el tiempo de ejecución. Para la fabricación de las espigas, con diversas medidas, se utilizaron directamente medios eléctricos ya que si bien conocíamos que la mayoría de éstas estaban probablemente hechas, practicando cortes longitudinales sobre un tronco previamente cuarteado, a razón de la forma de las vetas observadas en varias espigas verificadas en el yacimiento, para nuestra destreza era un trabajo enorme el cortarlas a sierra, mas tratándose de una madera de gran dureza como habíamos podido comprobar hasta el momento.



Fig. 432.- Se realizaron diversos ensayos con el modelo atendiendo a la situación de las perforaciones en la cara inferior de la varenga M109 para obtener la secuencia de la construcción del casco. A la vez se observaron todas las piezas de manera aislada para comprobar si se detectaban los ángulos de contacto entre las caras laterales de la quilla y las tracas de aparadura, así como en la orientación de las mortajas

Su forma en los extremos distales era levemente redondeada y el acabado en bisel, muy corto y anguloso de sus extremos, algo quizás en relación con una mejor penetración en la mortaja. La forma de este bisel muy anguloso la pudimos observar en varias espigas como por ejemplo la que está introducida en la quilla (Fig. 413). Su forma nos recordó a las del *Colonia de Sant Jordi* (Fig. 143) pecio con cargamento itálico de principios del s. I a.C. pero también a las del *Fiumicino 1* (Fig. 386) del s. IV. Para su modelado utilizamos como práctica una cuchilla con la que fuimos esculpiendo el bisel a ambos extremos distales de las espigas, lo que nos pareció un trabajo enorme para la cantidad de espigas que tiene un barco, por lo que no creemos que sea el método más probable. Quizás se pudieron hacer utilizando una sierra para cortar directamente los cantos de las espigas, quizás limando los cantos. Tras estas pruebas pasamos después a lijar los extremos de todas las espigas mediante lijadora eléctrica para ganar tiempo.

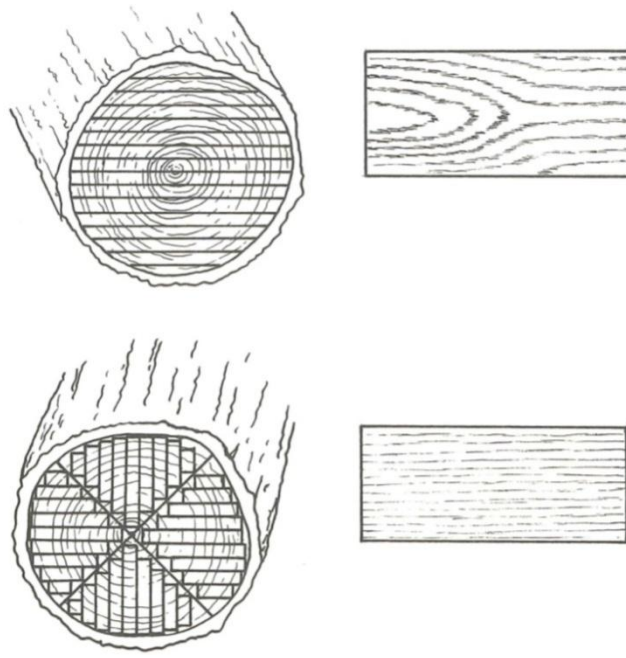


Fig. 433.- Dos vistas de las vetas de las maderas cuando un tronco ha sido serrado de manera plana (caso 1) o cuando ha sido cuarteado previamente (caso 2). (Ulrich 2007: 236)



Fig. 434.- Biselado de las espigas realizado con lija de papel o con cuchilla. Clavijas realizadas a cuchilla partiendo de listones de sección cuadrada.



Fig. 435.- Varias de las espigas ya fabricadas, donde las vetas indican que provienen de $\frac{1}{4}$ de tronco.

Llegó entonces el momento de introducir las espigas en la quilla y en la traca de aparadura, tarea para la cual, a pesar de ir muy encajadas no fue necesaria la utilización de ningún aceite o grasa. El espesor de las espigas era preciso por haberse realizado con máquina eléctrica si bien el de las mortajas practicadas a cincel era un poco más inexacto lo que motivó alguna pequeña rectificación con el cincel, entrando finalmente las tres espigas de la quilla perfectamente. Para la colocación de las tracas de aparadura bastó con “presentarlas” con corrección para que con unos golpes de mazo enérgicos entrasen poco a poco. El siguiente paso en el proceso constructivo nos trajo de nuevo la reflexión en cuanto al uso de herramientas antiguas o modernas, ya que llegó en el momento de tener que hacer las perforaciones para introducir las clavijas de fijación. Son tres las posibilidades que barajamos, taladro arquero (p.e. Fig. 8, Fig. 22, Fig. 23), berbiquí y taladro eléctrico. La primera de ellas, es la que se ajusta a la realidad de la carpintería naval antigua sin embargo tuvimos que desecharla al no contar ningún taladro de esas características y carecer de suficientes datos y conocimientos como para fabricar uno que sirviera a nuestro propósito. Si bien lo buscamos y todavía era conocido por carpinteros tradicionales, dichos “silleros” (que hacen sillas), realmente fue imposible encontrar uno. Por ello la posibilidad de reproducir la técnica romana y realizar las perforaciones con un perfil levemente cónico desapareció. Una vez constatado que las otras dos opciones señaladas nunca se iban a ajustar a la experimentación de la técnica antigua, por ser el berbiquí, posiblemente de origen medieval, no dedicamos más tiempo a la cuestión decantándonos por el uso del taladro eléctrico con perforaciones cilíndricas. Experimentamos el uso del berbiquí en una tabla de pino carrasco cuya única diferencia con el eléctrico reside en que con el primero, es el peso del cuerpo y la fuerza del carpintero de lo más importante. Como curiosidad

encontramos que si cada cierto número de revoluciones no sacábamos las virutas de madera que la broca iba comiendo, éstas se convertían en un autentico freno que nos dificultaba incluso el movimiento.

Por otra parte la facilidad para perforar el pino desaparecía cuando se debía atravesar el roble. Tras solventar la cuestión de las perforaciones utilizando taladro eléctrico llegó el momento de colocar las clavijas de fijación. Como se ha señalado con anterioridad, si bien se experimentó la fabricación de éstas a cuchilla partiendo de listones de sección cuadrangular (Fig. 434), en la reproducción se utilizaron cabirones de haya de los diámetros documentados en la muestra. En nuestro modelo, en ambas caras de las tracas de forro las clavijas iban a presentar el mismo diámetro, a diferencia del original, que al ser éstas de perfil cónico, variaba el diámetro en la cara interna del casco y en la externa. A diferencia de las espigas que entraban con cierta facilidad en las mortajas, las clavijas requirieron de enérgicos golpes (Fig. 437) para que se introdujeran en las perforaciones, ya que si la perforación era demasiado holgada, éstas podrían salirse con facilidad. Las de la quilla tenían una orientación de unos 45° con la vertical y fueron clavadas desde el interior del casco para salir por la cara lateral de la quilla.



Fig. 436.- Durante la colocación de las espigas de la quilla y la “presentación” de la traca de apadadura oeste (B1o). A lápiz se señalaron los puntos para hacer las perforaciones para la colocación de las clavijas de fijación.



Fig. 437.- Durante la colocación de las clavijas de fijación entre la quilla y la traca de aparadura B1o. Montaje con las espigas de la quilla y las tracas de aparadura.

Continuamos la experimentación con la realización de las mortajas en el resto de tablas del modelo y procedimos de la misma manera que en la quilla y en las tracas de aparadura, unas se hicieron de manera tradicional, haciendo el vaciado del cajón con cinceles para tras realizar dos experimentaciones pasar al uso del taladrado eléctrico. A diferencia de la quilla, para las tracas, dado su tamaño más reducido fue necesario el fijarlas en una prensa carpintera para realizar más mortajas. En la madera de pino, muy blanda, éstas se hacían con rapidez, en no más de 10-15 minutos.



Fig. 438.- Dos momentos de la primera realización de una mortaja en la madera resinosa. Se inició la experimentación con una lateral incompleta para a continuación proseguir con una mortaja completa.

Una vez se finalizaron estos trabajos procedimos a unir la 2ª traca de aparadura al eje longitudinal de roble. Tal y como hemos señalado con anterioridad, sería a partir de este momento cuando la varenga M109 debería unirse al casco, o como mucho más tardar cuando la 3ª traca del casco estuviese fijada. Sin embargo nuestra opinión viendo

la propia experimentación es que todavía no se iniciaría el proceso de fijar la cuaderna mediante cabillas de madera, puesto que las perforaciones de esta pieza presentan unas complicaciones específicas como más tarde veremos. Por ello pensamos que la referida fijación se realizaría al final del proceso, cuando el armado del casco estuviese mucho más avanzado o incluso completo. Para mantener la cuaderna en su posición con la *carena* existen unos clavos con una sección cuadrada de 3-4 mm de lado y cabeza redondeada que han sido colocados desde el exterior del casco y únicamente en las tracas de aparadura. Éstos dejarían completamente fija la varenga M109. Por otra parte, al igual que se documentó en otros puntos del pecio en la quilla. Justo en contacto con los dos tacones que quedan a cada lado del imbornal de las varengas, existía una sustancia de aspecto resinosa que bien podría haber servido como masilla o pegamento en el momento de construcción, para nivelar la cuaderna sobre la quilla, dado que los dos tacones de ésta no eran simétricos (Fig. 412). Su función no puede ser otra puesto es contradictorio colocar a los lados del imbornal una sustancia para querer hacer las juntas estancas.

En nuestra experimentación aun sabiendo que la dejábamos incompleta en este aspecto, no colocamos la referida masilla resinosa por no disponer de una analítica que nos documentase su origen y/o composición. A la vez, al carecer en estos momentos de clavos de forja de sección cuadrada, tomamos la decisión de no colocar éstos en acero ya que desvirtuaban visualmente el modelo. Los datos experimentales necesarios creemos que los hemos logrado igualmente. Por otra parte queríamos disponer de la “flexibilidad” para colocar y quitar la varenga para así poder realizar cuantas pruebas se nos ocurriesen.



Fig. 439.- Montaje de la M109 sobre el conjunto definido por la quilla, tracas de aparadura y segunda traca (B2_F)

Desde este punto continuamos con la unión de las tracas restantes al modelo, con la cuaderna presentada pero sin unión con el casco, con la tercera, cuarta y quinta traca. Practicando mortajas y perforaciones copiando fielmente la plantilla extraída de la muestra arqueológica.



Fig. 440.- Modelo con la traca de casco B4E colocada. La cuaderna M109 solo está presentada, sin ningún tipo de unión con el casco.

Una de las observaciones que realizamos sobre la porción de casco reproducida es que sin la cuaderna M109 su flexibilidad era asombrosa, casi era peligroso el mover la pieza por que ésta se podría llegar a quebrar. Al colocar el modelo sobre el banco de trabajo pudimos observar como las tracas unidas por espigas y mortajas creaban una lámina que podíamos doblar con solo aplicar algo de peso. Tal flexión era inexistente en el eje creado por la quilla y las tracas de aparadura, leve en la 2ª traca y muy acusado en las otras tres (Fig. 441).

No somos capaces de convertir esta observación en valores numéricos, pero podemos afirmar que la flexibilidad era muy elevada, lo que nos llevo a nuevas reflexiones sobre el papel de la carpintería transversal en el *Giraglia 2* y las tensiones y torsiones del casco en navegación²⁷¹. Por último llegó el momento de unir la cuaderna al modelo y no fueron pocas las dificultades que aparecieron. Desde el inicio de la construcción pudimos observar como la forma del tacón de la varenga que se apoya en los ángulos rectilíneos que forman las tracas de aparadura con la quilla, así como la situación de ésta por debajo del plano de las primeras tracas, no debía ser casual y como en toda arquitectura debía atender a una necesidad. De la misma manera, pensamos que era necesario encontrar un explicación tanto al motivo por el que las cabillas se colocan en bisel, como que desde el tacón central, hacía un extremo se coloquen en una cara lateral y hacia el otro, en la opuesta, sin que en ningún caso se claven en la quilla. El motivo no podía ser por la altura de la cuaderna que en ningún caso podemos considerarla importante, como podría ser el casco de las varengas de los pecios de fondos pinzados (Fig. 117). El primer paso para la unión de la varenga M109 al casco,

²⁷¹ De las que nos ocuparemos en el epígrafe correspondiente

fue la translación desde las plantillas transparentes en pvc de la situación de las cabillas para cada una de las caras de la cuaderna.



Fig. 441.- Foto ejemplo de la flexibilidad del modelo sin cuaderna. Rígido en el eje axial del barco y muy flexible desde la 2ª traca de aparadura. La reproducción exacta de las piezas y de las especies vegetales da un alto índice de fiabilidad a esta observación.



Fig. 442.- Observación de la cara exterior del casco en el modelo. La distribución de las espigas en las tracas de forro era a tresbolillo.

Tal y como observamos en la reproducción en poliestireno las cabillas tienen un cierto orden y ritmo de colocación en las caras laterales (también observado en más cuerdas en el pecio) pero sin embargo presentan una disposición nada ordenada en la cara inferior, motivado por que el ángulo descrito por las cabillas no es constante ni preciso. Esta observación nos lleva a concluir que al menos las perforaciones se realizaron desde el interior del casco. Desde luego para su realización parece a parte de por lo señalado, lo más lógico teniendo en cuenta las dificultades de barrenar la pieza, como más adelante veremos. Por lo que hace referencia a las cabillas, no contamos con datos suficientes para señalar su sentido de colocación, ya que si bien en algún caso parecían levemente cónicas en otros eran lo parecían cilíndricas. En nuestro modelo de estudio, el planteamiento al igual que en otras fases de la construcción pasaba por realizar algunos ensayos con herramientas artesanales para después finalizar los trabajos con eléctricas. Tras la revisión de los trabajos de Adams (1989) y Ulrich (2007) uno de los detalles que más llamó la atención sobre las barrenas es que a diferencia de las de épocas posteriores, medievales y modernas (Fig. 443), las documentadas arqueológicamente no tienen adosada a la punta un tornillo inicial que sea el que vaya introduciendo la barrena en la madera y ayude al ejercicio de la perforación. Ello no es una cuestión menor ya que nuestra experimentación con una barrena de 22 mm artesanal, sin tornillo inicial, no nos permitió ni siquiera iniciar la perforación lateral de una cabilla.



Fig. 443.- Barrena tradicional en hierro. Obsérvese como presenta una punta con una rosca en espiral de pequeño tamaño para perforar inicialmente y ayudar a introducir las aspas de la rosca de mayor tamaño. (Foto: Museo de la Agricultura de Torremocha de Jarama-Madrid)

Por ello la hipótesis de la realización de estas perforaciones pasa por bien iniciarlas con barrenas de menor diámetro para progresivamente ir aumentando éste hasta llegar a la medida deseada, lo cual requiere de numerosos esfuerzos y tiempo para

una única perforación, o bien iniciar éstas con un taladro arquero, de punta cónica de medidas apropiadas, que permita introducir posteriormente la broca de tal manera que el filo de sus aspas pueda iniciar el mordido de la madera y practicar la perforación.

En nuestra experimentación pudimos comprobar cómo incluso con un taladro eléctrico, la dureza de la madera de roble no permitía realizar una perforación en una única acción, sino que era necesario primero realizar un primer taladro con una broca de menor diámetro para que la mayor ($d=18$ mm) pudiera reseguirla. Por otra parte comprobamos, tal y como sucedió en el modelo de poliestireno, que requería un esfuerzo el encontrar el ángulo preciso de manera visual con el que realizar la perforación, para que el agujero de salida en la cara inferior de la cuaderna estuviese más o menos centrado (Fig. 444).

Pudimos observar en la muestra arqueológica que en un caso en la cara norte de la M109, dos cabillas se colocaron de manera que una acababa de afianzar a la otra, algo que interpretamos como un error leve de carpintería al quedar poco fija una cabilla. La disposición de las perforaciones así como las trayectorias que seguían las cabillas hace poco probable que el referido trabajo se hiciera desde el exterior del casco, al contrario parece que todo el trabajo se realizó desde el interior del casco de la nave (Fig. 445).



Fig. 444.- Vista de la varenga M109 con las perforaciones realizadas en la cara lateral e inferior.

En nuestro trabajo de experimentación una vez todas las perforaciones estuvieron practicadas, mediante la ayuda de unos gatos de carpintero mantuvimos la cuaderna unida al casco (que equivaldría a los clavos metálicos que unían la varenga las tracas de aparadura) para después a martillo ir introduciendo las cabillas y posteriormente serrar los sobrantes (las marcas de sierra relacionadas con este corte eran visibles en la norte de la M109-Fig. 412). Para finalizar el trabajo de experimentación, se cepillaron todos los sobrantes de manera manual.

¿Por qué en el pecio *Giraglia 2* las cabillas están colocadas en bisel y no desde la cara superior como sería aparentemente más lógico, dada la altura no muy elevada de las cuadernas? Nuestra interpretación pasa por considerar a las cabillas más como cilíndricas que cónicas, hecho que ya fue observado *in situ* en el pecio (Fig. 447). Si el esfuerzo que sufre la unión entre las tracas de forro y la cuaderna es en sentido transversal o perpendicular a la quilla (Fig. 449), parece que la colocación de las cabillas en vertical o bisel no va a ser muy determinante para hacer robusta la unión y parece por el contrario que la forma del tacón de la varenga, apoyado en los cantos de la tracas de aparadura, va a jugar un papel fundamental en el freno a este esfuerzo transversal y vemos en ello la evolución del *retour de galbord*²⁷².



Fig. 445.- Vista del ejercicio de ensayo del sentido de la perforación y colocación de una cabilla para que una fije a la otra. Por los ángulos que describen las trayectorias de éstas no parece lógico que las perforaciones se hicieran desde el exterior del casco, sino desde el interior.

²⁷² Observación que nos hizo el profesor Pomey a quien agradecemos su ayuda.



Fig. 446.- Durante el serrado de los sobrantes de las dos cabillas utilizadas en el ejercicio.

Pero teniendo en cuenta las torsiones del barco en navegación y el papel propio de la carpintería transversal para hacer rígido al casco esta colocación en bisel podría ser más efectiva contra las tensiones en determinadas zonas de las cuadernas cuando éstas tienen sentido vertical ascendente. ¿Por qué a un costado se practicaban en una cara lateral y *viceversa* y no se colocan las cabillas de una manera alternante? ¿No sería más lógico para afianzar la pieza? ¿Es una práctica ya documentada en el pecio de *La Madrague de Giens* en la zona central de la varenga como vemos en la Fig. 172? Esta forma de proceder quizás pudiera atender a un reparto del trabajo de los carpinteros sobre el interior de casco que implicaría dividir las zonas a partir de la quilla y ello no tenga ningún argumento técnico. Las cuadernas en el pecio fueron revisadas sistemáticamente y todas ellas presentaban al Este de la quilla perforaciones en la cara Sur y en el sector Oeste, en la contraria.

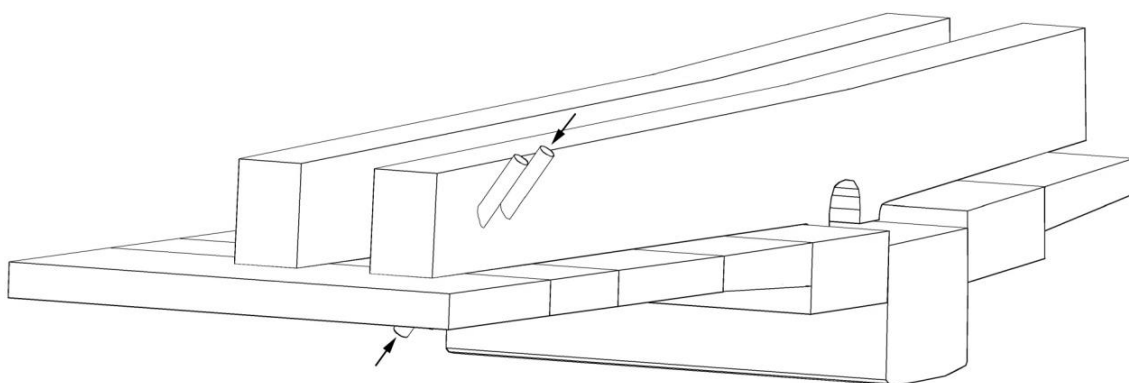


Fig. 447.- Esquemmatización de la colocación en bisel de las cabillas en el pecio *Giraglia 2*. Si bien opinamos que la perforación se realizó desde la cara interior del casco, no contamos con elementos para señalar cual pudo ser el sentido de colocación de las cabillas.

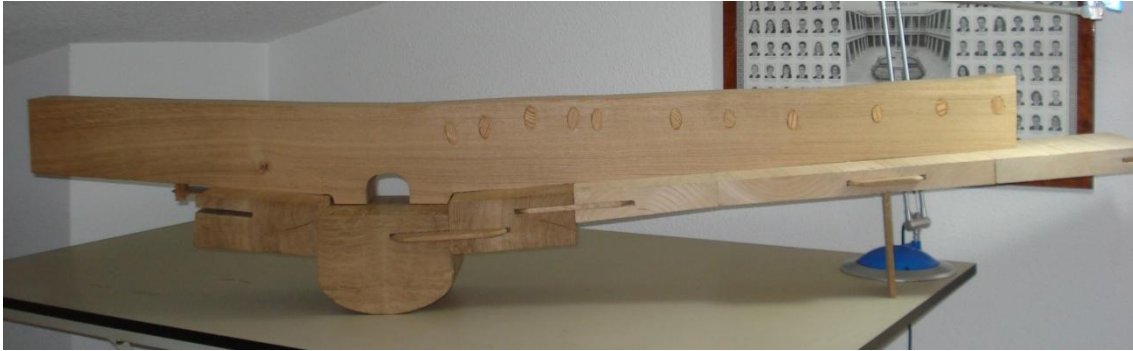


Fig. 448.- Modelo de estudio del *Giraglia 2* finalizado.

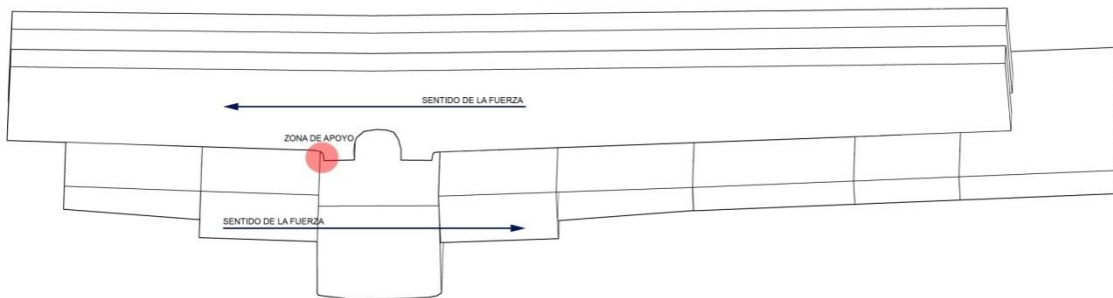


Fig. 449.- Esquema teórico de como la forma del tacón de las varengas y la situación de la quilla por debajo del plano horizontal de las tracas de apuradura crean un escalón que permite un apoyo a la cuaderna cuando se producen esfuerzos con sentido perpendicular a la quilla.

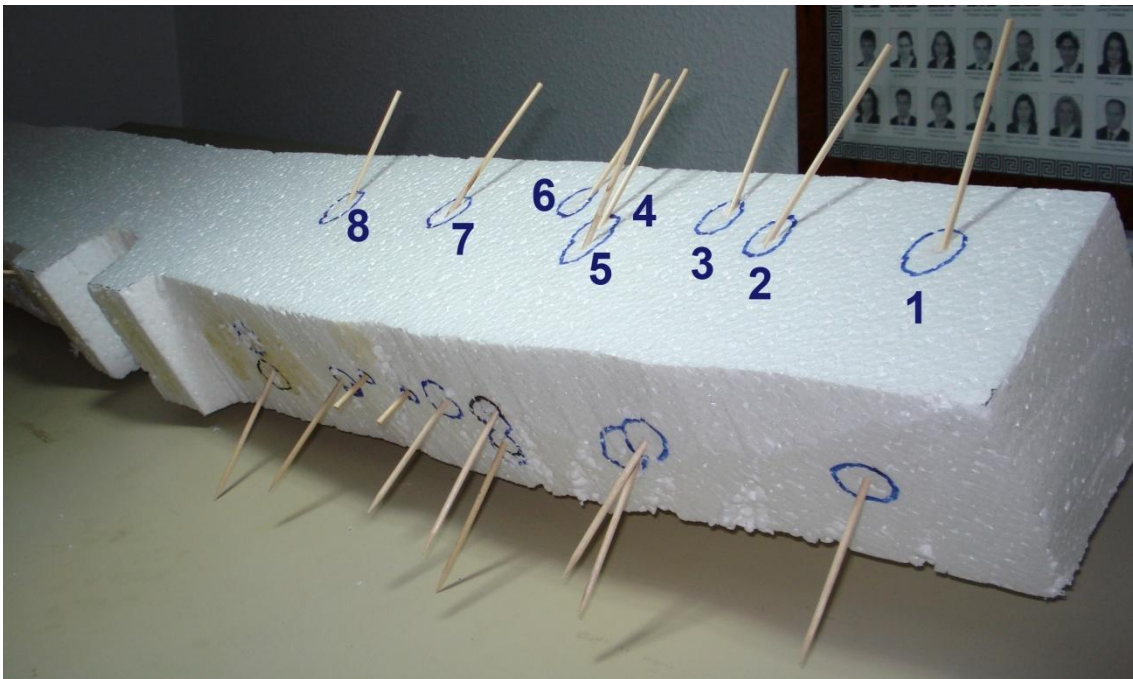


Fig. 450.- Vista de detalle de la orientación de las perforaciones desde la cara lateral norte de la varenga plana M109 hasta la cara inferior. Obsérvese como éstas se cruzan (caso 2-3;4-5) de igual manera que su orientación no es perfecta (casos 6, 7 y 8).

La interpretación de que esté relacionado con la propia arquitectura de la nave y como esta se comporta al navegar entre los senos y las crestas de las olas, es por el

momento una hipótesis que no estamos en disposición de verificar. El juego particular en la colocación de las cabillas de fijación de las varengas y semicuernas en el *Giraglia 2*, pensamos que podría tener su explicación en una práctica que quizás nuestra experimentación a ilustrado. Hemos señalado anteriormente que las perforaciones llevan un cierto ritmo en las caras laterales pero que en la cara inferior de las varengas observadas se presentan desalineadas del eje longitudinal de estas piezas, algo que hemos interpretado al realizar la experimentación como que las perforaciones de estas piezas se realizaron desde el interior del barco, siendo un trabajo difícil por la dureza de la madera y que hacia imprecisa la dirección y ángulo que tomaría la barrena (Fig. 450). Por ello parece poco razonable desde un punto de vista de la ejecución de la construcción ir alternando cabillas por cara lateral, puesto que podrían cruzarse las perforaciones debilitando incluso la pieza, algo que queda sencillamente resuelto con una práctica del astillero, consistente en dividir el sentido de la perforación en las caras laterales en función del costado de babor-estribor.



Fig. 451.- Modelo de estudio finalizado con vista en sección y cenital. Q.- quilla; B10.- traca de aparadura oeste; B1E.- Traca de aparadura Este; B2E.- Segunda traca de aparadura Este; B3E, B4E y B5E.- resto de tracas del casco; M109.- Cuaderna o varenga activa; 1.- Espiga; 2.- Clavija; 3.- Cabilla; 4.- Tacón; 5.- Mortaja. (Fotos: Autor)

16.1.5. RESULTADOS QUE APORTA NUESTRO MODELO DE ESTUDIO RESPECTO A LA CUESTIÓN DE LA CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Los trabajos realizados para la reproducción experimental de la muestra extraída del pecio de *Giraglia 2* nos han permitido reflexionar sobre toda una serie de cuestiones sobre la arquitectura naval romana desde una perspectiva técnica o mecánica que nos ha llevado a profundizar sobre el papel de la carpintería transversal y el sobre el porqué de las diversas técnicas para su unión el casco.

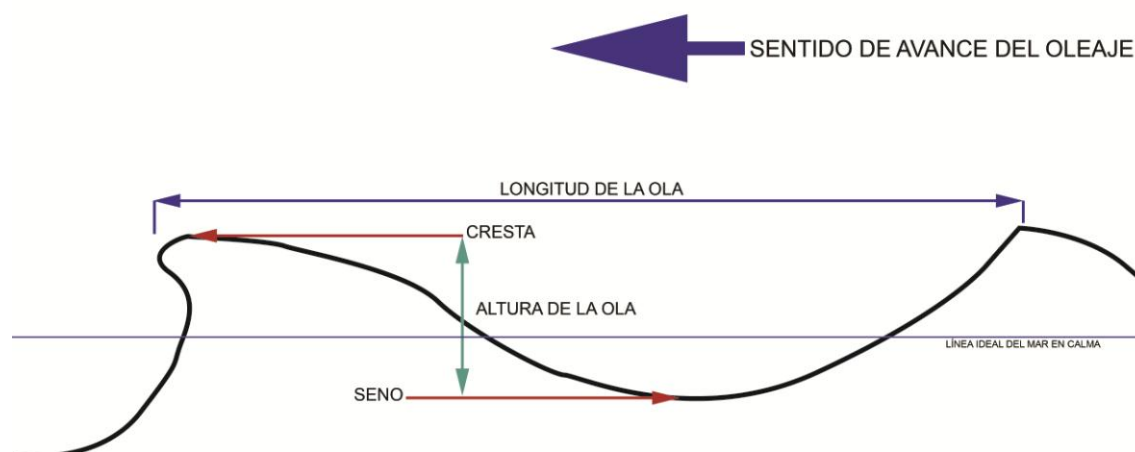


Fig. 452.- Esquema con las partes de una ola vista en sección (Dibujo: Autor)

Los barcos mercantes antiguos son máquinas diseñadas para evolucionar en dos ambientes, donde las líneas del casco y la construcción de éste como estructura autoportante se ha realizado pensando en los esfuerzos que ha de soportar por el volumen de agua que desplaza cuando la nave está cargada. A nivel teórico son bien conocidos por la arqueología náutica los esfuerzos que tensionan los barcos al navegar entre las crestas y los senos de las olas, son el quebranto y el arrufo (*cf. cit. 47*) análogos en cualquier arquitectura naval y momento histórico, con la única salvedad que la navegación comercial en la antigüedad es principalmente a vela y en algunos casos mixta a remo (*actuarias*). Estos esfuerzos importantes sobre el casco se crean cuando la longitud de la ola tiene varios metros y su altura es pronunciada, es decir cuando están empeorando las condiciones marítimas (Fig. 452).

Lógicamente el barco está diseñado para avanzar sobre el agua aprovechando la fuerza del viento y cuando las condiciones de navegación son óptimas, éste empuja la nave que corta literalmente las olas naturales dado que la longitud y altura de éstas son despreciables frente a la envergadura del barco. Se crea entonces una onda por la misma roda que tiene interés en el comportamiento y velocidad de la nave en navegación pero que no tiene consecuencias estructurales, como si las tienen las olas naturales²⁷³. La dirección, sentido, longitud y altura del oleaje está condicionado por el clima marítimo, en el que el recorrido del barco, cuando estos valores son importantes, rara vez será **contra** el oleaje²⁷⁴ y si **a favor** de éste. Normalmente viento y olas comparten el mismo sentido o componente y la navegación será mejor y los cascos de las naves sufren menores esfuerzos, si ésta lleva un cierto ángulo respecto al referido sentido de avance del viento y las olas²⁷⁵, para recibir el envite de éstas por una de las aletas* de los costados. En función del estado de la mar y de la intensidad de la fuerza del viento, un barco puede llegar a avanzar en el mismo sentido sobre el oleaje con malas condiciones, si bien lo más común es que si el estado del mar y el viento han empeorado, se reduzcan los velámenes para proteger al barco, descendiendo así su velocidad. Será entonces el oleaje el que avance sobre el barco.

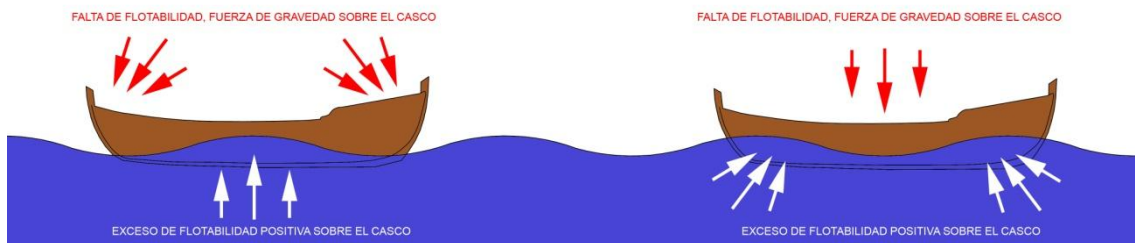


Fig. 453.- Esquema teórico sobre los esfuerzos que sufre el casco al encontrarse navegando sobre un oleaje donde la longitud y la altura son relevantes. (Dibujo: Autor)

Estos esfuerzos que sufren los cascos de las naves, son causados por el oleaje y alteran infinitamente el Principio de Arquímedes y todos los cálculos de volumen y tonelaje de porte que pudieran haber realizado los constructores navales. Estas fuerzas se suelen representar en el papel como un barco que navega perpendicularmente al sentido del oleaje. Cuando la cresta de la ola más importante atraviesa la parte central de

²⁷³El tajamar que crea un perfil de proa convexo tiene como función reducir esta ola inicial que frena el avance del barco.

²⁷⁴Es decir, el barco tiene una propulsión que le permite que su velocidad en nudos le haga capaz de superar el envite del oleaje

²⁷⁵Esta navegación que describe un ángulo con el sentido del oleaje es de gran importancia para comprender los esfuerzos mecánicos a los que se somete el casco cuando empeora el clima marítimo.

la nave, al disminuir el desplazamiento de agua en la proa y la popa (alterándose la flotabilidad en los extremos distales) la fuerza de gravedad tensiona el casco de manera convexa (quebranto) (Fig. 453). Estos valores de flotabilidad varían, cuando tanto proa como popa son levantadas simultáneamente por las referidas ondas (arrufo) al coincidir el seno de la ola con la parte central de la nave. El barco literalmente se dobla por la quilla de manera cóncava y convexa (Fig. 454). De ahí la importancia del eje axial de las embarcaciones que han de soportar estos esfuerzos sin quebrar en las situaciones más adversas, es decir cuando la violencia del oleaje es mayor. A pesar de la línea contra-arqueada que describe la quilla en su recorrido longitudinal, como bien se atestigua en *Saint Gervais 3*, ello compensa algo el quebranto, pero no lo evita completamente.

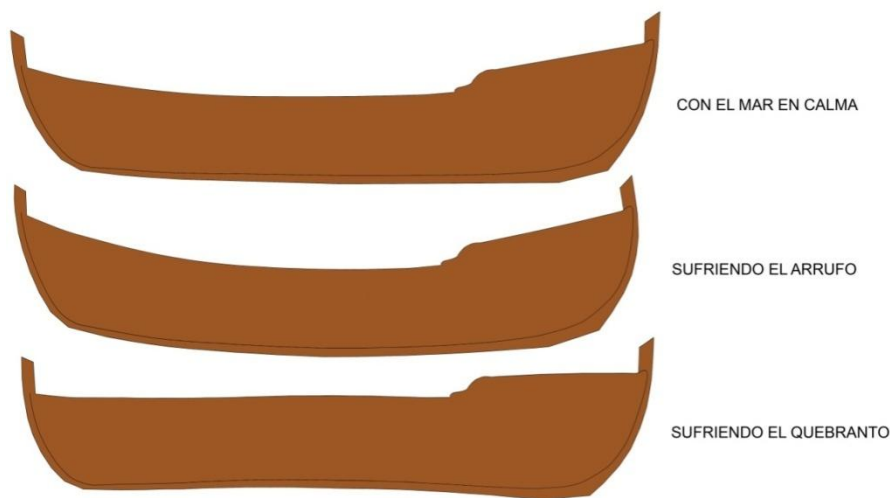


Fig. 454.- Esquema de la flexión longitudinal del casco causada por el oleaje. (Dibujo: Autor)

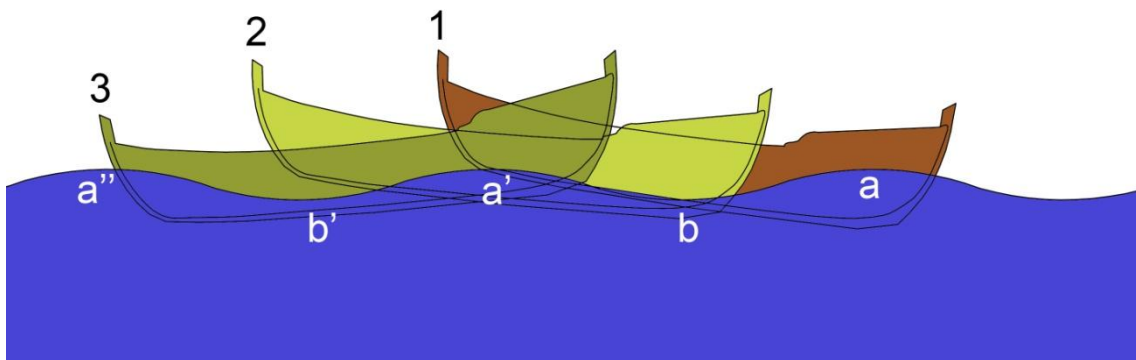


Fig. 455.- Evolución de un casco respecto al oleaje donde se suceden las tensiones longitudinales del quebranto y el arrufo. En la situación del casco 1 empujado por la popa por la ola *a*, puede llevar a una situación 2 en el que parte del casco esté literalmente siendo impulsado, quedando la proa en el aire en el seno *b'*, que hará bascular por gravedad todo el conjunto para chocar irremediabilmente contra *a''* sucediéndose en el casco las flexiones esquematizadas en la Fig. 454. (Dibujo: Autor)

Sin embargo, estos esfuerzos teóricos expresados de las figuras anteriores de manera longitudinal en la realidad son una seguida de flexiones y torsiones multidireccionales (Fig. 456) puesto que el barco al desplazarse a vela por el mar, lleva

una serie de movimientos combinados de balance lateral y longitudinal causados por el mismo oleaje y el viento.

Se crean pues en la navegación unos momentos de inercia que el mismo reparto de pesos de la construcción cargada intenta frenar, tendiendo a volver al equilibrio, a la posición ideal. Cuando sumamos todos estos momentos de inercia del barco, junto con el oleaje que avanza al casco que lleva una trayectoria, *grosso modo* de unos 45° con el plano de las ondas²⁷⁶, más que de un quebranto y un arrufo, deberíamos hablar directamente de una torsión interminable en el casco, muy flexible por la técnica de unión a espigas y mortajas. De ahí pensamos tienen justificación las marcas de erosión que se encuentran en la parte central en muchas de las clavijas de fijación (Fig. 459 y Fig. 459) en diversos pecios.

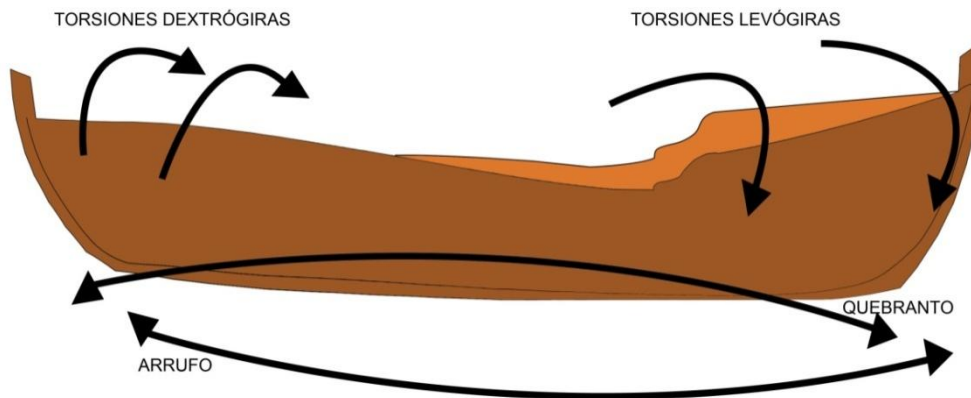


Fig. 456.- Esquema de las torsiones y flexiones que sufren los cascos al navegar entre las crestas y senos de las olas. El papel de refuerzo que realiza la carpintería transversal de la obra muerta (baos y sobrebaos) va más allá de sustentar la cubierta teniendo como papel fundamental el evitar que el barco se abra en la zona central al torsionarse el casco, de ahí la forma particular de los sobrebaos que se observan en la iconografía romana (Fig. 55) y como se documentan arqueológicamente en el pecio de *Laurons 2* que literalmente abrazan al casco (Fig. 372 y Fig. 374). (Dibujo: Autor)

²⁷⁶ Que no a 90° como en los modelos teóricos de ingeniería naval actual con barcos propulsados a motor



Fig. 457.- Ejemplo de cuatro clavijas troncocónicas del pecio del s. IV a.C. de *Binissafüller* donde se aprecia sobre todo en la clavija nº 1 y 2 la erosión a mitad de su recorrido por la fricción contra la espiga al flexionarse y torsionarse infinitamente el casco por la acción de la navegación (Foto: Autor)

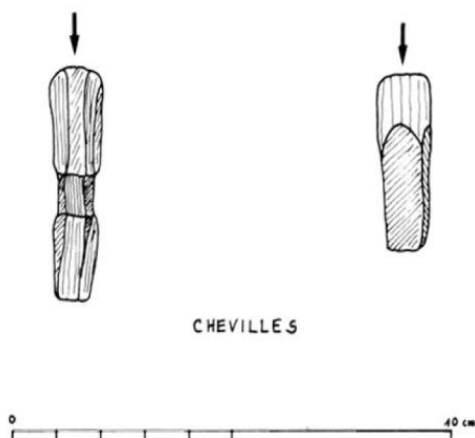


Fig. 458.- En la clavija de la izquierda del pecio de *Dramont E* se puede observar la fricción que produce la espiga en el centro clavija motivada por las torsiones del casco (Santamaria 1995: 145)

Una de nuestras observaciones al realizar el modelo de *Giraglia 2* fue la exagerada flexibilidad transversal de las tracas de forro unidas cuando no estaba fijada al modelo la varenga M109 (Fig. 441). Sin duda la flexibilidad longitudinal debería ser también acusada en la arquitectura naval antigua, de ahí la necesaria robustez de la carpintería axial pero parece sin embargo que la construcción a casco primero con espigas y mortajas crea una estructura que resiste perfectamente los esfuerzos longitudinales para los que están diseñadas las juntas, a diferencia según nuestra visión, de los esfuerzos laterales. Parece que aun estando pensada la colocación y forma de las espigas de manera perpendicular a las juntas, no pueden cumplir de manera aislada el papel refuerzo transversal de la estructura a las torsiones en navegación a las que nos hemos referido anteriormente. Para el caso de *Uluburun* se señaló que el tramo de casco conservado no había presencia de cuadernas y que a su vez la disposición de las espigas creaba alineaciones transversales que a modo de carpintería invisible (Fig. 65) reforzaría lateralmente la estructura (Pulak 1999: 220; 2003: 29). Las mortajas hacen flexibles las tracas y pensamos que se usa de manera generalizada especies vegetales muy duras (p.e. *Olea europaea*, *Quercus*...) para las espigas, con el objetivo de

contrarrestar en lo posible esta flexibilidad. Ello significa que ante esfuerzos laterales (cóncavos o convexos con el plano tangencial del casco) se podrían romper las juntas de las tracas de forro con bastante facilidad. ¿Cómo solucionar este problema? Sencillamente reforzando con más madera el casco, para que unos ejes transversales frenen la flexibilidad en este sentido, evitando así que la estructura (el casco) quiebre. Teniendo en cuenta que la materia prima para fabricar estos refuerzos transversales es la madera y que son piezas monóxilas con unos límites en cuanto a su tamaño, posibilidades de acabado, especie, aprovisionamiento y sobre todo curvatura necesaria en función de en qué zona del casco se encuentren, sus dimensiones no pueden ser ilimitadas. Por otra parte en época romana no pretenden crear una estructura transversal sino un refuerzo. Únicamente en los pecios de tradición jonio massaliota del s. VI a.C. y s. V a.C. encontraremos físicamente dos tramos transversales unidos de una misma cuaderna, como en el caso de los pecios *Jules Verne 9*, *Grand Ribaud F* (Fig. 85) y *Gela 2* (Fig. 86). En época romana en algunos casos se observan cortes en bisel de los extremos de dos tramos de una misma cuaderna para un mejor apoyo de estas piezas, pero sin elementos para la unión física de estas, como se observa por ejemplo en el pecio de *Sant Jordi* (Fig. 144) aunque en un caso un clavo une por casualidad este bisel o más claramente en *Ladispoli* (Fig. 223).

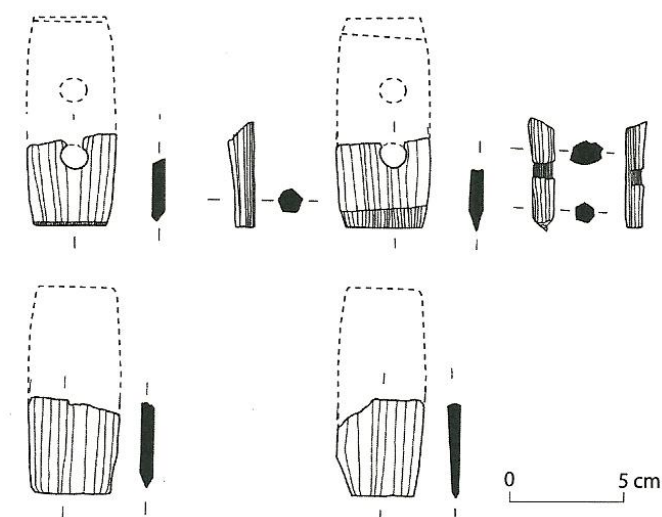


Fig. 459.- En la figura se observa en el segundo caso como las clavijas presentan la erosión característica en su tramo central provocada por la fricción con la espiga, causada por los movimientos de flexión y torsión del casco. (Boetto 2008: 40)

Si su papel va a ser el de refuerzo de la estructura mediante la colocación de estas piezas perpendiculares a las juntas de las tracas del casco y son piezas monóxilas limitadas en su tamaño, por lógica se tiene que establecer un patrón, una secuencia, una ordenación para colocarlas en el casco. Ello da lugar a que las varengas y las semicuernas se alternen normalmente y que continúen formando la cuaderna con sus proyecciones transversales en genoles y ligazones (Fig. 460). No valoramos el aquí y el papel de cuernas activas en el proceso constructivo que se documentan en algunos casos imperiales (p.e. *La Bourse*), solo remarcamos que la función de esta carpintería no es estructural, sino de refuerzo. Prueba de ello y de la concepción longitudinal del barco donde la estructura reposa en el casco es que no existen en la arquitectura naval romana uniones entre los tramos de carpintería transversal que conforman una cuaderna, demostrando que no hay visión transversal de la estructura.

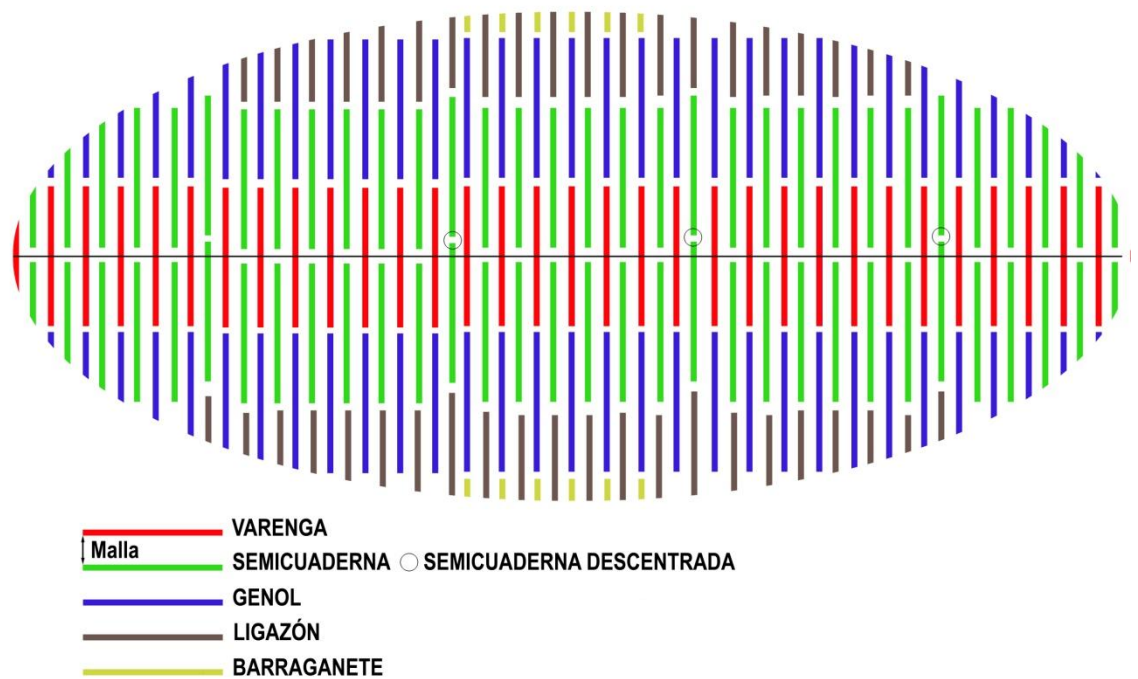


Fig. 460.- Esquema teórico de la ordenación de la carpintería transversal en los barcos de época romana. Su función es de refuerzo transversal del casco como estructura portante principal, evitando una flexión transversal acusada en las uniones por espiga y mortaja de las tracas de forro (Dibujo: Autor)

16.1.5.1 Una comprobación tridimensional

Reflexionado sobre la cuestión de las torsiones del casco y el papel de la carpintería transversal hemos considerado oportuno para comprender mejor la mecánica de este proceso realizar un sencillo modelo tridimensional en papel cartón. Ello nos permite observar directamente los efectos de las torsiones sobre un casco flexible, lo que será de gran ayuda en la interpretación de las diversas técnicas conocidas para la unión de la carpintería transversal al casco.

Para la creación del modelo nos hemos basado en el trabajo de restitución de líneas de agua del pecio *Saint Gervais 3* (Fig. 337) que hemos descompuesto (Fig. 461), creando un “barco” de fácil manejo manual (Fig. 462). Podríamos afinar muchísimo este ejercicio si todas las piezas de la carpintería longitudinal y transversal estuviesen escaladas y con tuviesen una relación de peso/flexibilidad acorde al un barco del periodo. Como esta posibilidad de experimentación queda lejos de nuestro alcance en estos momentos, únicamente nos hemos marcado como objetivo observar mecánicamente cómo se comportan las carpinterías del barco al torsionarlo o al aplicarle puntos de presión.

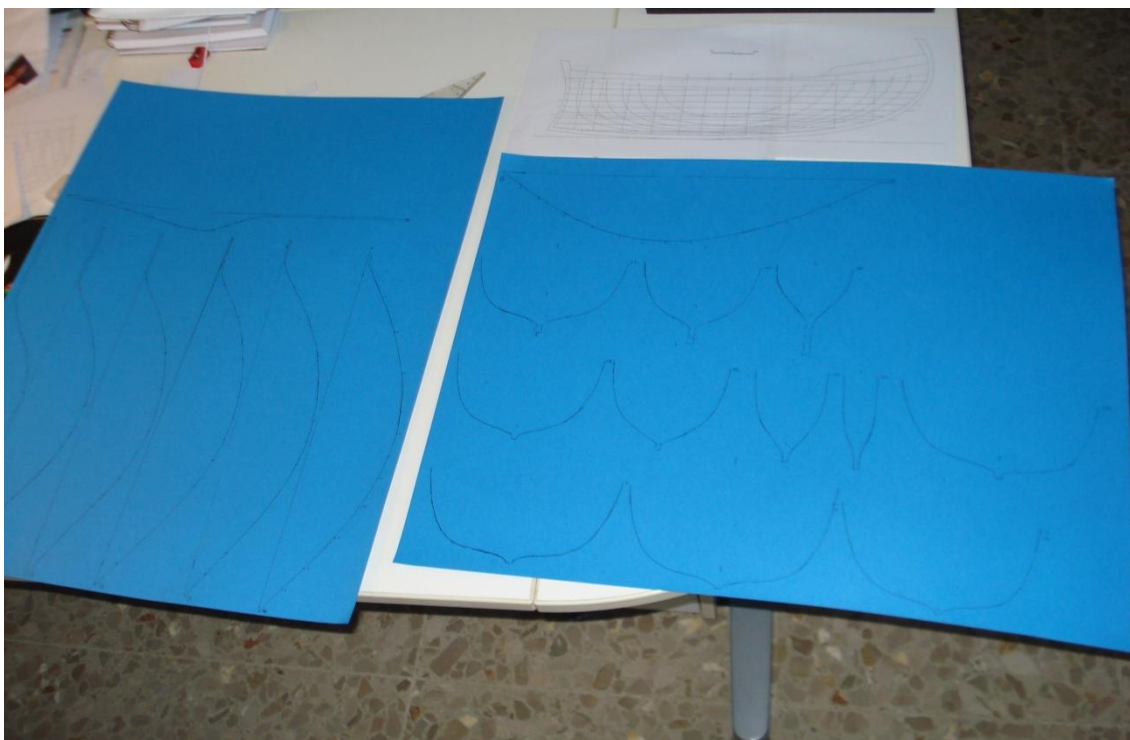


Fig. 461.- Plantillas extraídas del trabajo de Roman sobre el pecio de *Saint Gervais* 3. (Foto: Autor)

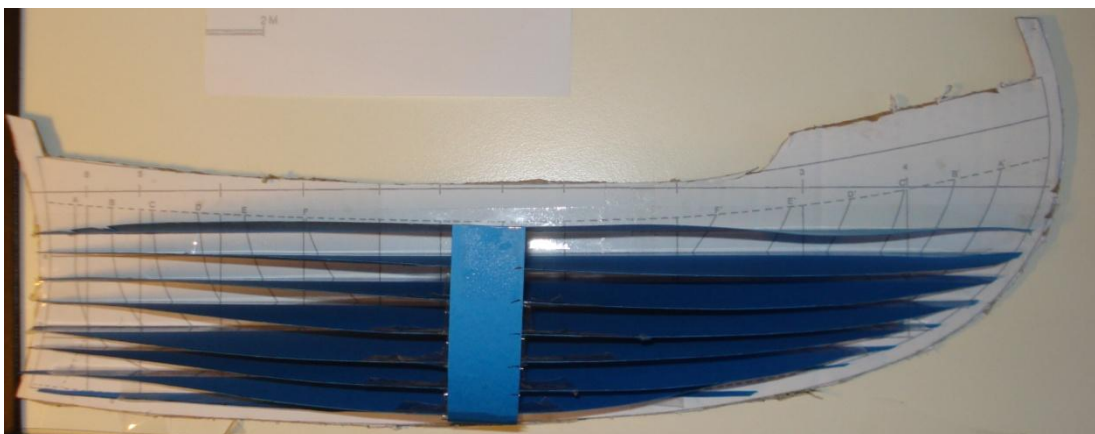


Fig. 462.- Creación de los volúmenes del modelo mediante las líneas horizontales. (Foto: Autor)

Hemos extraído las líneas horizontales uniéndolas a la plantilla base desde la próxima a la quilla para obtener en el proceso una visión longitudinal de como avanza la creación del modelo (Fig. 462 y Fig. 463). Una vez completada esta fase hemos pasado a una segunda en la que hemos creado la estructura del casco. Para ello nos hemos servido de varias tiras de cartulina (Fig. 464) para componer el casco y que no representan en sus medidas a las tracas de forro. Si bien ello hubiera sido óptimo, se requería de un trabajo de restitución que no es nuestro objetivo actual. Las tiras las hemos unido con cinta adhesiva para que se crease una verdadera estructura flexible (Fig. 465)



Fig. 463.- Vista lateral del modelo de *Saint Gervais 3*. (Foto: Autor)

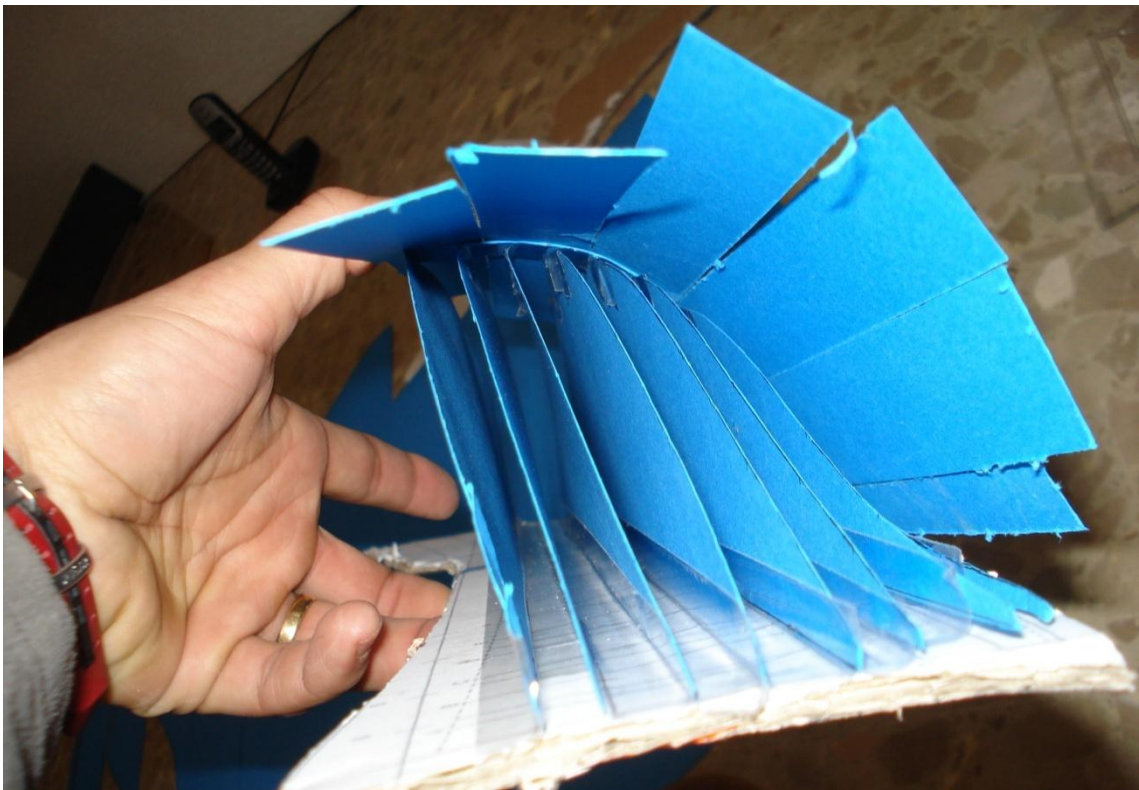


Fig. 464. Vista de la proa del modelo antes del cierre de las “tiras” de la proa del *Saint Gervais 3*. (Foto: Autor)



Fig. 465. Costado de babor creado mediante las tiras de papel cartón. (Foto: Autor)

Hemos creado una estructura transversal mediante plantillas, si bien hemos detectado errores en el proceso. La imagen de partida (Fig. 337) presenta algunas leves incorrecciones²⁷⁷ que se agudizan como consecuencia del escaneado, impresión y recortado. A esta estructura basada en las plantillas de las cuadernas le hemos unido el casco de tiras que habíamos creado con anterioridad y si bien nunca puede calificarse a esto como un ejercicio de laboratorio, hemos sometido al conjunto a torsiones múltiples a la vez que observábamos como se comportaban ambos conjuntos, el casco y las cuadernas.

Cuando hemos sometido a nuestro modelo a un quebranto hemos observado como el casco sufre las mayores deformaciones en la zona correspondiente con la manga máxima (Fig. 466) lo que nos ha servido como confirmación de una hipótesis de trabajo formulada en el anterior epígrafe (Fig. 456) en la que interpretábamos que los baos y sobrebaos en la arquitectura naval romana a parte de sustentar la cubierta o reforzar el equilibrio del mástil como se documentaron en el pecio *Laurons 2* (Fig. 467) o se observan en el relieve de Torlonia (Fig. 55), tienen su principal función en ser zunchos que abrazan y unen ambos costados, para reforzar la estructura.

²⁷⁷ No cuadran a la perfección las líneas horizontales con las verticales

Recordemos que nuestro ejercicio de reproducción del casco del *Giraglia 2* nos permitió observar como las uniones a espiga y mortaja hacían muy flexible el casco (Fig. 441), a pesar de que las espigas o conectores fuesen de gran rigidez.

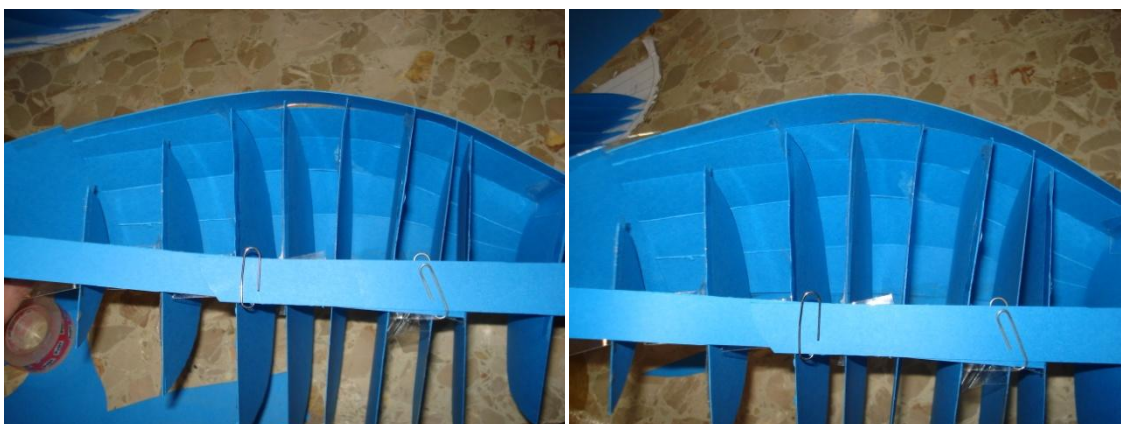


Fig. 466. Sencillo ejercicio en el que al someter el modelo (imagen izquierda) a un quebranto (imagen derecha) podemos observar como la parte central de la estructura del casco se deforma hacia el exterior, quedando pues demostrado el papel de zuncho o abrazadera que juegan los baos y sobrebaos en la arquitectura naval romana para reducir tal efecto. (Foto: Autor)



Fig. 467. Reconstrucción de un costado del pecio *Laurons 2* en la que se observan el sistema de unión de los sobrebaos abrazando literalmente a una cinta de carena superior o de puente (en la parte superior derecha de la imagen) (Museo de Historia de la ciudad de Marsella; Foto: Autor)

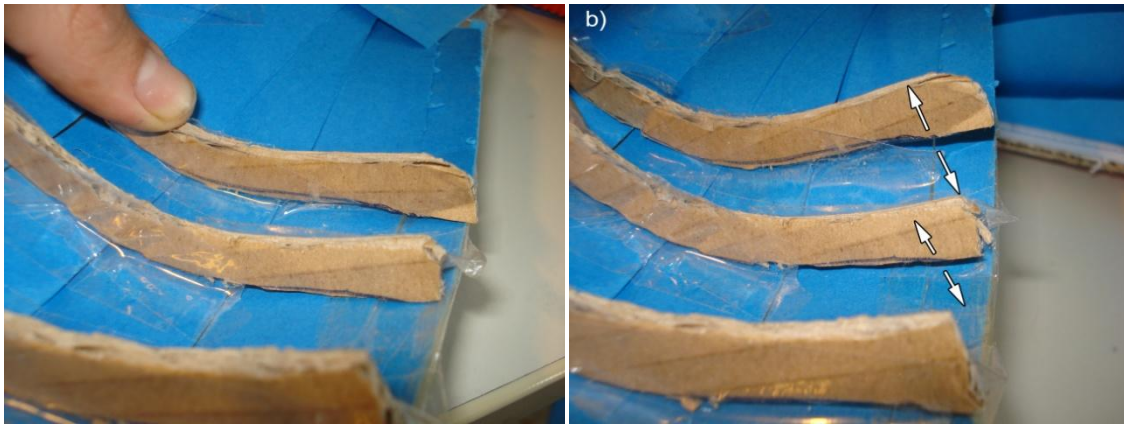


Fig. 468. Ejercicio práctico en el que vemos como al “retorcer” el costado con determinadas torsiones se despegan las piezas transversales (Foto: autor)

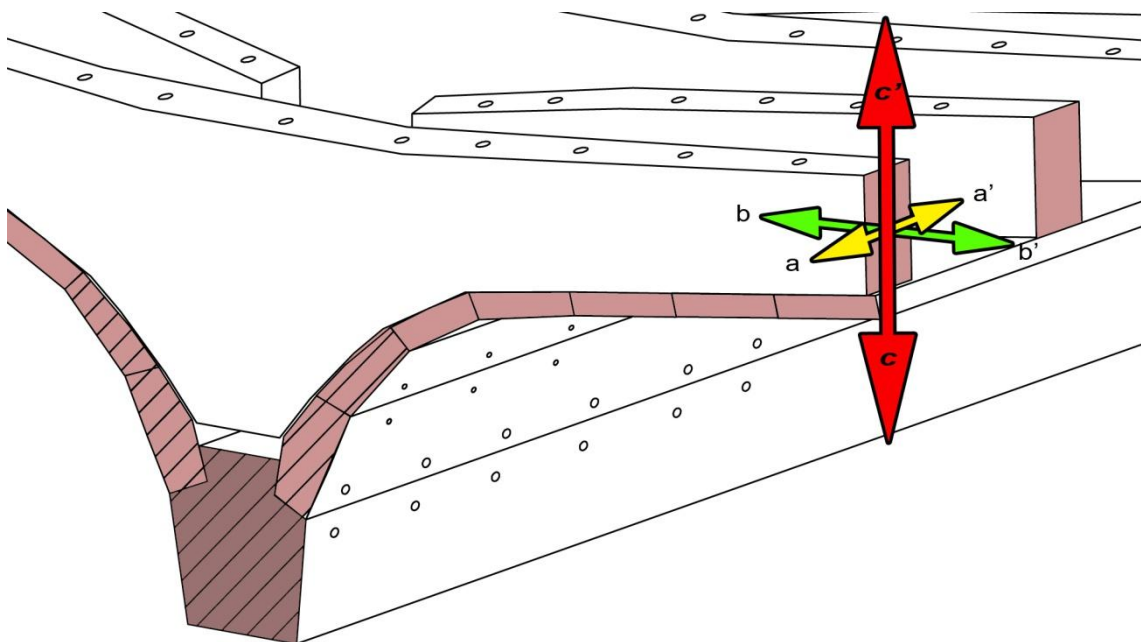


Fig. 469.- Esquema de las fuerzas que hemos observado que actúan sobre las cuadernas durante el quebranto, el arrufo y las torsiones. Por las características de estas piezas, las tensiones en sentido proa-popa (a-a') y babor-estribor (b-b') parecen menores a las ascendentes-descendentes (c-c') que son las que más problemas debieron generar a las uniones con el casco. (Dibujo: Autor)

Sin perder de vista la cuestión de la excesiva flexibilidad de un casco armado a espigas y mortajas, nuestro siguiente ejercicio ha sido el de unir al costado creado a partir de las líneas de agua del *Saint Gervais 3* una serie de tres cuadernas, dejando con toda intención la quilla exenta de esta prueba (Fig. 468). Hemos creado las cuadernas de una única pieza de cartón, viendo que la union con cinta adhesiva con el casco en cartulina soportaba mal las torxiones del casco o las presiones puntuales en zonas más reducidas (tanto desde dentro como desde el exterior) despegandose en sentido ascendente (Fig. 468-b). Hemos representado gráficamente esta observación en la Fig. 469. A diferencia de las cuadernas realizadas en un solo tramo, la repetición del ejercicio con éstas divididas en varios tramos y no unidas entre ellas, nos ha permitido observar que el conjunto de piezas era mas flexible y más maleable, despegandose menos las cuadernas en cartón. Esta cuestión quizás pudiera ser la explicación sobre la separación física entre los tramos que componene una misma cuaderna (varengas,

genoles, ligazones...) así como al espacio de unos pocos centímetros, tipo junta de dilatación, que se dejan entre las referidas piezas, con numerosos ejemplos arqueológicos.

16.2. APLICACIONES NUMÉRICAS A CASOS REALES

En el presente epígrafe presentamos unos ejercicios realizados dentro del *Master de Arqueología Náutica Mediterránea de la Universidad de Barcelona* en el año 2005 como una propuesta de análisis encaminada a buscar valores numéricos de referencia, que permitan ahondar el estudio comparativo de dos o más yacimientos y que hemos incluido en nuestro trabajo de tesis doctoral por estar dentro de nuestra línea de investigación.

16.2.1. EL PECIO DE LA ALBUFERETA DE ALICANTE

Los restos de arquitectura naval localizados del pecio *Albufereta 1* (*Vid. supra* p.365) no revisten una gran excepcionalidad desde el punto de la investigación, más aun cuando no se documentaron elementos de su carpintería axial.

Las tracas del casco tienen el elevado valor medio de 5,9 cm de grosor y 29,14 cm de anchura y sus longitudes son variadas, siendo la más larga la T3 con prácticamente 8 m de longitud. El único tramo de traca completa es la T4 con 5,90 m. Existen variaciones en las longitudes y anchuras de las tracas justificadas por la disponibilidad de la madera (Tabla 11) si bien el espesor importante se mantiene en todas las tracas observadas.

Traca	Grosor	Anchura	Longitud	Especie	Densidad (Kg/m ³)	Peso
2	0,059 m	0,256 m	5,45 m	<i>P. halepensis</i>	540	44,45 Kg
3	0,06 m	0,274 m	8 m	<i>P. halepensis</i>	540	71,02 Kg
4	0,059 m	0,309 m	5,90 m	<i>P. halepensis</i>	540	58,08 Kg
5	0,059 m	0,327 m	6,80 m	<i>P. halepensis</i>	540	70,84 Kg

Tabla 11.- Valores de las tracas del casco. El peso se corresponde con el de la madera en seco.

El primer análisis realizado ha consistido en el estudio de 1 m² de casco, aleatorio en la zona de mejor conservación de los restos. Somos conscientes de que el afinamiento de los datos que podemos obtener, quedan condicionados a un desmonte de la carpintería transversal que por diversos motivos no siempre es posible, así como por una ejecución artesanal de mortajas y espigas que pueden presentar leves variaciones. En el m² elegido en la parte central del casco poseemos 5 m lineales de unión entre las diversas tracas de forro. Como en este caso no se han realizado desmontes en el pecio, solo consideramos presente aquella unión por espigas que puede ser identificada por las correspondientes clavijas. Resulta un poco sorprendente como la situación de las mortajas y las espigas no presenta un ritmo de colocación levemente a tresbolillo, para evitar debilitar la madera, sino que prácticamente están las mortajas enfrentadas a cada canto de la tabla. Podría ser que elevada anchura, grosor cercano a los 6 cm sea la justificación a la referida disposición.

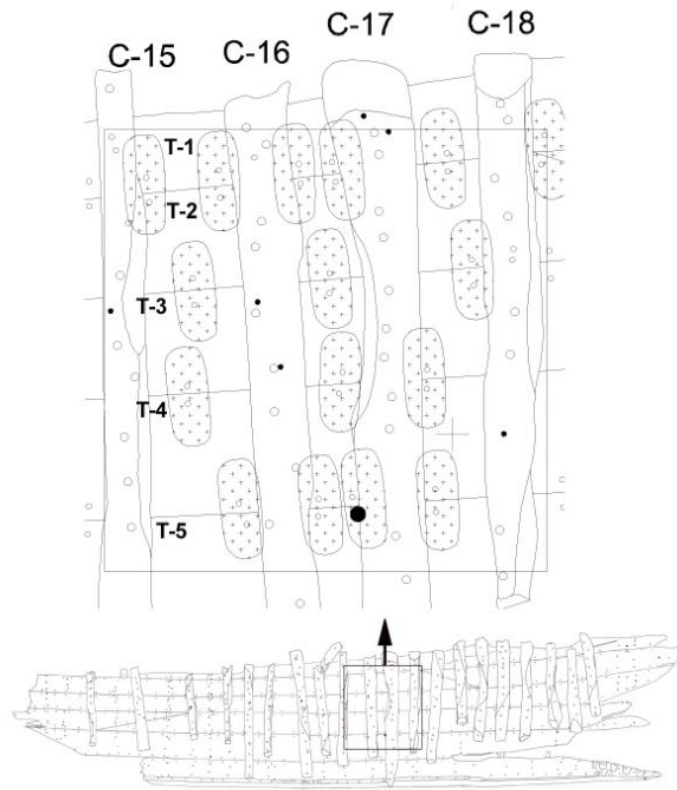


Fig. 470.- Situación de las espigas en el m2 seleccionado. No presentan una ordenación a tresbolillo como podría esperarse. (Juan Fuertes 2008: 166)

Tenemos unas dimensiones para las espigas de 9,4 cm de anchura media y 1,2 cm de grosor, partiendo de las mediciones que hemos realizado en las fracturas de la T5 (Tabla 11 y Tabla 12). Por otra parte, la longitud de las medias espigas documentadas es de 11,4 cm (lo que lleva a 22,8 cm de longitud total) (fig. 9 y 10), si bien en las fracturas que observamos a la altura de la C28, las mortajas llegan hasta los 15 cm (lo que representa 30 cm para la longitud total de una espiga, valor que no puede ponerse en relación con los observados en otros pecios contemporáneos).



Fig. 471.- Vista de la cara lateral de una mortaja en de la traca de casco T-5. (Foto: Autor)



Fig. 472.- Vista superior de la T-6, exfoliada, en la que se aprecia parte de una mortaja y clavija. (Foto: Autor)

Altura	Anchura	Grosor	Especie	Densidad (Kg/m ³)	Peso
0,228 m	0,094 m	0,012 m	<i>Olea europaea</i>	780	20,06 g

Tabla 12.- Análisis espigas seleccionadas

UNIÓN	T-1/T-2	T-2/T-3	T-3/T-4	T-4/T-5
n° espigas por metro lineal	6	3	3	4
Equidistancia media entre espigas (cm)	18,60	33	25,25	15,60
Anchura media espigas (cm)	9,4	9,4	9,4	9,4
Superficie en m ² de una espiga	0,021	0,021	0,021	0,021
Total de cm unidos por espigas en m lineal	56,40	28,20	28,20	37,60
TOTALES				
En 1 m lineal el % físicamente unido	37.60%			
Total espigas en m lineal	4			
En 1m ² de casco las espigas representan	0,338 m ²			
Distancia media entre mortajas (cm)	23,11			

Tabla 13.- Número medio de espigas por metro lineal.

La conclusión a remarcar del presente análisis, es que se ha obtenido un valor de referencia estadístico, es decir sin el desmontaje de las piezas que constituyen el casco que podría ser relacionado con otros pecios construidos a casco primero, a tope y con sus tracas ensambladas por el método de clavijas y mortajas. **En 1 m² de casco de la nave de la Albufereta, 0,338 m² (es decir aproximadamente el 34% de la superficie)** está constituido por una carpintería estructural transversal “no visible” conformada por las espigas.

El segundo dato que se ha considerado oportuno obtener es el peso en madera seca de un metro cuadrado de forro. Para ello, primero se ha calculado el valor en m³ de 1 m² de forro que nos da un valor de 0,059 m³. A continuación sacamos el valor medio en m³ de las mortajas presentes por m² de forro que es de 0,004114944 m³ y se lo restamos al valor anterior, lo que nos da 0,0548 m³. Este valor lo multiplicamos por la densidad del pino carrasco (540 Kg/m³) y obtenemos un peso de 29,63 kg. A continuación le sumamos los m³ de espigas multiplicado por la densidad del olivo (780 Kg/m³), que nos da el peso de las espigas (despreciando el peso de las clavijas, también de olivo) de 3,20 Kg para cada m². Por lo que el peso total de 1 m² de forro del pecio de la Albufereta en madera seca es de 32,83 Kg. Señalamos que la especie elegida para la fabricación de espigas y clavijas es el olivo o acebuche, siendo su característica principal que es una madera muy densa y robusta al igual que lo puede ser la encina o el roble. Tendríamos pues unas tracas muy flexibles, unidas por madera muy dura y poco flexible.

EJEMPLO 1



EJEMPLO 2



Fig. 473.- Dos ejemplos de fragmentos de traca, que presentan las espigas fijadas con clavos de hierro. (Fotos y digitalización: Autor)

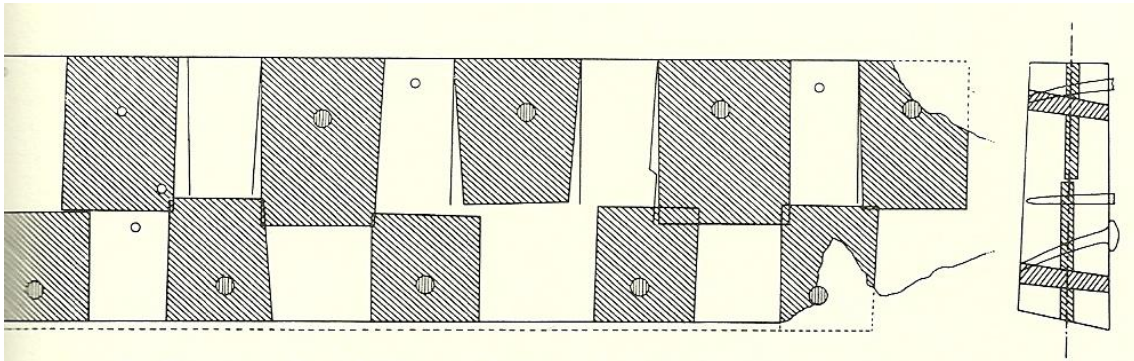


Fig. 474.- Reconstrucción de una traca de casco del *Grand Congloué*, donde en la sección se observan los clavos que parecen ayudar al bloqueo de las espigas. (Casson 1971: fig. 160)

Por último señalamos que durante las intervenciones en el yacimiento se ha localizado restos de tracas de forro, inconexas y aisladas en la que se aprecia que las espigas, a parte de sus correspondientes fijaciones con clavijas han recibido el refuerzo de clavos de hierro (con su punta retorcida a modo de grapa), al parecer en toda la hilada de unión entre tracas (Fig. 473) como se documentó en el pecio de *Grand Congloué* (s. II a.C.) (Fig. 474). Muy probablemente estos tramos de traca forman parte de la obra muerta de la nave, sin que tengamos posibilidad de someter a ningún análisis los fragmentos de tracas localizados con estas características.

Otra faceta del estudio son las uniones entre dos fragmentos de una misma traca de forro. El sistema de empalme de dos o más tablas para conformar una única hilada se

realiza terminando el extremo de un fragmento de traca a 15° (en números redondos) y el extremo del fragmento a empalmar a 165° aproximadamente, de manera que los dos fragmentos encajan entre sí, con una unión sencillísima en la carpintería del barco. El tramo de traca que ha sido unido primero a la traca de casco paralela anterior es el que tiene el vértice de su ángulo final tocando la traca paralela inmediatamente anterior y más próxima a la quilla. Por ello se puede así secuenciar el montaje de las tracas de forro en el astillero.

Unión	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5
Angulo T	156	-	12	162	19
Angulo T'	24	12	168	18?	161
Espigas que unen	2	1?	5	2?	2
Longitud unión (m)	0,73	0,93?	1,15	1,17?	0,75

Tabla 14.- Uniones traca/traca

Hemos llamado T al fragmento de traca de mayor entidad conservado en el yacimiento y T' al de menor que se le une y considerando los ángulos creados para el empalme de las partes de la traca, siempre complementarios a 180°. Aparentemente no obtenemos datos concluyentes.

Para el caso de la carpintería transversal, se ha estudiado con el objetivo de establecer un **índice de robustez o robustez**, atendiendo a la *mall*a o espacio entre cuadernas, pero también al grosor y altura de las cuadernas, conscientes de que el fragmento de casco conservado presenta una cierta homogeneidad, al estar físicamente alejado del eje axial del barco.

Para cumplir con el objetivo establecido debemos tener una sección longitudinal tipo, que corte las cuadernas y que sea representativa (Fig. 475). En este caso se ha tomado tres metros lineales y se ha sacado la superficie en cm² que tiene cada una de las secciones de las cuadernas (se ha utilizado el cálculo preciso de un *software* CAD), obteniendo una media de la superficie en sección de las cuadernas. Después se ha medido la distancia en centímetros del espacio entre cuadernas y hemos obtenido su valor medio, la *mall*a. Al dividir la superficie media de la sección de las cuadernas entre la distancia media de los espacios entre cuadernas o “claras²⁷⁸”, obtenemos un valor que será el índice de referencia de la robustez de la carpintería transversal, dato que será comparable entre diversos pecios. A menor robustez tenga la carpintería transversal (cuadernas menores y *mall*a más amplia) menor será el índice obtenido y viceversa.

²⁷⁸ Término coloquial para referirse al espacio que existe entre las cuadernas.

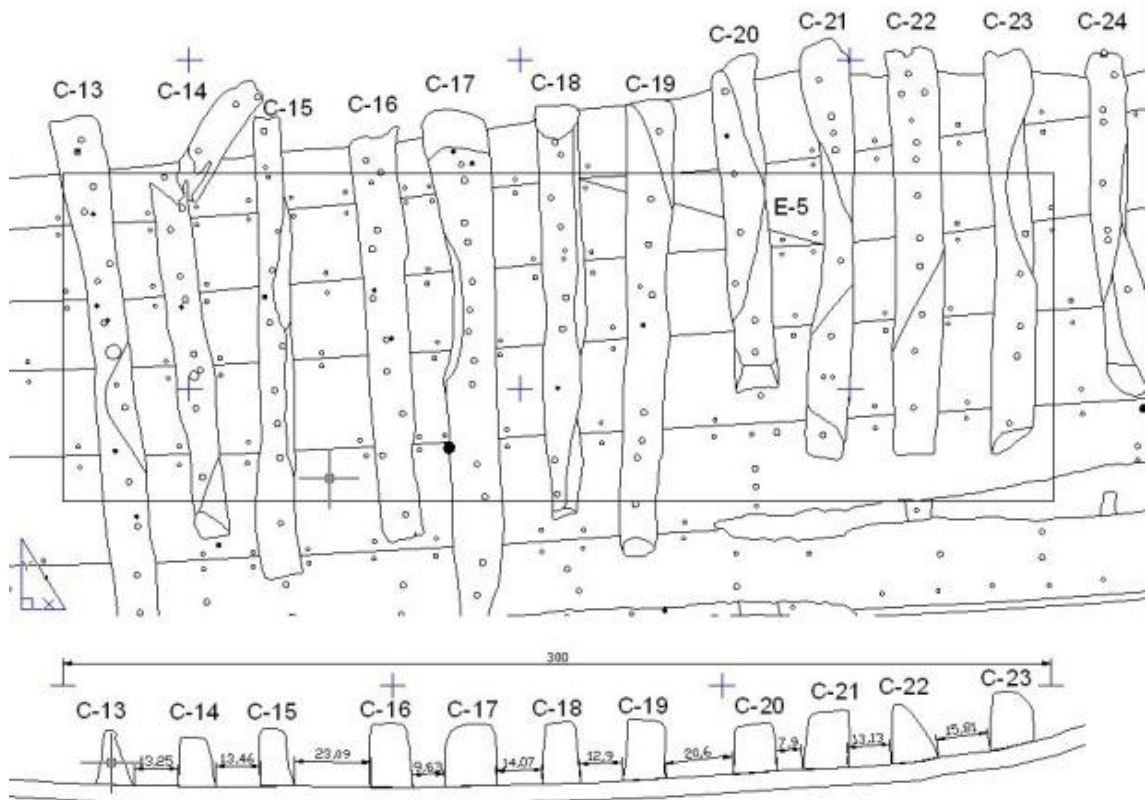


Fig. 475.- Vista de la sección longitudinal sometida a estudio. (Dibujos y digitalización: Autor)

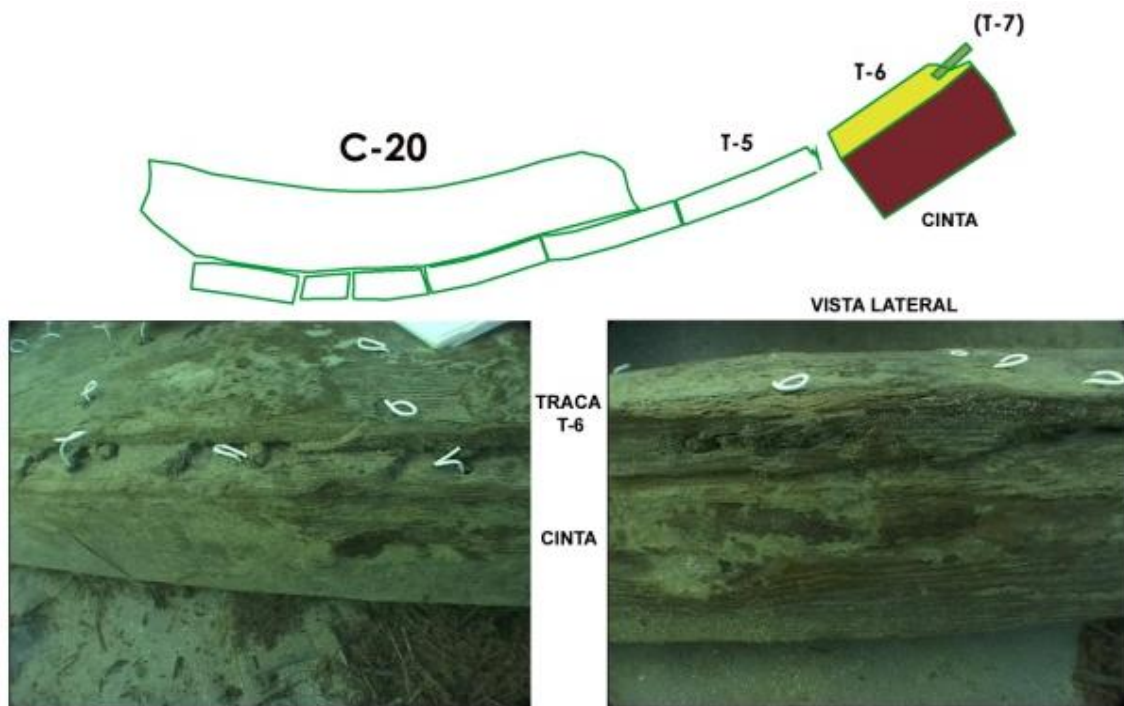


Fig. 476.- Sección esquemática de la nave a la altura de la cuaderna 20 y dos vistas de la cinta de carena. (Fotos: Autor)

Cuaderna	Superficie cm ²
C-13	110,05
C-14	146,16
C-15	149,13
C-16	233,68
C-17	279,24
C-18	191,66
C-19	212,91
C-20	181,37
C-21	222,13
C-22	170,46
C-23	199,44
MEDIA	190,56

Tabla 15.- Media de la superficie de la sección de las cuadernas (tres metros lineales en este caso)

Malla	Distancia cm
C-13/C-14	13,25
C-14/C-15	13,46
C-15/C-16	23,09
C-16/C-17	9,63
C-17/C-18	14,07
C-18/C-19	12,90
C-19/C-20	20,60
C-20/C-21	7,90
C-21/C-22	13,13
C-22/C-23	15,81
MEDIA	14,38

Tabla 16.- Media de la longitud del espacio entre cuadernas o malla.

Sección media (cm ²)	Malla (cm)	ÍNDICE DE ROBUSTEZ
190,56	14,38	13,25

Tabla 17.- Índice de robustez.

Establecemos ahora el peso seco teórico de la carpintería transversal para un m². En este caso se parte de estudio de los tres metros cuadrados del pecio por los que pasaba la sección longitudinal utilizada para hallar el índice de robustez. El objetivo es obtener el peso medio de la carpintería transversal para poderlo comparar con el del casco. Nos apoyamos en el valor medio de la superficie de la sección de las cuadernas estudiadas para hallar el índice de robustez, pasando los datos a m² y multiplicándolos por la densidad de la madera identificada como *Quercus ilex*.

Cuaderna	Volumen (m ³)	Densidad (Kg/m ³)	Peso (Kg)
C-13	0.011	873	9.6
C-14	0.014	873	12.2
C-15	0.015	873	13.1
C-16	0.023	873	20.1
C-17	0.027	873	23.6
C-18	0.019	873	16.6
C-19	0.021	873	18.3
C-20	0.018	873	15.7
C-21	0.022	873	19.2
C-22	0.017	873	14.8

C-23	0.019	873	16.6
Total 3 m ²			179.8
Peso 1 m ²			59.93

Tabla 18.- Peso de la carpintería transversal de un 1 m² del pecio.

Peso m ² forro (Kg)	Peso m ² cuadernas (Kg)	Relación
32.83	59.93	1 : 1.82

Tabla 19.- Relación del peso entre el casco y la carpintería transversal.

Para la unión de las cuadernas al casco, se documentó la presencia de cabillas de madera y clavos de hierro a punta perdida, colocados de manera levemente alternante. Los tamaños de las cabillas oscilan según las dimensiones de las cuadernas, que no son homogéneas, pero por media tienen unos 22 cm de largo por 1,8 cm de diámetro superior. No fue posible constatar el diámetro inferior o externo de las cabillas, que hubiese permitido conocer con exactitud el sentido de clavado de éstas. Es presumible que el taladro del orificio se hiciese desde el interior del casco, la colocación de las cabillas desde el exterior. El claveteado se hizo desde el exterior del casco.

El fragmento conservado de la nave posee una pieza longitudinal en su parte S, marcadamente robusta, la cual presentó serias dudas de cara a su interpretación en el estudio *in situ* del casco²⁷⁹. Se trata de una pieza longitudinal de sección rectangular, (con leves variaciones) con unas medidas de 0,30 x 0,15 x 6,30 m aproximadamente. Tiene pues una anchura equivalente a la de las tracas de forro, quedando físicamente unida mediante cabillas de madera exclusivamente a la traca T-6.

Las embarcaciones romanas refuerzan la estructura longitudinal del casco mediante la presencia de una, dos o tres cintas en la obra muerta de la nave. Éstas cintas, aparte mejorar la resistencia longitudinal del casco, restando esfuerzos a la quilla, proporcionan un freno al balance de la nave en navegación ya que se convierten en un obstáculo al rozamiento transversal del agua, contribuyendo a la estabilidad de la nave. Sin embargo en el caso del pecio de la Albufereta no podemos considerar a la pieza longitudinal como una cinta de carena arquetípica por su peculiar sistema de unión a la T-6, ya que las cintas sustituyen físicamente a la traca de cascos mantienen un sistema de unión por espigas y clavijas. Los trabajos de excavación de *La Navi A di Napoli* proporcionó un ejemplo de colocación de una cinta de carena con una técnica exactamente igual que en el pecio de la Albufereta (Boetto 2005). El estudio de los fragmentos de cuadernas, analizando cuáles están completos y cuáles presentan fracturas en sus extremos, cuáles podrían corresponderse a semicudernas y cuáles a

²⁷⁹ Debido fundamentalmente a la ausencia de paralelismos en la bibliografía en el año 2003

genoles, permitió clarificar que a la altura de la quilla la alternancia entre varengas y semicudernas era rítmica y que la parte del casco conservado se correspondía con el pantoque, coincidiendo dicho resultado con la interpretación de la pieza longitudinal como cinta de carena. (Fig. 477).

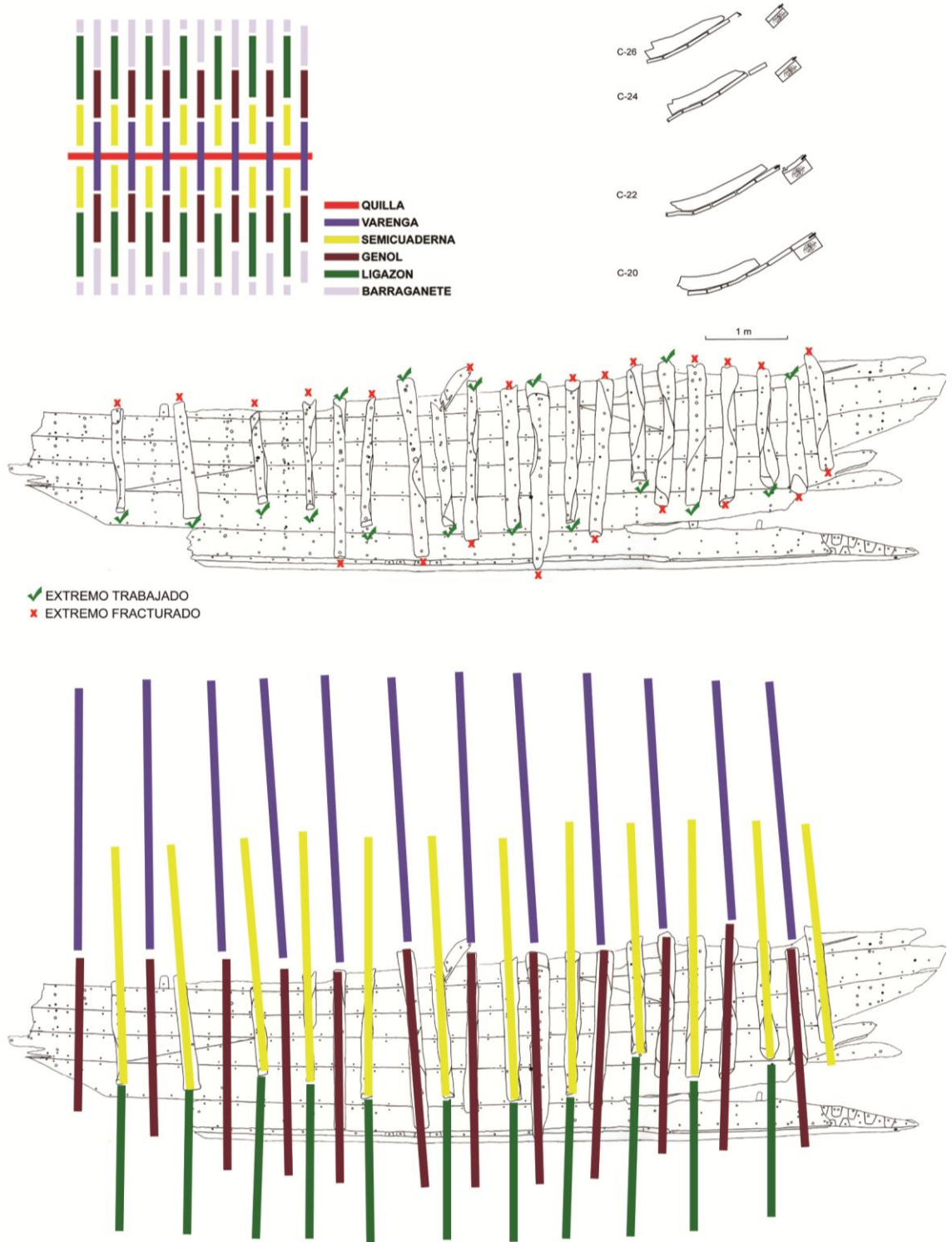


Fig. 477.- Hipótesis sobre el fragmento de casco que sitúa a la pieza longitudinal como cinta de carena. (Dibujos y digitalización: Autor)

16.2.2. EL PECIO OUEST GIRAGLIA 2 Y EL ÍNDICE DE ROBUSTEZ

Hemos señalado ya las características básicas del pecio de *Ouest Giraglia 2* en el *corpus* de nuestro trabajo (Vid. *supra* p. 378). Fue objeto de excavación arqueológica durante los años 2010, 2011 y 2012 por el DRASSM (Fig. 478) bajo la dirección de Cibecchini²⁸⁰.



Fig. 478.- Vista de los restos de casco del *Giraglia 2* durante el final del marcaje de estudio en el año 2010. (Foto: Seguin)

Como forma de validar numéricamente la observación visual de que la *malla* de la carpintería transversal del pecio de la *Giraglia 2* se percibe como muy apretada, hemos aplicado el mismo método descrito con anterioridad para la creación de un índice

²⁸⁰ Durante la campaña del año 2010 la responsable del estudio de arquitectura naval fue Sabrina Marlier con nuestra colaboración en la excavación y documentación subacuática. Durante la campaña 2011 y 2012 tomado el relevo a Marlier, por la coincidencia de las excavaciones de *Arles-Rhone 3* y *Giraglia 2*.

de robustez de la carpintería transversal en el *Albufereta 1*. Tratándose ahora de un casco de líneas planas, donde las alturas de las varengas entre la zona central (sección dibujada) y la lateral (medidas tomadas en el *Albufereta 1*), tan solo difiere unos 2-3 cm, creemos que la comparación puede ser representativa. Pensamos igualmente que tratándose de dos casos en los que la observación visual da como resultado una carpintería transversal muy cerrada, deberíamos aplicar el mismo método a un caso en los que la observación de la malla o el valor dado en la bibliografía sea más laxo para comprobar en que rangos se mueve el índice creado (Fig. 325).

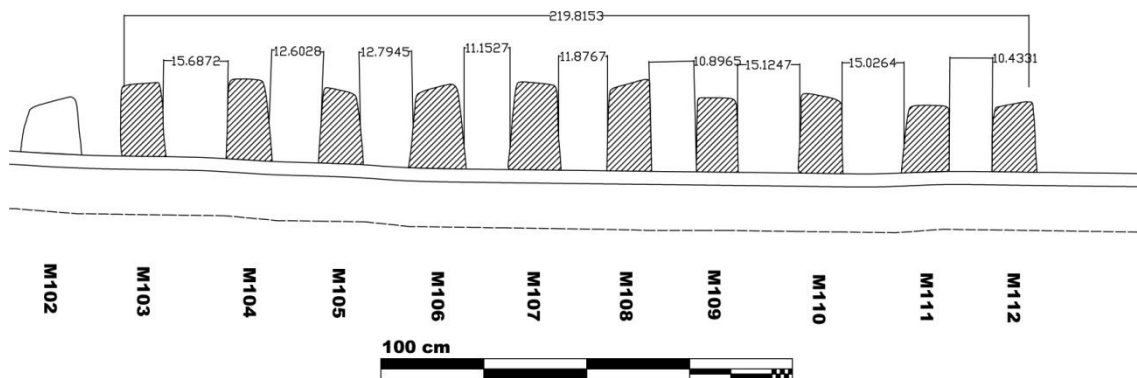


Fig. 325.- Vista de la sección transversal del casco donde las cuadernas no presentan erosiones importantes por lo que su tamaño es representativo. Teniendo éstas una sección algo trapezoidal hemos situado la medición de las claras a una altura media.

Cuaderna	Superficie cm ²
M103	180,12
M104	194,57
M105	169,50
M106	233,51
M107	237,82
M108	220,13
M109	176,66
M110	190,85
M111	176,06
M112	169,89
MEDIA	194,91

Tabla 20.- Media de la superficie de la sección de las cuadernas (2,20 m lineales)

Malla	Distancia cm
M103/M104	15,69
M104/M105	12,60
M105/M106	12,79
M106/M107	11,15
M107/M108	11,88
M108/M109	10,90
M109/M110	15,12
M110/M111	15,03
M111/M112	10,43
MEDIA	12,84

Tabla 21.- Media de la longitud del espacio entre cuadernas o malla.

Sección media (cm ²)	Malla (cm)	ÍNDICE DE ROBUSTEZ
194,91	12,84	15,17

Tabla 22.- Índice de robustez.

16.2.3. OTROS CASOS COMPARADOS

Hemos obtenido el valor del índice de robustez aprovechando la sección longitudinal del pecio de la *Giraglia 2*. Ésta pasaba prácticamente por la quilla, por lo que podemos decir que las varengas centrales, a veces asimétricas, junto con las semicuadernas han permitido obtener un valor, pero que sucedería si aplicásemos el mismo método al pecio de *dolia Ladispoli*? ¿Y a un barco que presente una carpintería transversal más laxa? ¿Y si por el contrario lo realizásemos en un barco de fondo pinzado que a la altura de quilla presentase varengas triangulares? Hemos aplicado el método a los siguientes pecios:

Sección media (cm ²)	Malla (cm)	INDICE DE ROBUSTEZ <i>Chrétienne C</i>
120	40	3

Tabla 23.- Índice de robustez *Chrétienne C*.

Sección media (cm ²)	Malla (cm)	ÍNDICE DE ROBUSTEZ <i>Cavalière</i>
120	16,5	7,27

Tabla 24.- Índice de robustez *Cavalière*

Sección media (cm ²)	Malla (cm)	INDICE DE ROBUSTEZ <i>Roche Fouras</i>
270	18,4	14,67

Tabla 25.- Índice de robustez *Roche Fouras*.

Sección media (cm ²)	Malla (cm)	ÍNDICE DE ROBUSTEZ <i>Miladou</i>
78,1	25	3,12

Tabla 26.- Índice de robustez *Miladou*.

Sección media (cm ²)	Malla (cm)	ÍNDICE DE ROBUSTEZ <i>Cap Béar 3</i>
79,5	15	5,3

Tabla 27.- Índice de robustez *Cap Béar 3*.

Sección media (cm ²)	Malla (cm)	ÍNDICE DE ROBUSTEZ <i>Dramont C</i>
48,18	21	2,29

Tabla 28.- Índice de robustez *Dramont C*.

Sección media (cm ²)	Malla (cm)	ÍNDICE DE ROBUSTEZ <i>Tradelière</i>
180	15	12

Tabla 29.- Índice de robustez *Tradelière*.

Sección media (cm ²)	Malla (cm)	ÍNDICE DE ROBUSTEZ <i>Ladispoli</i>
200	13,5	14,81

Tabla 30.- Índice de robustez *Ladispoli*.

Sección media (cm ²)	Malla (cm)	INDICE DE ROBUSTEZ <i>Dramont I</i>
170	15	11,3

Tabla 31.- Índice de robustez *Dramont I*.

El resultado del ejercicio ejemplo nos plasma como los pecios especializados en el transporte de vino a granel como son *Ladispoli* y *Giraglia 2* presentan un coeficiente de robustez que es superior al resto del grupo de pecios contemporáneos o previos. Únicamente se aproxima el valor del pecio de la *Roche Fouras*, dado que estando los valores medios tomados próximos al eje axial y siendo este un caso de barco ligeramente pinzado, el resultado no debería tenerse como representativo en comparación con los otros pecios que presentan fondos planos (Gráfico 3). Por otra parte hemos de considerar que el patrón de colocación de las cuadernas en el casco no es homogéneo en los pecios que hemos estudiado, por lo que la prudencia manda. No podemos extrapolar los datos más a allá.

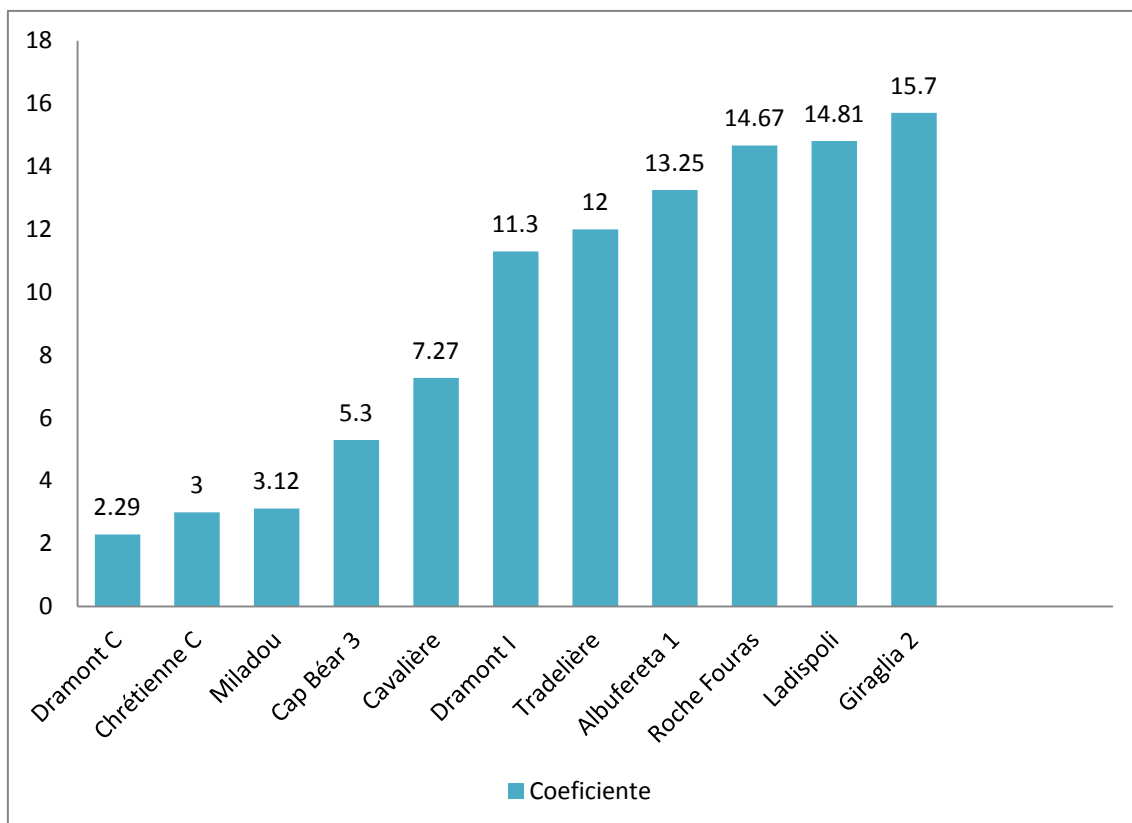


Gráfico 3.- Diferencias en función de lo apretada y robusta que es la carpintería transversal de los pecios analizados.

16.3. EL TONELAJE DE PORTE Y LA *RATIO* DE PROPORCIONES

La *ratio* de proporciones en un barco es el valor resultante de dividir los metros de la eslora entre los de su manga. Cuanto mayor sea este valor, más afilado será el barco y cuanto menor lo sea, más redondo será su casco. Ello tiene connotaciones muy importantes en la velocidad y la capacidad de carga. En los barcos de la época romana la *ratio*²⁸¹ entre la eslora y la manga máxima (cuaderna maestra²⁸²) está comprendida entre 2,6 y 5 basándonos en la iconografía como por ejemplo el mosaico de Thémétra (Fig. 182) o en los barcos del relieve de Torlonia (Fig. 55), es decir se presenta una tipología que va desde barcos muy redondos a barcos muy alargados. La arqueología naval ha reportado valores altos para esta *ratio* en el caso de la *Madrague de Giens* (superiores a 4) pero los más comunes sin embargo han estado en torno a 3 e incluso por debajo de este valor en algunos casos de época imperial. La *ratio* entre estas dos dimensiones dan por ejemplo 3,34 para *Kyrenia*, 2,58 para *Cavalière*, 4,4 para la *Madrague de Giens*, 2,60 para el *Saint Gervais 3*, 2,55 para la *Bourse*, 3 para *Laurons 2*, 2,25 para *Port Vendres 1* y 4,18 para el pecio del s. V de *Yassi Ada* (Liou, Gassend 1990: 258).

Los valores obtenidos al dividir la eslora entre la manga en los pecios mencionados, aquellos de los que disponemos de los datos necesarios, podemos observar que si ponemos los valores de la *ratio* en relación con la cronología vemos claramente que no existe ninguna tendencia definida asociada (Gráfico 4) si bien en los casos de veleros de comercio del s. II d.C. (*Saint Gervais 3* y *Bourse*) dan la idea de barcos con unas líneas redondas y esloras contenidas muy semejantes a barcos de cabotaje y navegación costera del s. I a.C. como es el ejemplo del pecio de *Cavalière* nave en ningún caso comparable a un barco de gran tonelaje como la *Madrague de Giens*.

La revisión de nuestro *corpus* nos permite argumentar que existe una relación entre el valor alto de la *ratio* y la presencia de unos fondos pinzados con quilla prominente (p.e. *Kyrenia* y *Madrague de Giens*; Gráfico 4). Naves alargadas y con quilla prominente lleva asociado un mayor plano de deriva y una mayor velocidad del barco. Por el contrario, líneas del casco planas con quillas menos prominentes y barcos más redondos lleva asociado un plano de deriva más suave y por tanto serían ser naves

²⁸¹ La *ratio* entre la manga y el puntal se sitúa entre 1/2 (Pomey, Tchernia 1978: 234) y 1/3 (Gassend, Roman 2010: 93)

²⁸² Aunque podamos dar por buena su utilización, es un término algo impropio para referirse a la manga máxima de barcos construidos a casco primero.

más lentas, pero con esloras reducidas serían igualmente fáciles de gobernar en costas angostas.

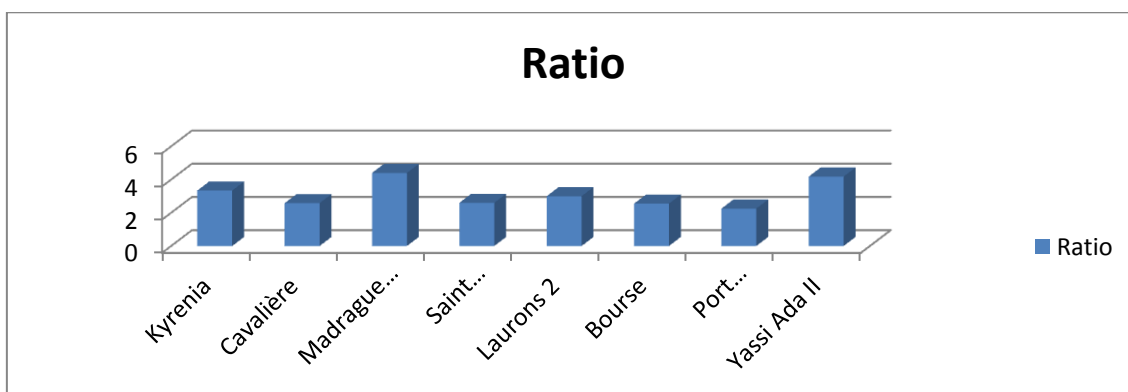


Gráfico 4.- Valores de la *ratio* entre eslora y manga entre pecios helenístico-republicanos e imperiales

No hay ningún caso en época imperial de pecios con líneas del casco planas en los que la *ratio* de proporciones entre la eslora la manga dé como resultado un coeficiente, ni siquiera próximo, a los valores del buque “emblema” de la familia *arquitectural republicana* de la *Madrague de Giens*. A su vez, las esloras y tonelaje de porte son claramente inferiores en los barcos de época imperial respecto a los de época republicana. Si bien existieron grandes buques en el Imperio como la nave que transportó el obelisco de Calígula y que *a posteriori* fue el cimiento del faro del puerto de *Ostia*, desgraciadamente no tenemos ninguna evidencia arqueológica, ni de otras grandes naves del periodo imperial. Los barcos de este periodo, de manera general, parecen tener las esloras, calados y plano de deriva con valores inferiores a los del periodo republicano.

En la transición de las características entre las dos *familias arquitecturales* no puede descartarse al construir una lista de argumentos que la pérdida del plano de deriva y la evolución de las líneas del casco influyera la pacificación del mar y la desaparición de la piratería²⁸³. Quizás los barcos rápidos para fines comerciales no es lo más importante y fueran otras la prioridades demandadas por los armadores a los constructores.

²⁸³ Para la cuestión de las acciones piráticas atestiguadas por la arqueología subacuática *cf.* Gianfrotta 1981

ESLORA <i>m</i>	Ratio 2.25	Ratio 2.50	Ratio 2.75	Ratio 3	Ratio 3.25	Ratio 3.5	Ratio 3.75	Ratio 4	Ratio 4.25	Ratio 4.5
10	22	18	15	13	11	9	8	7	6	6
11	30	24	20	17	14	12	11	9	8	7
12	39	31	26	22	19	16	14	12	11	10
13	49	40	33	28	24	20	18	16	14	12
14	62	50	41	35	30	25	22	20	17	15
15	76	61	51	43	36	31	27	24	21	19
16	92	75	62	52	44	38	33	29	26	23
17	110	89	74	62	53	46	40	35	31	28
18	131	106	88	74	63	54	47	41	37	33
19	154	125	103	87	74	64	55	49	43	39
20	180	146	120	101	86	74	65	57	50	45
21	208	169	139	117	100	86	75	66	58	52
22	239	194	160	135	115	99	86	76	67	60
23	273	221	183	154	131	113	98	87	77	68
24	311	252	208	175	149	128	112	98	87	78
25	351	284	235	198	168	145	126	111	98	88
26	395	320	264	222	189	163	142	125	111	99
27	442	358	296	249	212	183	159	140	124	111
28	493	400	330	278	236	204	178	156	138	123
29	548	444	367	308	263	227	197	173	154	137
30	607	492	406	341	291	251	218	192	170	152
31	670	542	448	377	321	277	241	212	188	167
32	736	596	493	414	353	304	265	233	206	184
33	808	654	541	454	387	334	291	256	226	202
34	883	715	591	497	423	365	318	279	248	221
35	964	780	645	542	462	398	347	305	270	241
36	1049	849	702	598	503	433	377	332	294	262
37	1138	922	762	640	546	470	410	360	319	285
38	1233	999	826	697	591	510	444	390	346	308
39	1333	1080	892	750	639	551	480	422	374	333
40	1438	1165	963	809	689	594	518	455	403	360

Tabla 32.- Toneladas de porte obtenidas mediante la fórmula de la marina francesa (*cfr.* Pomey, Rieth 2005: 44) para barcos de madera con esloras entre 10 y 40 m, con la *ratio* entre eslora y manga de 2,25 a 4,5. El puntal se ha establecido como ½ de la manga. En verde valor promedio (Eslora 25 m, *ratio* 3.25 y 168 t). En sombreado se marcan los valores de tonelaje de porte irreales.

16.4. LA FOTOGRAMETRÍA

La fotogrametría, según la Sociedad Internacional de Fotogrametría y Teledetección (ISPRS), se define Como: “Photogrammetry and Remote Sensing is the art, science, and technology of obtaining reliable information from noncontact imaging and other sensor systems about the Earth and its environment and other physical objects through recording, measuring, analyzing and representation”. (Buill *et al.* 2003: 11) o dicho de otra manera, la fotogrametría es una rama de las ciencias de la Tierra en la cual se usa la fotografía o la imagen digital, desde el punto de vista métrico (Ruiz 2003: 273) por lo que se considera como una disciplina puramente tecnológica. Su principio, a grandes rasgos, se fundamenta en el análisis de dos fotografías de un idéntico objeto, capturadas desde distintos puntos de vista y con una misma herramienta, que al aplicarle reglas de geometría, se obtiene una imagen tridimensional del objeto. Es la visión estereoscópica artificial, que no es más que una simulación del proceso que realiza el ojo humano, permitiendo la percepción de la tercera dimensión.

La fotogrametría debido a los medios disponibles en la actualidad se está convirtiendo en una buena herramienta en todo tipo de aplicaciones arqueológicas, ya que es capaz de ofrecer unos excelentes resultados con costes económicos y tiempos de realización relativamente bajos. La fotogrametría puede ser métrica o interpretativa. La fotogrametría interpretativa trata principalmente de reconocer e identificar objetos y juzgar su significado a partir de un análisis sistemático y minucioso de las imágenes. Dentro de ella existen dos técnicas: la fotointerpretación y la teledetección. Para la arqueología tiene interés la fotogrametría métrica, aquella que únicamente pretende obtener información métrica bidimensional y tridimensional a partir de imágenes fotográficas (Fig. 479).

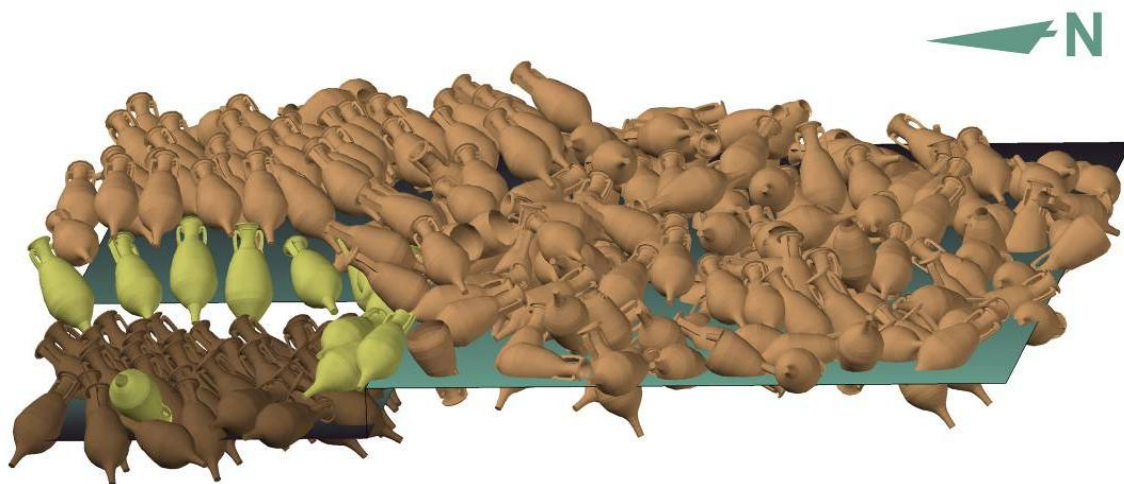


Fig. 479.- Ejemplo de una restitución tridimensional de la excavación 2007 del pecio Bou Ferrer (Alicante) a partir de la fotogrametría (Dibujo: Autor)

Los antecedentes en el uso subacuático de la fotogrametría métrica se remontan hasta los propios inicios de la disciplina científica (p. e. *Cabo Gelydonia*, Bass 1967) y han sido muchos los proyectos que han contado con su aplicación. La técnica

evolució rápidamente desde la irrupción de la llamada Era Digital, con la aparición de *software* específicos, como el *Photomodeler*²⁸⁴ que ha popularizado el uso de la fotogrametría, en el sentido de que está al alcance de cualquier equipo con una mínima infraestructura. Los trabajos de Drap utilizando el referido *software* han sentado las bases metodológicas para su utilización en la arqueología subacuática (Drap *et al.*, 2002; Green *et al.*, 2002; Drap *et al.*, 2005; Drap *et al.*, 2007). Sin embargo su aplicación bajo el agua para la documentación de la arquitectura naval de pecios, con un objetivo de estudio científico y no únicamente de restitución de formas y volúmenes en 3d (Fig. 479), no cuenta en realidad con una larga trayectoria de experiencias. Los trabajos realizados por el CCJ-CNRS bajo la dirección de Boetto en el pecio de *Pakostane* son la referencia actual más importante.

16.4.1. EL PECIO OUEST GIRAGLIA 2

Sin embargo el matiz que diferencia la utilización de la fotogrametría en *Ouest Giraglia 2* de otros casos realizados con anterioridad como en *Pakostane* es que la restitución fotogramétrica y la planimetría de ella derivada de un casco de nave, no serían el último paso de un proceso de documentación, sino que en nuestro ha sido una parte esencial para su conocimiento actual. La situación del pecio en una isla mediterránea, en una zona de clima marítimo difícil junto con su profundidad, no permiten considerar a *Ouest Giraglia 2* como un yacimiento de fácil acceso, por lo que cada paso dado en su documentación y estudio requiere de cuantiosos esfuerzos. Al no estar inicialmente programado en el proyecto de intervención arqueológica del año 2010 la documentación fotogramétrica, no se contó en el barco de trabajo con el *software Photomodeler*²⁸⁵ necesario para la restitución y el dibujo de planta, lo que condicionó en cierta medida el desarrollo de la toma de datos fotográficos, al no ser posible verificar la validez de las fotografías hasta el final de la campaña. Así mismo, no se valoró la posibilidad de realizar un marcaje detallado y exhaustivo de las caras superiores y laterales de la carpintería transversal.

Se realizaron una serie de trabajos arqueológicos en el casco de la nave que estuvieron encaminados a marcar mediante la utilización de chinchetas de cabeza blanca

²⁸⁴ Se trata de un programa informático de la empresa canadiense *Eos System Inc.* encaminado a la restitución fotogramétrica. *PhotoModeler 6.0* es un programa que permite crear modelos precisos en tres dimensiones, partiendo de fotografías. A diferencia de otras ofertas existentes en el mercado de programas que necesitan fotografías tomadas con cámaras métricas, éste admite cámaras fotográficas convencionales, digitales y de video, sin requisitos especiales. Asimismo, sus necesidades de *hardware* son mínimas, lo que le singulariza como un *software* bastante completo y accesible.

²⁸⁵ El *Photomodeler* utilizado en el presente trabajo está bajo licencia del fabricante a través de su filial española *CaeSoft S.L.* a una sociedad *spin-off* alicantina.

la situación de todas las clavijas y cabillas, independientemente de su diámetro, así como a las juntas de separación de las tracas de forro mediante alambre de color blanco. La uniformidad cromática de la madera subacuática, no permite la apreciación de muchos elementos de la arquitectura naval en la fotografía clásica (Fig. 480) siendo esta una fase de la metodología básica para autores como Pomey y Rieth (2005: 99). Este trabajo estuvo acompañado de un etiquetado identificativo de cuadernas, quilla y tracas de forro, junto con la colocación de varias miras métricas sobre el casco, así como tres pequeñas boyas en el eje axial de la nave.

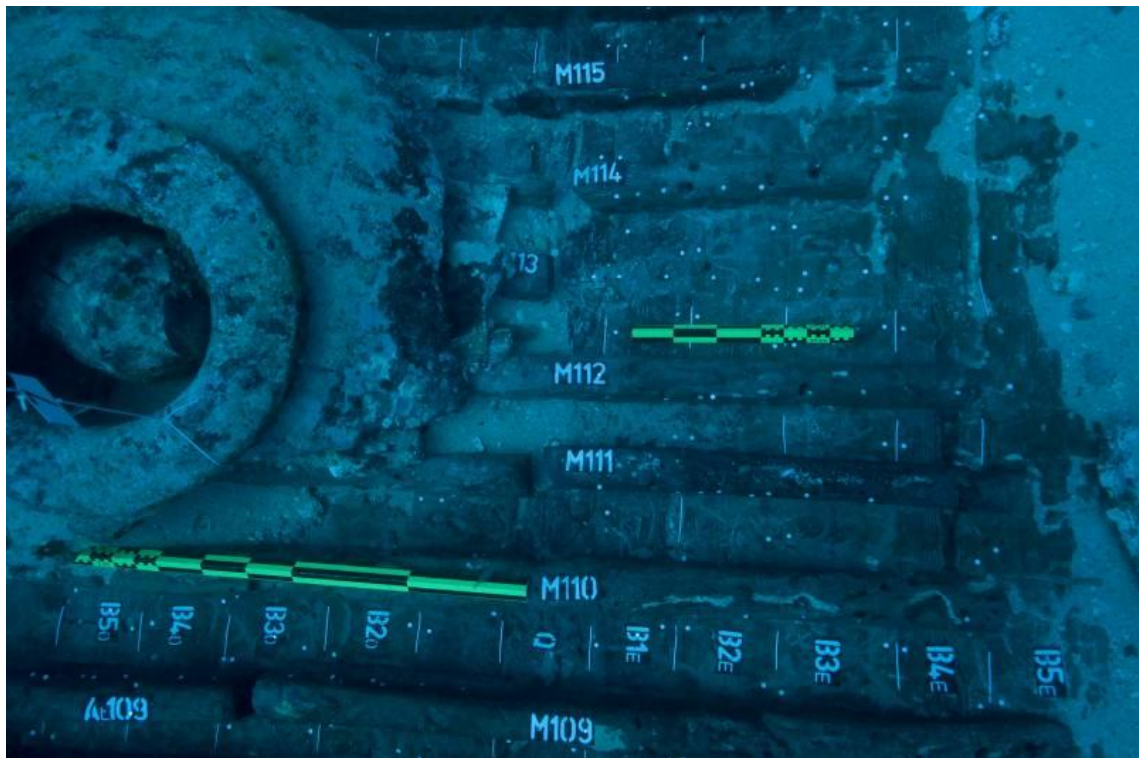


Fig. 480.- Imagen ejemplo del marcaje identificativo del casco de la nave junto con la presencia de miras métricas (Foto: Autor)

No es el objetivo del presente texto hacer una descripción completa del método necesario para la utilización del *Photomodeler*, pero de manera somera, damos algunas descripciones básicas. Es conocido que las cámaras fotográficas terrestres o subacuáticas crean una serie de distorsiones en las fotografías dependiendo de las

características de la cámara, la distancia focal, el tipo de lentes y el domo o frontal en el caso de la carcasa subacuática²⁸⁶.

Por ello el primer paso que requiere el programa es conocer y ponderar los referidos errores. Es necesario tomar una serie de fotografías precisas a un panel de calibración suministrado por el fabricante (Fig. 481 y Fig. 482) para que después el programa, trabajando sobre las fotos tomadas a la plantilla, pueda calibrar y conocer este error. Una vez el *Photomodeler* conoce los parámetros de la cámara fotográfica que vamos a utilizar, es capaz de corregir las deformaciones esféricas de las fotos y podrá finalmente crear la estéreo-fotogrametría.

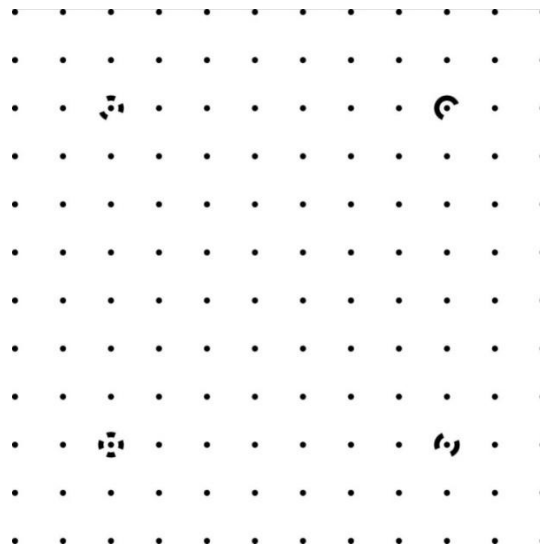


Fig. 481.- Tabla de calibración de la cámara a utilizar en la restitución.

²⁸⁶ Existe una cámara de aire entre la lente y el frontal de la carcasa que produce que los objetos sean más grandes y se observen más próximos, lo que redonda en importantes distorsiones en la fotografía.

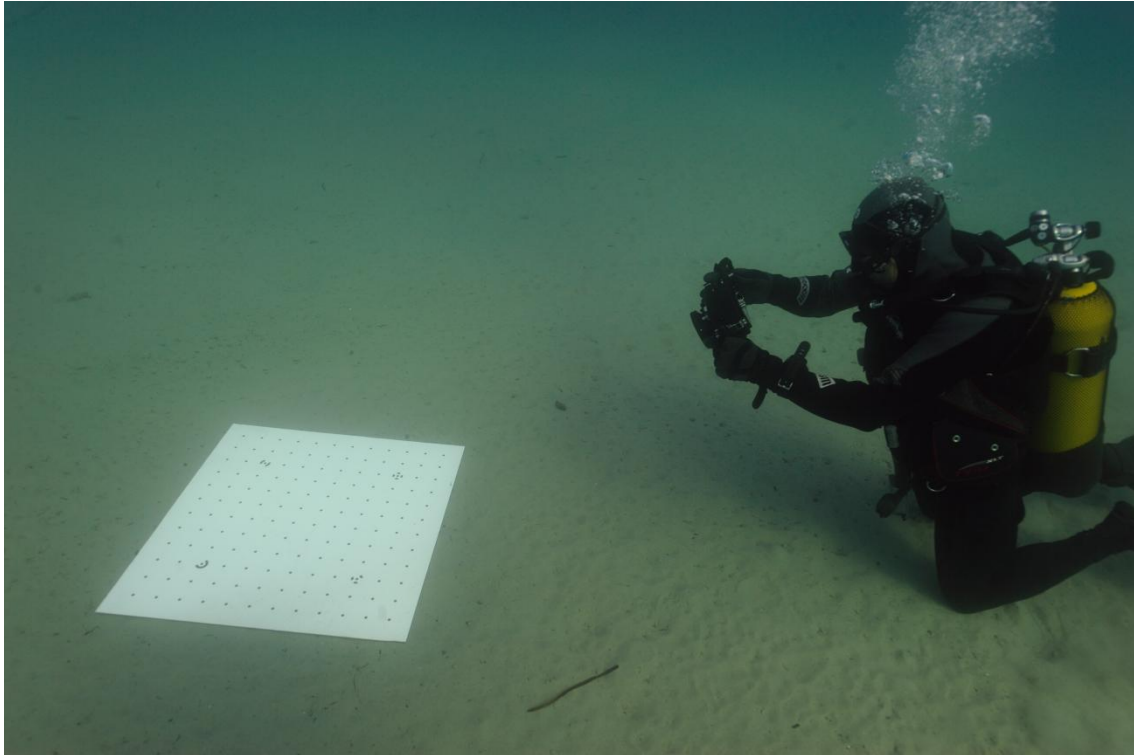


Fig. 482.- Durante la toma de fotos para calibrar la cámara utilizada en Giraglia 2. (Foto: Seguin)

La única observación que consideramos oportuna destacar es que es necesario que la plantilla esté en un soporte rígido sobre el fondo ya que si éste es flexible y se curva ligeramente, a pesar de que el programa no detecte errores, en realidad la calibración será de mala calidad. Durante nuestra experiencia en la realización de las fotografías submarinas nuestro aleteo alrededor de la plantilla provocó que las últimas fotos tomadas presentasen algo de *detritus*, interpretando *a posteriori* erróneamente el programa que las pequeñas manchas se trataban de puntos reales de calibración (Fig. 481). Una vez detectado el problema, bastó con su borrado de las fotos mediante un programa de *Adobe System Incorporated*.

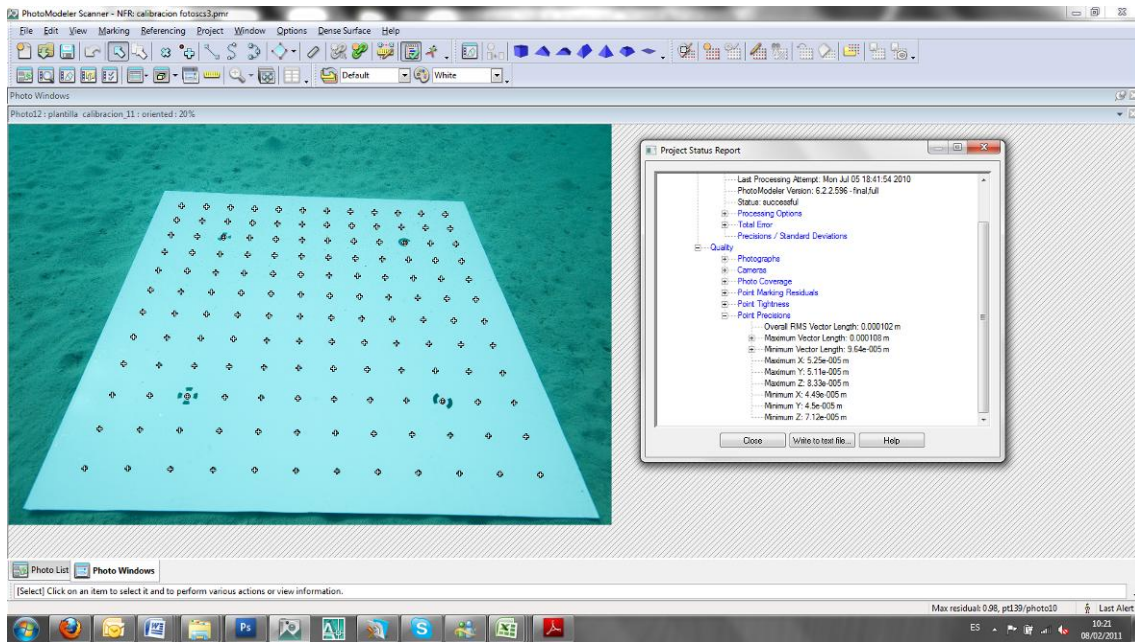


Fig. 483.- Trabajo de calibración de la cámara Nikon D3.

Para la restitución en el *software Photomodeler* se utilizaron 34 fotografías con vista cenital que conformaban tres series (izquierda, centro, derecha), tomadas en torno a los 2 m de distancia del casco (distancia medida mediante la utilización de un profundímetro digital) y que abarcaban el 100% del área de interés, dando como resultado un solape entre las fotos muy acusado (Fig. 484). Durante el trabajo de gabinete, pudimos comprobar como el diámetro de casi 1 cm de la cabeza de las chinchetas utilizadas para el marcaje en el pecio era excesivamente grande²⁸⁷ para su utilización en *Photomodeler*. La exhaustividad del marcaje y la calidad de las fotos han permitido realizar la restitución deseada, enfocada a la obtención de una planimetría²⁸⁸.

²⁸⁷ Son preferibles cabezas de alfiler de color blanco o amarillo, mucho más reducidas y que podrían ser equiparables a muy pocos *pixeles*.

²⁸⁸ Que irremediablemente irá acompañada de un error métrico que hemos intentado conocer y ponderar en nuestro trabajo.

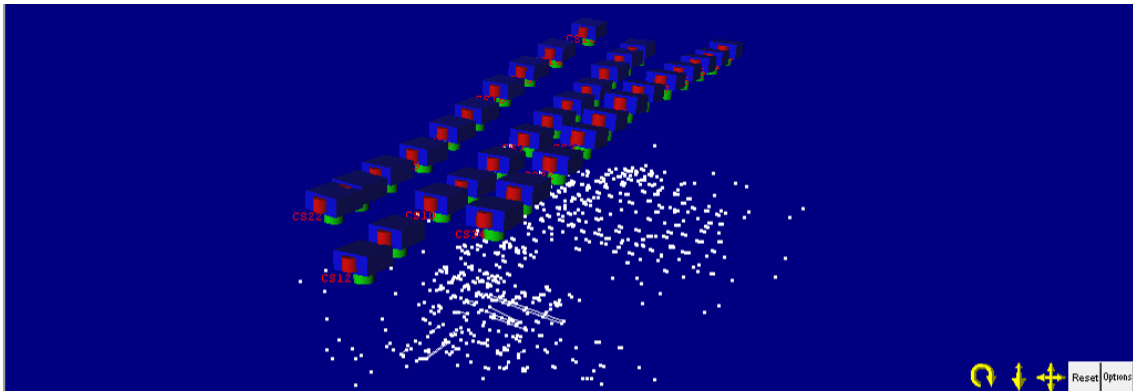


Fig. 484.- Imagen de *Photomodeler* con una vista axonométrica de las cámaras que han captado las 34 fotos utilizadas en la restitución.

La situación en el pecio de todas las marcas colocadas para identificar la posición de las clavijas (Fig. 480), permitían tener más de 400 puntos de control bien identificados en las series fotográficas, de unas dimensiones superiores a las ideales, pero que se revelaron completamente válidos para el fin perseguido. Los referidos 400 puntos de control en las 34 fotografías utilizadas tras la interrelación entre ellos dieron más de 3700 referencias de posición al programa (Fig. 485).

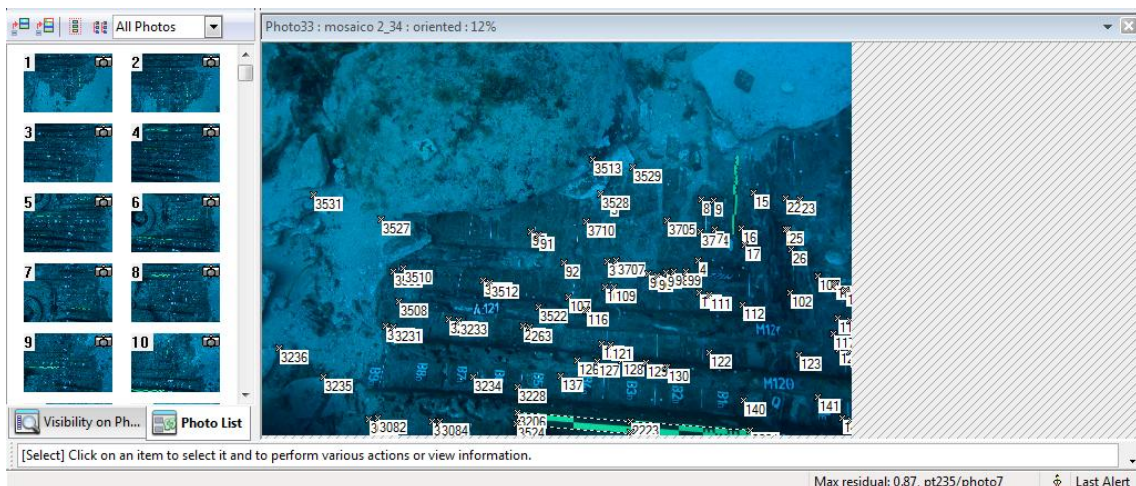


Fig. 485.- Vista de la fotografía de trabajo nº34 donde se aprecia las últimas relaciones entre puntos de control, superando las 3700.

A nivel técnico la restitución presentaba un excelente resultado en tanto en cuanto que todas las clavijas que fijan las espigas que ensamblan las tracas del pecio, estaban posicionadas con un error mínimo, completamente despreciable e inherente al proceso de restitución digital.

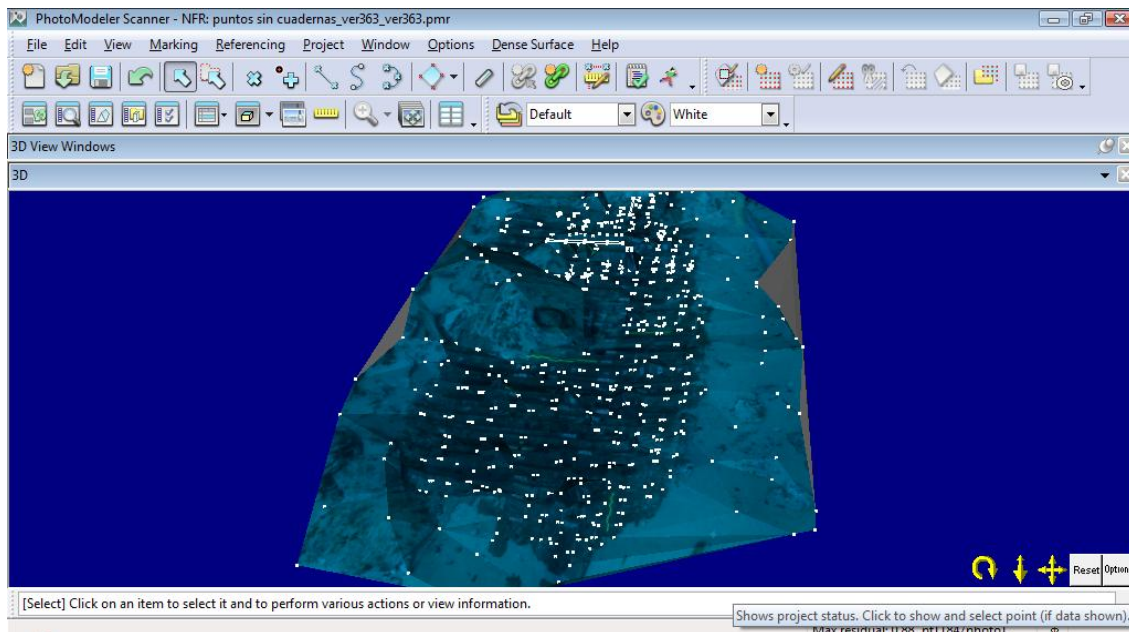


Fig. 486.- Vista general de la restitución fotográfica 3d.

Gracias a la serie de mediciones tomadas *in situ* en el yacimiento²⁸⁹ (anchuras de tracas de forro, dimensiones de las cuadernas, equidistancias entre clavijas, dibujo manual de secciones, etc.), así como por el exhaustivo registro fotográfico, ha sido posible finalmente realizar la planimetría y que ésta tenga una calidad equiparable, sino superior, a la que podría haberse realizado mediante un dibujo arqueológico clásico. El método utilizado para el dibujo planimétrico ha consistido en la exportación de un archivo *.dxf desde el *Photomodeler* con el que se puede trabajar desde un programa vectorial en base CAD en el que se realizaron los dibujos.

La superposición de métodos, como son la fotogrametría digital, el dibujo de secciones arqueológicas y las mediciones de las anchuras de las cuadernas, nos ha permitido reflexionar sobre las capacidades de la observación y la toma de medidas en un yacimiento arqueológico subacuático, así como la transcendencia arqueológica de pequeños errores por debajo de los 3 centímetros en la toma de datos de piezas en madera de gran formato, fabricadas de manera artesanal.

²⁸⁹ Estas medidas fueron tomadas directamente sobre las piezas en madera, mediante la técnica de cotas acumuladas, de manera que al presentar el casco una ligera curvatura transversal, existen leves diferencia métricas entre las anchuras de las tracas de forro que presentaba la planimetría digital y las medidas obtenidas mediante la referida técnica de registro métrico.

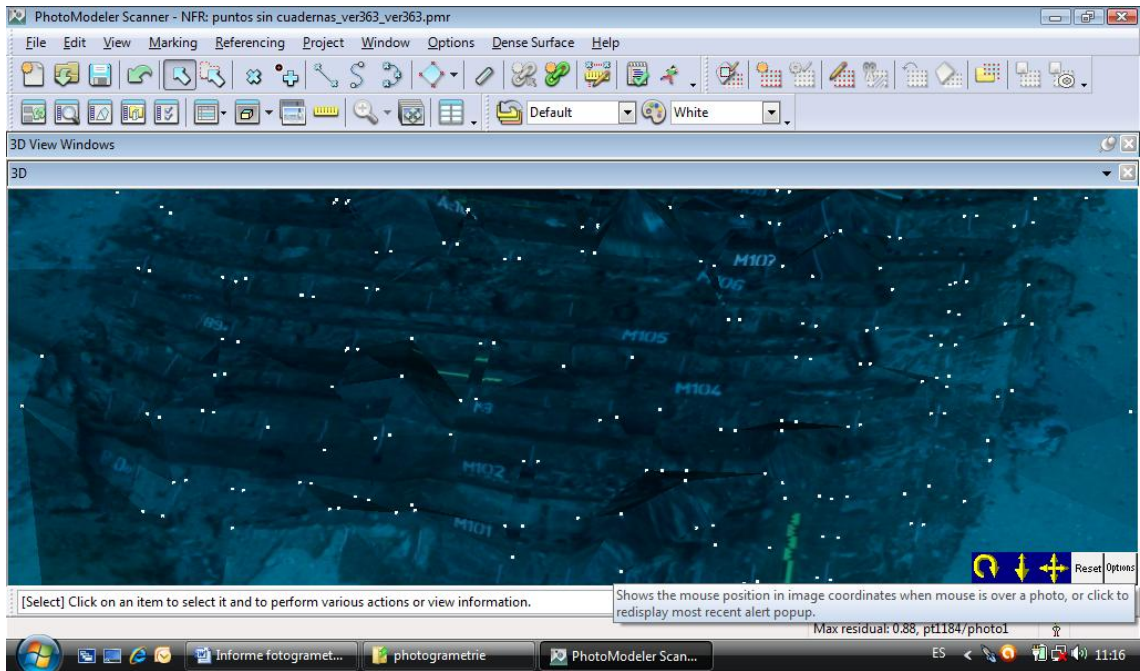


Fig. 487.- Vista de detalle de la restitución con la creación de polígonos fotográficos.

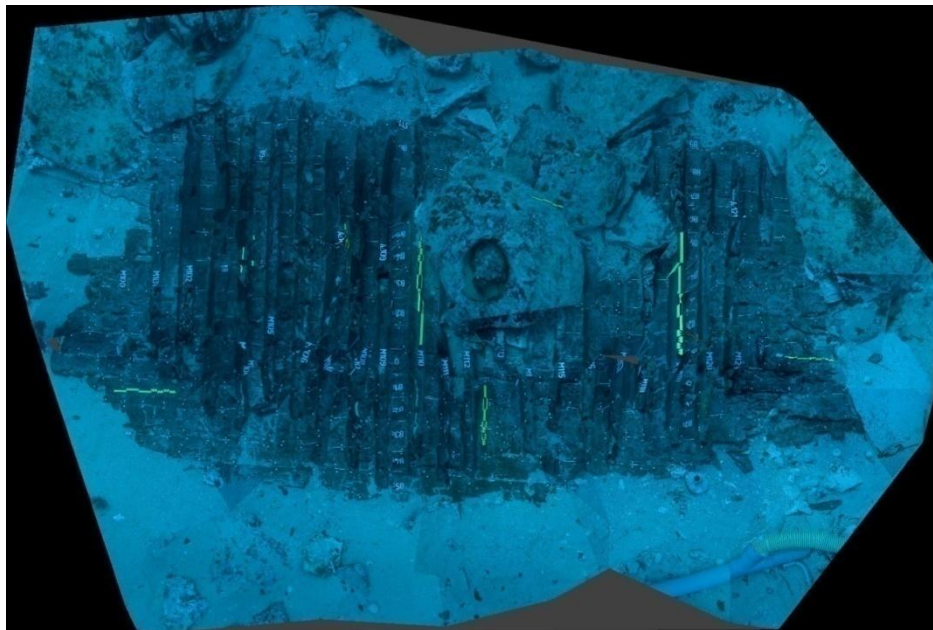


Fig. 488.- Ortofoto del pecio exportada desde *Photomodeler* con la creación de superficies definidas por vértices (clavijas) no tenían en cuenta la carpintería transversal.



Fig. 489.- Imagen del proceso de dibujo con las clavijas del barco dibujadas. (Dibujos y digitalización: Autor)

La primera utilización de la fotogrametría métrica para la documentación de la arquitectura naval de un pecio hundido a una profundidad que no permite inmersiones largas, no podemos calificarla como de un completo éxito, ya que han sido muchos los hándicaps detectados. El proceso lógico de aprendizaje, habría sido el de desarrollo por el equipo de trabajo del método en un pecio naufragado a poca profundidad, en el que poder experimentar con facilidad y posteriormente aplicar la experiencia en un pecio a mayor profundidad. Ello no ha sido posible.

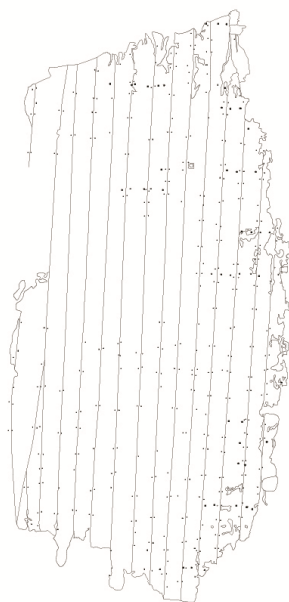


Fig. 490.- Durante el proceso de dibujo de las tracas de forro del pecio. (Dibujos y digitalización: Autor)

Esta primera actuación permitirá poder mejorar la técnica en el futuro. Los hándicaps han obligado a la combinación de varios métodos, para que casi de una

manera “artesanal” se haya podido obtener el dibujo de planta del pecio, con un error métrico despreciable desde un punto de vista arqueológico, por lo que el objetivo marcado se ha cumplido.

A modo de **conclusiones** señalamos que el proceso ha consistido en el marcaje identificativo del casco del barco, según la metodología (Pomey, Rieth 2005), la colocación de miras métricas para conocer *a posteriori* posibles distorsiones y la toma de fotografías cenitales con una distancia constante. Por lo que hace referencia a la utilización del *Photodeler*, se ha realizado la calibración de la cámara fotográfica de trabajo y se han interrelacionado 400 puntos de control en 34 fotografías, según describe el manual del programa. Se ha exportado una nube de puntos en formato *.dxf con la situación de las clavijas del pecio a *AutoCAD*, donde se ha superpuesto como capa el archivo ortofoto generado por *Photodeler* en *.jpg. Se han dibujado las clavijas y el contorno del pecio para a continuación dibujar las líneas, casi rectas, que conforman las juntas entre tracas de forro. Al dibujo resultante se le ha superpuesto dos secciones transversales y una longitudinal, con las que se ha podido dibujar las cuadernas, no perfectamente restituidas en *Photodeler* por la falta de un marcaje apropiado. Al plano resultante se le ha añadido el dibujo escalado sobre fotografía del tercio superior del *dolium* junto con algunos fragmentos cerámicos.

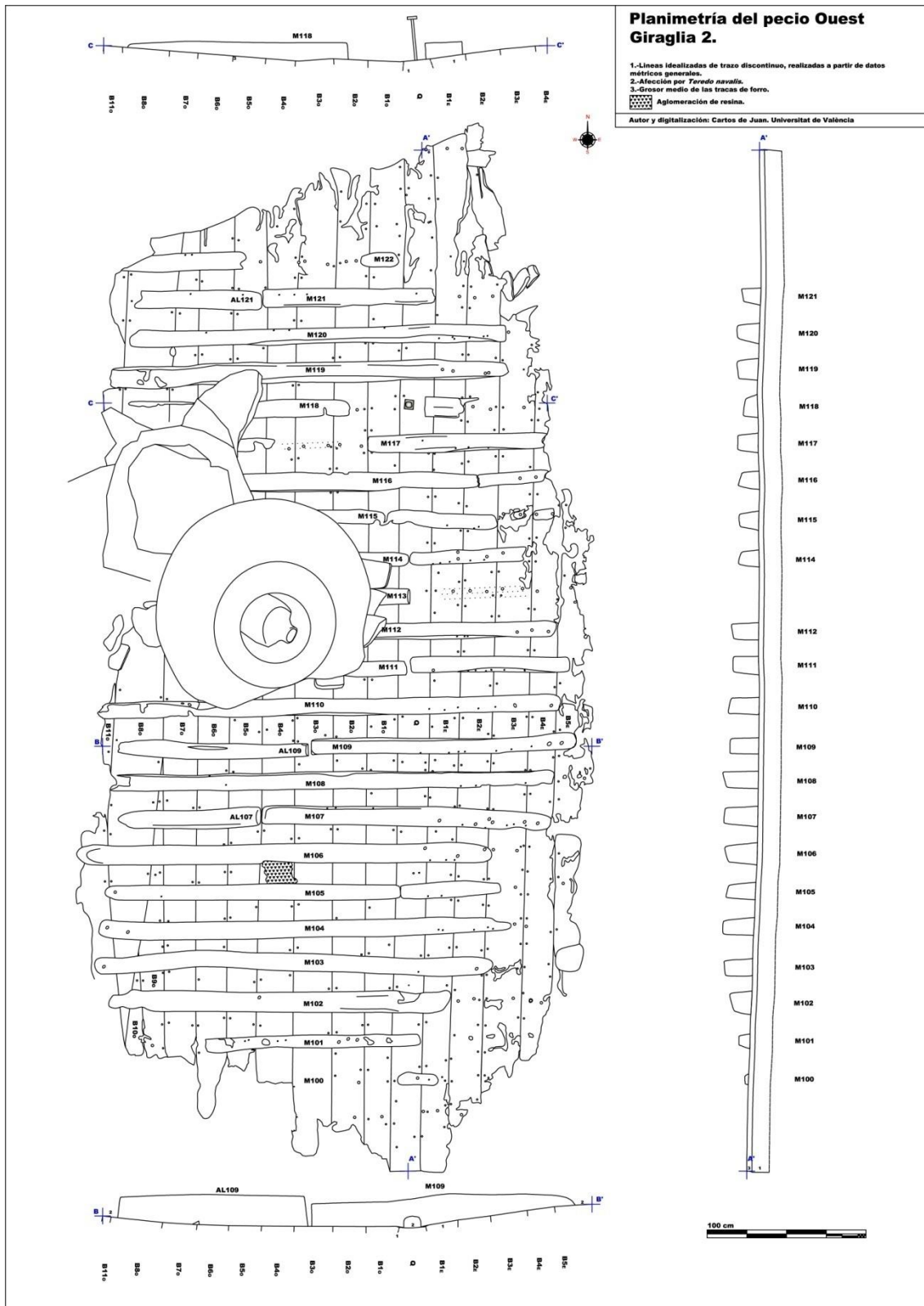


Fig. 491.- Planimetría finalizada. A ella se le asociaron las tres secciones realizadas en la campaña 2010. En las transversales la erosión de la madera, así como toda una serie de datos, no permitió su completa restitución. (Dibujos y digitalización: Autor)

IV. RESULTADOS

17. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A pesar del método científico que queremos aplicar al conocimiento arqueológico de la arquitectura naval antigua, la multitud de lagunas existentes en la información que nos proporciona la bibliografía de unos yacimientos que a su vez conservan los restos en madera de una manera muy parcial, no permite la aplicación directa del *método* como había sido nuestro deseo e intención inicial. El modelo teórico con el cruce de numerosos datos y/o características que permite la obtención automática de cuadros y gráficas con facilidad, gracias a los programas informáticos específicos, no puede realizarse; son demasiadas las lagunas detectadas en la fase de fichado (*Vid. supra* p. 507), “desconocido” ha sido el término más empleado. Las conclusiones deben basarse pues en una interpretación arqueológica subjetiva de la información. Sin embargo la adición de las características principales de la arquitectura naval que nuestro trabajo nos ha permitido dilucidar, agrupadas e interrelacionadas con un discurso histórico, permiten a nuestro juicio una interpretación arqueológica con una alta probabilidad de ser acertada, en función del trabajo sistemático de clasificación e interrelación de los datos característicos.

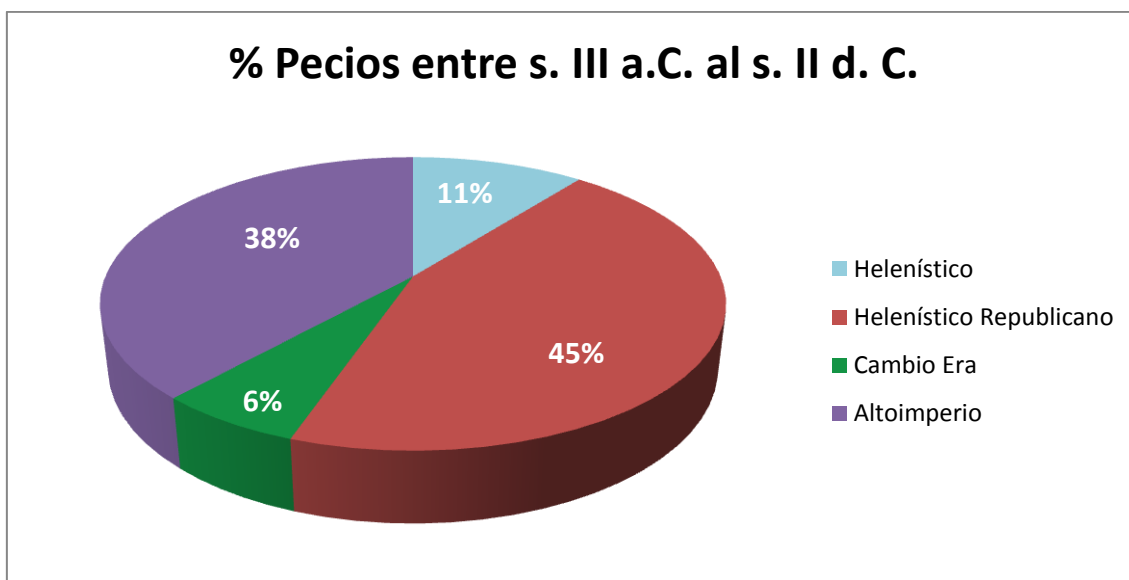


Gráfico 5.-Representatividad equitativa de los pecios del *corpus* en los periodos históricos de nuestro interés.

La interpretación requiere de una completa explicación ya que algunas variables que introducimos en el discurso son propias de nuestros conocimientos y experiencias, las cuales plasmaremos en este *Bloque IV*. La representatividad en % de *tipos arquitecturales* por periodo cronológico es equitativa (Gráfico 5) y consideramos que si bien no contamos con un número muy extenso de yacimientos, son sin duda suficientes (48 pecios con arquitectura naval). El haber iniciado nuestro estudio de la arquitectura naval antigua por pecios de cronologías previas a la romana (11 pecios), lejos de ser un esfuerzo inútil en realidad se ha convertido en la clave para la completa comprensión de los procesos de hibridación cultural y transferencia de conocimientos técnicos y tecnológicos que se darán en los periodos posteriores, fundamentalmente entre la Época Republicana y Altoimperial, asociados, a lo que podemos definir como *firmas arquitecturales* propias del mundo romano campano, lacial, narbonense y tarraconense como más adelante explicaremos.

Las variedades o *tipos arquitecturales* detectados durante todo el periodo de nuestro interés (s. III a.C. a s. II d.C.) desaparecen poco a poco y se llega a una situación de fuerte uniformidad en la arquitectura naval romana de comercio con la *familia arquitectural imperial* en el s. II d.C.; aunque con particularidades que hacen vislumbrar las trazas que continuarán en procesos sinérgicos en los siglos siguientes, y que llevarán en la Antigüedad Tardía a una ruptura con la concepción y construcción de barcos a casco primero. Por esta razón, si ya en nuestro *corpus* habíamos obviado a numerosos yacimientos de este periodo posterior al s. II, en la comparación directa hemos llevado este argumento más allá, eliminando de las comparativas a casi todos los pecios del Bajo Imperio, salvo *Fiumicino 1* porque tratándose de una arquitectura naval específica y especializada en el Tíber, sus rasgos arquitecturales pensamos que pueden plasmar una tradición consuetudinaria del Lacio.

Para comprender en primera instancia como se transmiten los conocimientos náuticos en la Antigüedad (que incluyen desde la propia navegación hasta cómo son o que características han de tener los barcos protagonistas de ella) queremos traer a colación un modelo magistral explicado por Aranegui (2007: 411-412) en un trabajo sobre Lixus y la conquista del Océano, quien en breves líneas formula una explicación cargada de contenido que consideramos válida para la Antigüedad mediterránea y la transmisión de conocimientos y que por ello será utilizada por nosotros en varias ocasiones a lo largo de nuestro desarrollo argumental:

“Todo ello referido a los tiempos en que navegar era un arte porque no se contaba ni con el apoyo de cartas náuticas, ni con instrumentos técnicos para mantener un determinado rumbo o hacer frente a los accidentes de una travesía (Medas 2004). La experiencia de un viaje y su transmisión oral se convertían entonces en algo imprescindible para asegurar cualquier empresa y, aunque los santuarios recopilaban y custodiaban tales informaciones, quienquiera que se aventurara en un mar lejano tenía que establecer necesariamente contacto con los habitantes de sus costas para aprender de su tradición los caminos de su mar. Incluso para los más poderosos, el dominio de una ruta marítima exigía, en definitiva, la suma de prácticas propias y ajenas y el intercambio de experiencias”.

18. PECIOS CON UNA ADSCRIPCIÓN GEOGRÁFICA DEFINIDA

Una de las cuestiones a la que hemos dado especial importancia en nuestro trabajo de tesis doctoral ha sido el análisis riguroso de los pecios del *corpus* con el objetivo de ver si era posible hablar de un origen geográfico preciso para determinadas arquitecturas navales en época romana, principalmente²⁹⁰ entre los ss. III a.C. y II d.C. Individualizando las características constructivas principales de los pecios a los que podemos asignar un origen geográfico más o menos preciso, los consideraremos representativos de una manera de construir barcos en un momento cronológico concreto, convirtiéndose en *arquitecturas navales directoras* en nuestro estudio (Tabla 33 y Tabla 34). Este tipo de análisis (técnicas constructivas, tradición cultural y zona geográfica) está encaminado a determinar tras las agrupaciones de pecios, nuevas *firmas arquitecturales* (Vid. *supra* p. 71) no valoradas hasta la actualidad.

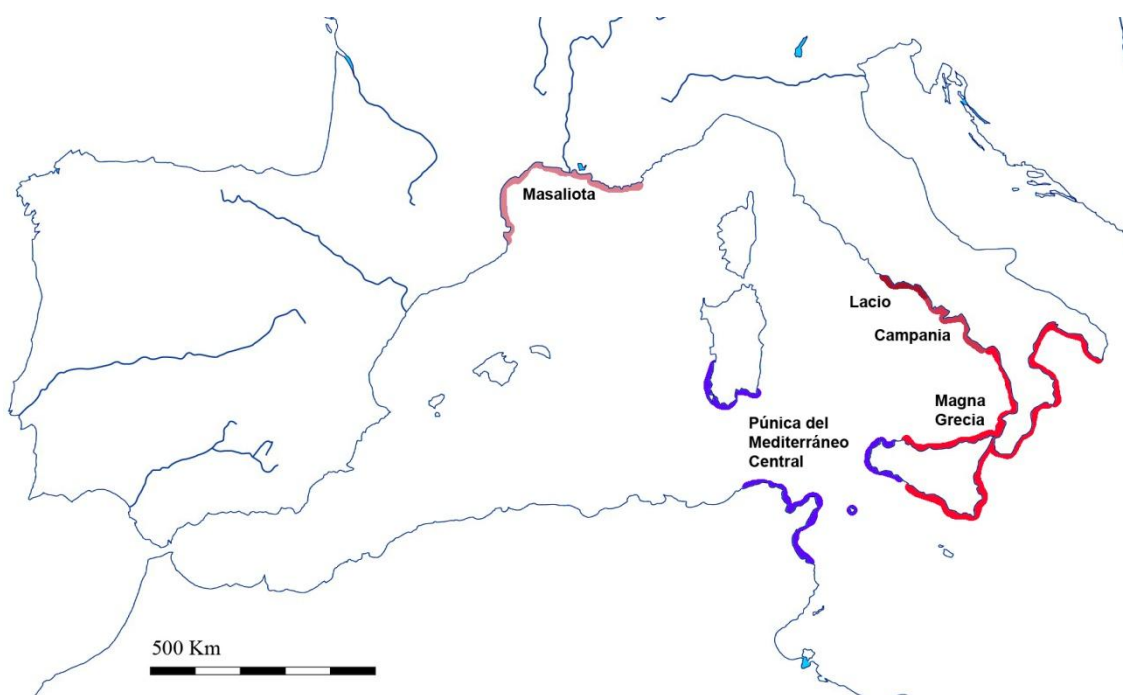


Fig. 492.- Zonas de adscripción geográfica para los pecios de *Marsala* (Arquitectura naval púnica del Mediterráneo Central en el s. III a.C.) y de *Tour Fondue* (Arquitectura naval griega massaliota en el s. III a.C.)

²⁹⁰ Si bien no puede tratarse como se ha explicado anteriormente de unas horquilla cronológica clara e inamovibles.

La primera *arquitectura naval directora* es la que representa la construcción naval de estado del pecio militar de **Marsala** de mediados del s. III a.C. (Frost 1972, 1976, 1978, 1993) en el que se deposita lo mejor de los conocimientos del mundo púnico del Mediterráneo Central con un más que probable origen en los astilleros de Cartago o bien en la costa occidental de Sicilia (Fig. 492).

La segunda *arquitectura naval directora* es la que representa el pecio de **Tour Fondue** (Dangréaux 1994; 1995; 1996; 1997; 2001) pequeña embarcación de cabotaje del s. III a.C. que por sus propias características no debería tener su astillero de origen lejos de su zona de naufragio, correspondiéndose con el área bajo influencia cultural griega de *Massalia* y que culturalmente estuvo en relación con la zona itálica de la Magna Grecia (Fig. 492).

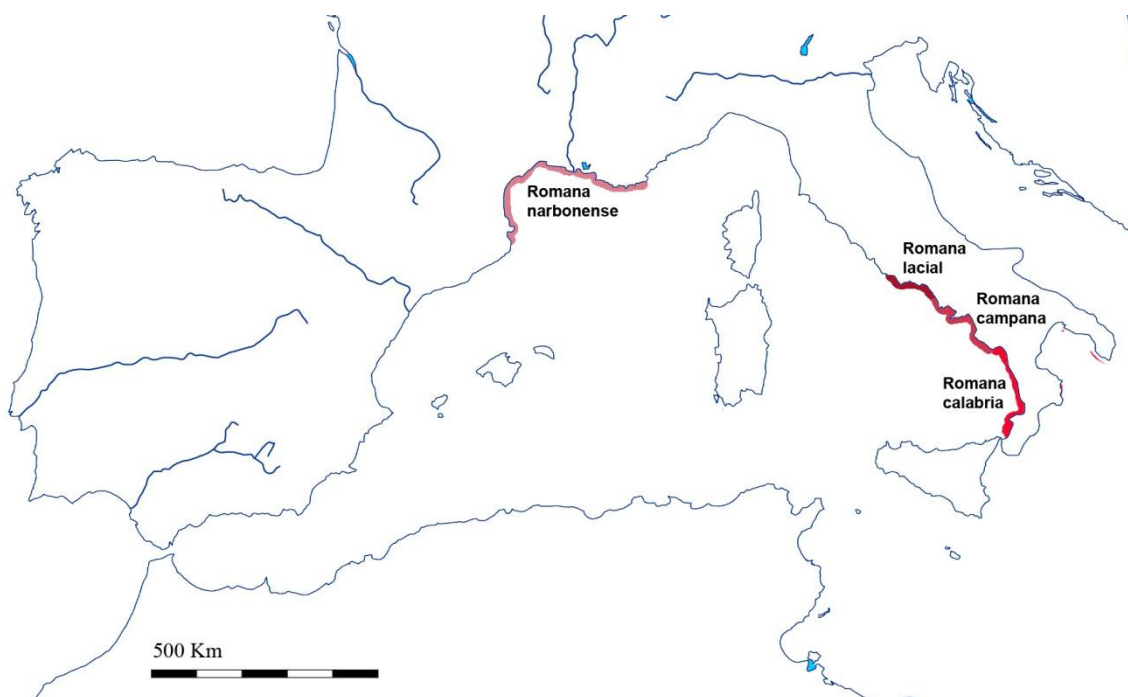


Fig. 493.- Zonas claras de adscripción geográfica para los pecios de *Madrague de Giens* (Arquitectura naval romana campana del s. I a.C.), *Ladispoli* y *Ouest Giraglia 2* (Arquitectura naval romana lacial-campana del cambio de Era y el s. I d.C.), *Fiumicino 1* (Arquitectura naval romana lacial del s. IV d.C.) y *Nemi* (Arquitectura naval romana lacial del s. I d.C.)

La tercera *arquitectura naval directora* es la que representa uno de los barcos con mayor tonelaje de porte de la antigüedad, magníficamente excavado y publicado como es **La Madrague de Giens** del s. I a.C. El origen de su arquitectura naval lo sitúa Pomey en *Neapolis* por las especies vegetales utilizadas y la arena volcánica usada como “lastre de corrección”, a la vez que lo pone en relación directa con el pecio de **Dramont A** por estos elementos a los que nos hemos referido así como por las técnicas de construcción (Guibal, Pomey 2009: 222-225) lo cual nos permitirá por la adición de sus características, valorar que arquitecturas navales podrían tener su origen en esta zona campana (Fig. 493).

La cuarta *arquitectura naval directora* es la que representan los pecios de **Ladispoli** (Carre 1993) y **Ouest Giraglia 2** fechados entre el cambio de la Era e inicios del s. I, ambos dedicados al comercio del vino en granel. Los sellos en *planta pedis*

relativos a la familia de los *piranii* en las *dolia* de estos dos casos concretos bien documentados, aseguran un origen para estas dos arquitecturas navales en *Minturnae*, ciudad costera del Sur del Lacio. Ello se basa en el argumento de que se trata de naves cuyo particular proceso de construcción por lógica estuvo íntimamente ligado a la disposición de las *dolia* en la bodega del barco, quedando situado posiblemente su astillero en la desembocadura del río Garigliano (Fig. 493).

La quinta *arquitectura naval directora* es la que representan las *Naves de Nemi*. Si bien no han sido incluidas en nuestro *corpus* por sus particularidades y su función palacial en un lago, por ello completamente ajenas al comercio marítimo, en el presente epígrafe pensamos que presentan interés puesto que las características que observamos en ellas estarán íntimamente ligadas al saber consuetudinario de la arquitectura naval del Lacio en el Alto Imperio. Algunas de sus características las relacionamos con el pecio tardorromano de *Fiumicino 1*. Por la característica particular de ser una nave *caudicaria* en el Tiber, tuvo que tener su astillero de construcción muy próximo a su zona de trabajo, siendo la zona más coherente para situarlo *Portus* en Roma.

Sin tratarse de una *arquitectura naval directora* sino de una posible traza para establecer el origen geográfico queremos traer a colación la utilización de la especie vegetal *Pinus leucodermis* a la que nos hemos referido en varias ocasiones en nuestro trabajo y que si bien no puede certificar una zona geográfica concreta para su origen antiguo sí que parece plausible de acuerdo a los trabajos de Guibal y Pomey (2002: 100; 2003: 38) establecer que su utilización en la arquitectura naval debe estar en relación con una distancia no muy elevada (máx. 50 km) entre los bosques de montaña en los que tiene su hábitat esta especie vegetal y las cuencas fluviales y/o costas en las que estarían los astilleros de construcción. La presencia de *Pinus leucodermis* (pino bosnio) en la arquitectura naval del pecio de *Cavalière* llevó a los referidos autores a indicar que podría tratarse de una construcción naval con origen en la costa campana, calabresa o ilírica (Fig. 493).

Pecio	Astillero
<i>Marsala</i>	Cartago o Sicilia
<i>Tour Fondue</i>	Massalia
<i>Madrage de Giens</i>	Nápoles (Campania)
<i>Ladispoli</i>	Minturno (Sur Lacio/Campania)
<i>Ouest Giraglia 2</i>	Minturno (Sur Lacio/Campania)
<i>Nemi</i>	Nemi, Roma (Lacio)
<i>Fiumicino 1</i>	<i>Portus</i> (Lacio)
<i>Cavalière</i>	Magna Grecia

Tabla 33.- Origen geográfico establecido para pecios representativos de *arquitecturas navales directoras*.

Nombre del yacimiento	Periodo	Forma sección transversal quilla en	Especie vegetal quilla	Líneas del casco	Unión de las cuadernas al casco	Unión carlinga carpintería transversal	Origen geográfico cargamento	Presencia pino bosnio
Marsala	Helenístico	Más alta que ancha	<i>Pinus sylvestris</i> (<i>Pino escocés</i>)	Angulosas à retour galbord de	Cabillas-taco a clavo a punta retorcida	Desconocido	Sin carga	No
Tour Fondue	Helenístico	Más ancha que alta	<i>Quercus ilex</i> (<i>Encina</i>)	Redondeadas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Desconocido	Greco itálico	No
Madrague de Giens	Helenístico republicano	Más alta que ancha	<i>Ulmus campestris</i> (<i>Olmo</i>)	Angulosas à retour galbord de	Cabillas y clavos a punta perdida	Encastrada sobre la carpintería transversal	Itálico	No
Ladispoli	Cambio de Era	Más ancha que alta	<i>Pinus pinaster</i> (<i>Pino rodeno</i>)	Planas	Cabillas de madera verticales	Encastrada sobre la carpintería transversal	Itálico	No
Ouest Giraglia2	Altoimperio	Más ancha que alta	<i>Quercus ilex</i> (<i>Encina</i>)	Planas	Cabillas de madera en bisel	Desconocido	Tarraconense	No
Cavalière	Helenístico republicano	Más alta que ancha	<i>Pinus leucodermis</i> (<i>Pino bosnio</i>)	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Encastrada sobre la carpintería transversal	Heterogéneo	Si
Fiumicino 1	Bajoimperial	Más alta que ancha	<i>Cupressus sempervirens</i> L (<i>Ciprés</i>)	Planas	Cabillas de madera que hacen de taco a clavos a punta visible	Encastrada sobre la carpintería transversal	Desconocido	No

Tabla 34.- Resumen de las características principales de los pecios guía utilizamos en nuestro trabajo, salvo las naves de *Nemi*.

19. UNA LÍNEA DE HIBRIDACIÓN GRECOPÚNICA

En el s. VI a.C. una serie de pecios como son *Giglio*, *Bon Porté*, *Jules Verne 9*, *Pabuç Burnu*, *Cala Sant Vicenç* y *Gela 1* (Cuadro sinóptico 3, p.115) ponen de manifiesto que para el armado del casco hay una técnica constructiva basada en cosidos y ligaduras, coetánea con la de espigas y mortajas. Estos barcos cosidos quizás nos hable de una manera propia de construir los barcos por los foceos instalados en *Massalia* (600 a.C.) y en otros enclaves del mediterráneo occidental como podrían ser *Agathe Tychée* (Agde), *Aegitna* (Cannes), *Antípolis* (Antibes), *Nicea* (Niza) o *Alalia* (actual Aleria) en la costa oriental de Córcega, frente a Etruria.

Sin embargo el *Jules Verne 7* de finales del s. VI a.C. (Pomey 1995, 1997, 1998a, 1998b, 2009; Pomey *et al.* 1997; Pomey, Rieth 2005) rompe con la tradición jonio massaliota de los barcos cosidos ya que es un barco armado por espigas y mortajas, pero presenta una carpintería transversal, propia de los usos y costumbres de su tradición cultural. Para la unión de las cuadernas al casco, los jonios de *Massalia* usan ahora clavos de hierro a los que retorcerán la punta en la cara superior de las cuadernas a modo de “grapa”. El pecio de *Cesar 1* (Pomey 2001) atestigua como incluso para naves de menor porte, el armado del casco por cosidos paulatinamente se va abandonando. En la misma línea encontramos el pecio de *Grand Ribaud F* (515-470 a.C.) (Pomey 2002a) con una carpintería transversal de características propias del sistema arquitectural massaliota de barcos cosidos (*Vid. supra* p. 147 y Fig. 85), pero formando parte de un barco armado por espigas y mortajas, estando la carpintería transversal unida al casco mediante clavos a punta retorcida. Para los casos de embarcaciones massaliotas a los que nos hemos referido, para solucionar la problemática que representan las líneas de cierre del casco en la proa y la popa, se usan técnicas de cosido que al compararlas con las de *Jules Verne 9* (Fig. 76) o *Cala San Vicenç* (Nieto, Santos 2009: 59) (Fig. 31) podemos definir las claramente como jonias.

El cargamento del pecio de *Grand Ribaud F* con procedencia de Etruria pone de manifiesto las relaciones comerciales entre diversas etnias (focense y etrusca) y quizás permita sostener que existió una cierta permeabilidad tecnológica en los puertos de comercio, quizás los enclaves más cosmopolitas de la antigüedad donde se producirían intercambios de experiencias. Bien pudiera ser que los etruscos tuvieran un papel de bisagra en esta transmisión de conocimientos tecnológicos para el armado de los cascos por espigas y mortajas de origen fenicio púnico asociado al sistema de unión de la carpintería transversal del casco basado en clavos a punta retorcida. Las espigas y mortajas era una técnica que los griegos como etnia conocían, tal y como se desprende de la interpretación del texto de La Odisea (V, 244-257), donde Ulises construye un barco para abandonar la isla de la ninfa Calipso, tras recibir de ésta un hacha (*bronce*), una plomada y un taladro (Pomey *et al.* 1997: 93; Greenhill, Morrison 1995: 142; Casson 1992: 73-74) (Fig. 16), pero todo apunta a que los jonios de Asia Menor no la utilizaban en su construcción naval del s. VI a.C. según el registro arqueológico. Se documentó el uso de la referida técnica de espigas y mortajas bloqueadas por clavijas en el pecio de *Cala San Vicenç* (530-500 a.C.) en la unión de la zapata de la quilla y que ilustran un proceso de influencia de lo foráneo púnico sobre lo propio griego (Nieto, Santos 2009: 323).

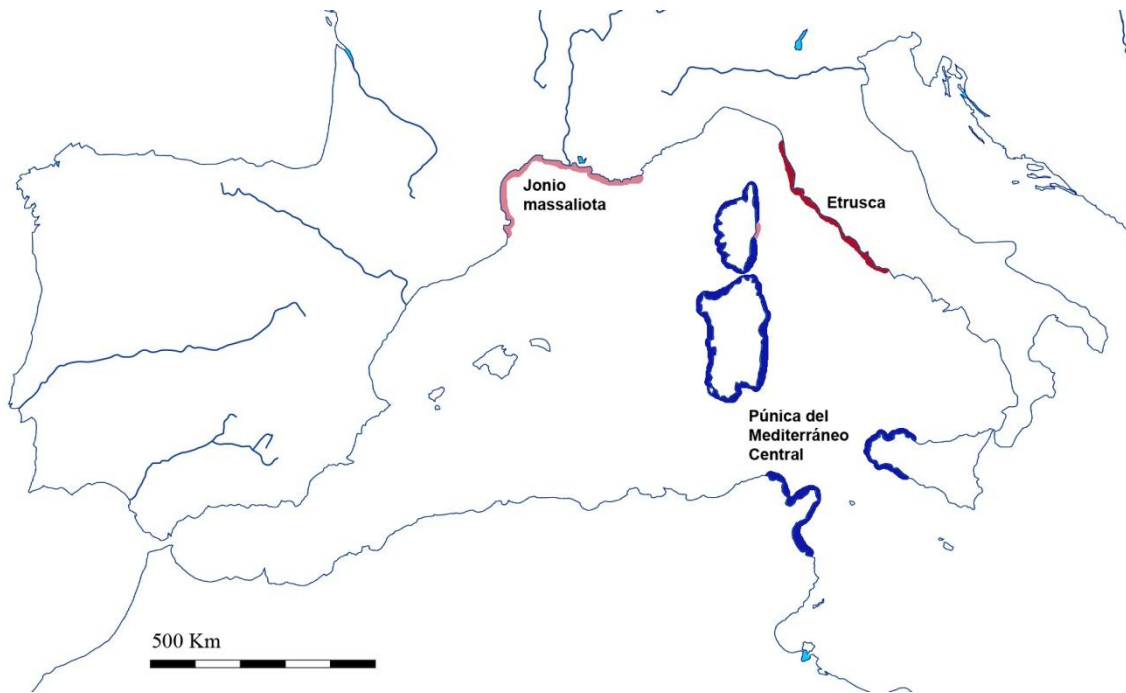


Fig. 494.- Tradiciones navales a finales del s. VI a.C. y s. V a.C. que sufrirán un proceso de hibridación.

Las relaciones de alianzas entre los etruscos y los cartagineses son fuertes en el s. VI a.C. haciéndose más intensas tras la batalla de Alalia (ca. 537 a.C.). Sostenemos que fue posible un intercambio y una transmisión de conocimientos tecnológicos, de manera muy lenta y gradual a través de los puertos de comercio, donde coincidirían barcos, marinos y carpinteros de diversas culturas y tradiciones. Se produciría una influencia de lo púnico sobre lo etrusco para a continuación iniciarse un proceso de hibridación donde los usos propios de los púnicos, por sus superiores prestaciones en un contexto comercial muy dinámico, acabarán desbancando también a lo originariamente focense, a pesar del apego cultural por lo propio. Ahora los griegos occidentales reproducirán en sus barcos las técnicas púnicas pero dejando claramente su sello e impronta cultural (las formas de las cuadernas y la presencia de cosidos “griegos” en la roda, codaste y reparaciones) fruto del saber consuetudinario de los carpinteros de ribera massaliotas.

La coexistencia de las dos tradiciones de construcción naval (Cosidos/espigas y mortajas) finaliza como hemos visto con la prevalencia de la técnica de espigas y mortajas sobre la de los cosidos y ligaduras. Esto se produce por la mayor longevidad de este tipo de uniones, junto con una mayor solidez estructural del casco, lo que permite mayores tonelajes y líneas de agua del barco más evolucionadas (Pomey 1998) que llevarán a un superior plano de deriva (p.e. *Gela 2*) y por ello mayor velocidad y maniobrabilidad. Nieto y Santos (2009: 324) argumentan perfectamente como el comercio marítimo condicionó las características de la “máquina” a utilizar. Mayores cargamentos apilados en la bodega (más peso por cada m²) requería de barcos más robustos, algo que el comercio de tipo empírico no había demandado.

Continuamos nuestro discurso con el pecio de *Gela 2* (425 a.C.; Panvini 1989) y *Ma’agan Mikhael* (450-425 a.C.; Kahanov 2003). Al igual que se documentó en *Jules Verne 7* y *Grand Ribaud F*, en estos pecios tenemos un casco armado por espigas y

mortajas y una carpintería transversal en cuya factura podemos intuir un claro origen en la tradición previa de barcos cosidos de los griegos occidentales. Ello lo atestigua la comparación directa entre la arquitectura de los dos pecios sicilianos de Gela, el construido por cosidos (*Gela 1*; Panvini 1989) y el pecio armado a espigas y mortajas (*Gela 2*). En ambas naves, varengas y genoles se unen entre ellas mediante un rayo sencillo con una línea quebrada como una “Z” y una clavija que los fija, técnica pareja a la del *Jules Verne 7* (Fig. 495). Para la unión de la carpintería transversal al casco del *Gela 2* se usa la técnica de clavos a punta retorcida idéntica a la de *Jules Verne 7* y *Grand Ribaud F* y que pensamos es foránea (al igual que las espigas y mortajas) a su cultura griega de los cosidos y las ligaduras.

Con el tiempo, el uso de clavos a punta retorcida será la práctica que irán haciendo suya la gran mayoría de los astilleros del mediterráneo, como atestigua la arquitectura del *Ma’agan Mikhael* (Israel, 450-425 a.C.) con un posible origen en la costa jonia de Asia Menor (Pomey, Rieth 2005: 162) donde ligaduras a la griega cierran las líneas en los extremos del casco, las cuadernas son de sección ligeramente trapezoidal y donde sus varengas y genoles estaban unidos entre ellos mediante un rayo sencillo con una línea quebrada como una “Z”. Justamente en este pecio naufragado en la costa israelita encontramos por primera vez una técnica consistente en usar para las uniones entre las varengas y los genoles, una cabilla en roble que hace de guía o taco al clavo metálico a punta retorcida (Kahanov 2003: 92).

La técnica para unir la carpintería transversal al casco mediante clavos con la punta retorcida, se repetirá evolucionada en el pecio de *Kyrenia* (310 a.C.; Katvez, Katvez 1974) usándose ahora la cabilla de madera como taco guía que ocasionalmente aparecía *Ma’agan Mikhael*, para muchos de los clavos a punta retorcida que unen la carpintería transversal con el casco.

En resumen, en este periodo pensamos que está marcado por una arquitectura naval púnica que se impone y prevalece sobre la tradición griega, jonio massaliota, siciliana o magnogreca y que genera unos tipos arquitecturales híbridos donde astilleros griegos con un saber consuetudinario propio reproducen las nuevas técnicas adquiridas de los púnicos, pero dejando su sello e impronta. Para la unión de las cuadernas al casco, los clavos actúan como un perno remachado por la base mediante la cabeza del clavo y por la punta, mediante el retorcimiento y “grapado” a la cara superior de las cuadernas. Esta utilización de los clavos a punta retorcida por ella misma no permite la construcción de ningún discurso histórico de hibridación ni de origen cultural de las técnicas de construcción, pero el uso de este tipo de claveteado por los griegos en modelos de barcos que parecen sustituir los propios y donde las cuadernas no se ligan al casco (aunque su tipología así lo sugiera) pensamos que se debe a un proceso de aculturación frontal de la arquitectura naval púnica frente a la griega occidental, apareciendo un modelo mixto fruto de una hibridación tecnológica grecopúnica (Fig. 495).

Basamos nuestro argumento en una serie de evidencias que puestas en relación permiten construir este argumento, siempre con la cautela que exige el estado actual de la investigación:

- Abandono del armado del casco por cosidos a finales del s. VI a.C. por los griegos occidentales
- Adopción de las espigas y mortajas en embarcaciones de mayor y menor porte (p.e. *Cesar I*).
- Ejecución de las cuadernas con la tipología griega de barcos cosidos (fin del S. VI a.C. y durante s. V a.C.), pero unidas al casco mediante clavos a punta retorcida.

El estudio de la técnica de unión de las cuadernas al casco mediante clavos con la punta retorcida que han usado una cabilla de madera como taco, documentados en el pecio más moderno de *Marsala* (mediados del s. III a.C.; Frost 1972, 1976, 1978, 1993) pensamos que puede ayudar y reafirmar nuestro discurso de considerar a la técnica de los clavos a punta retorcida como de origen púnico como lo son también las espigas y las mortajas. *Marsala* es una nave militar, una construcción del estado que debió aglutinar lo mejor de *su* arquitectura naval tanto por lo que hace referencia a las técnicas de armado, como a las propias líneas de agua de la nave. La técnica de unión de la cuaderna al casco es según nuestra visión claramente púnica a mediados del s. III a.C. y parece que al igual que las espigas y mortajas, también fue una técnica púnica en el s. VI a.C. cuando se produjo la hibridación de las tradiciones navales que llevo a la desaparición de los barcos armados por cosidos y ligaduras.

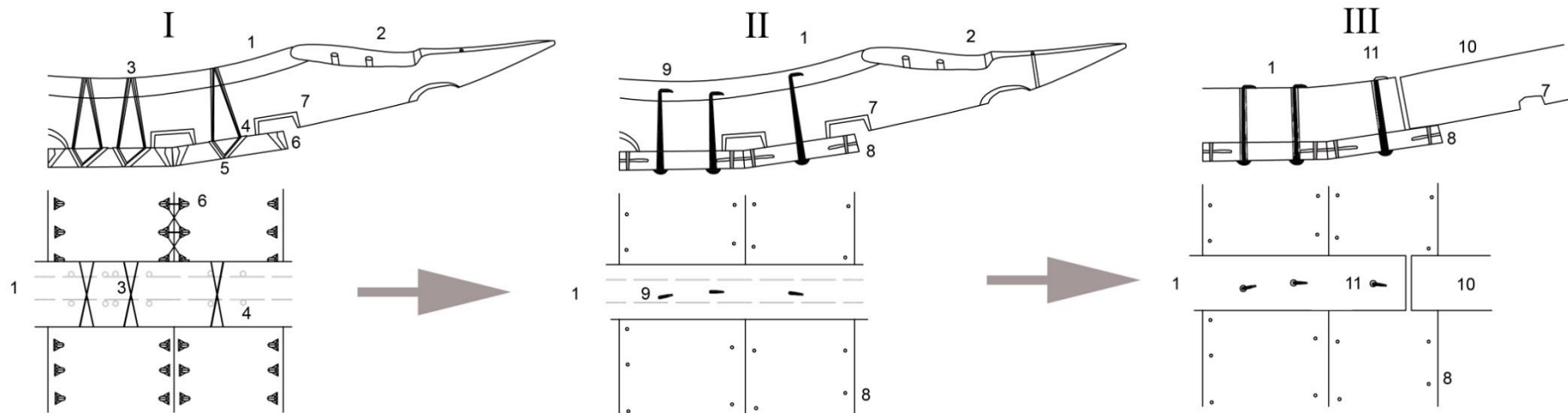


Fig. 495.- Esquema de la evolución desde la construcción naval jonio massaliota al grupo de transición con rasgos híbridos, desde el s.VI a.C. hasta finales del s.V a.C. Ya desde el IV a.C. la arquitectura naval no presenta trazas de la construcción griega del siglo anterior. El caso I está inspirado en el *Jules Verne 9* y *Cala Sant Vicenç*. El caso II se inspira en *Jules Verne 7*, *Grand Ribaud F*, *Gela 2* y *Ma'agan Mikhael*. El caso III se inspira en *Kyrenia* y *Marsala*. 1.- Varenga, 2.- Rayo de unión con el genol, 3.- Ligaduras externas de las cuadernas, 4.- Perforaciones en ángulo para la ligadura con el casco, 5.- Cara externa del casco donde las ligaduras no quedan expuestas, 6.- Ligaduras o cosidos de las tracas para el armado del casco, 7.- Imbornal situado justo en la junta de las tracas para proteger la unión de cosidos..., 8.- Sistema de espigas y mortajas, 9.- clavos de hierro con la punta retorcida, 10.- Genol colocado a continuación de la varenga con unos cm de separación, 11.- Clavos con la punta retorcida que han sido clavados usando una cabilla de madera como guía o taco. (Dibujo: Autor)

20. UNA LÍNEA DE HIBRIDACIÓN EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

No teníamos en principio planificado entrar en la cuestión de las posibles tradiciones e hibridaciones de técnicas y tecnología naval en la Península Ibérica en un periodo cronológico previo al que centra nuestro trabajo. Sin embargo, de igual forma que el estudio de los pecios de la época arcaica y clásica nos ha servido para una mejor comprensión de la etapa romana, pensamos que una valoración en conjunto de la arqueología naval en la Península Ibérica previa a la romanización, nos permitirá una mejor interpretación del singular pecio de *Cap del Vol*. La cuestión particular que suscita el referido pecio y la exportación del vino de la zona septentrional de la *Tarraconensis* (Vid. *infra* p.681) tiene un gran interés para nosotros. Hemos considerado oportuno dada la información inédita con la que contamos tras las actuaciones de 2011 en *Binissafüller* (s. IV a.C.) adentrarnos aunque sea muy someramente en la arquitectura naval de la costa levantina y del sureste de la Península Ibérica entre los ss. VI y III a.C. Ello nos servirá para tener una base firme con la que abordar convenientemente la interpretación de los datos referentes al periodo romano de nuestro interés en la fachada mediterránea peninsular (Tabla 35).

Nombre del yacimiento	Periodo	Fondo pinzado	Líneas del casco	Unión de las cuadernas al casco	Zona geográfica de hundimiento
Colonia Sant Jordi	Helenístico republicano	Desconocido	Desconocido	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida	2.-Mare Balearicum
Palamós	Helenístico republicano	Suave	Angulosas à retour galbord de	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	1.-Mare Ibericum
Cap del Vol	Cambio de Era	Inexistente	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	1.-Mare Ibericum
Bou Ferrer	Altoimperio	Desconocido	Planas	Cabillas de madera y clavos a punta perdida	1.-Mare Ibericum
Albufereta I	Altoimperio	Desconocido	Desconocido	Cabillas de madera y clavos a punta perdida	1.-Mare Ibericum

Tabla 35.- Pecios de nuestro corpus hundidos en la fachada mediterránea de la Península Ibérica.

Queremos recordar brevemente que los dos pecios de *Mazarrón* (Negueruela 1995, 2000, 2000b, 2000c, 2004; Negueruela *et al.* 1995, 2000) fueron fechados por el autor en el 650 a.C. si bien nosotros pensamos puede ser correcto dar una horquilla amplia entre la segunda mitad del s. VI a.C. (530-500 a.C.) (Vid. *supra* Gráfico 1, p. 130). Estos pecios junto con *Binissafüller* (Juan Fuertes *et al.* 2010) comparten las características principales de un casco armado a espigas y mortajas, cuadernas unidas al

casco por ligaduras externas y cosidos sencillos en la zona de roda y codaste, elementos sin paralelos en ningún otro yacimiento conocido. Estas claras diferencias respecto a otros pecios contemporáneos justifica según Pomey tras su estudio del particular pecio de **Golo** entre los que lo incluye (Pomey 2012)²⁹¹, el aglutinarlos en una tradición de arquitectura naval propia de la Península Ibérica. Por primera vez un autor emérito considera a los referidos yacimientos como exponentes de una manera propia de hacer los barcos por los indígenas ibéricos:

“...the fact that this tradition lasted until at least the 4th century BC, Pomey (2012) suggests an Iberian shipbuilding tradition with Punic influence” (Pomey et al. 2012: 58).

En la bibliografía actual sobre la cultura ibérica se observa como se trata en pocas ocasiones la relación de lo indígena con el mar. Este desconocimiento general, salvo honrosas excepciones, ha llevado indirectamente a ver a los íberos como un poco ajenos a lo náutico a pesar de sus numerosos establecimientos costeros. Huelga decir que era completamente impensable hablar de una construcción naval ibérica²⁹² hasta el 2012. Queremos esbozar brevemente nuestros argumentos antes de valorar en los datos de los yacimientos de **Mazarrón** y **Binissafúller**. El pecio de **Cap del Vol** (Vid. *infra* p. 684) lo trataremos a en epígrafe posterior.

20.1. UNA INFLUENCIA PÚNICA

Nada sabemos de la arquitectura naval de los eficientes barcos tirios del periodo de la expansión fenicia hacia el Occidente²⁹³ conocidos únicamente por la iconografía y

²⁹¹ Se trata de una excavación ilustrada de 1777 en Córcega cuyas láminas fueron publicadas por Basch y que han sido interpretadas recientemente por Pomey (2012: 11-30) y que situarían a este pecio como propio de la Península Ibérica.

²⁹² Momento en el que produce la comunicación de los resultados de la campaña de excavación en el pecio de **Cap del Vol**.

²⁹³ La expansión fenicia hacia occidente desde finales del s IX a.C. estuvo motivada por varios procesos sinérgicos (Aubet 1997: 73) en el que el comercio de metales y el abastecimiento de alimentos llevaron a los fenicios a intentar aumentar sus fuentes de aprovisionamiento en Occidente. Lo hicieron mediante una expansión de asentamientos que justifican su ubicación geográfica tanto por el comercio como por el control de las rutas de navegación (como es el caso de Cartago, Útica o Ibiza). Habrían llegado al Estrecho de Gibraltar en torno al 1100 a.C. según aseguran algunos autores clásicos, atraídos por las noticias dadas por marineros sobre la riqueza de estaño, oro y plata en el Occidente del Mediterráneo, noticias que llevaron a los fenicios a incursiones atlánticas para llegar a Gadir, Lixus y al estuario del Sado en Portugal. A juicio de Aranegui (2007: 412) es la ruta del estaño en el Atlántico la verdadera clave para la aproximación de los fenicios al Extremo Occidente. Fue justamente en este ambiente del Bronce Atlántico de donde hay que situar la procedencia de las espadas de lengua de carpa (como las que

que han suscitado numerosos estudios (p.e. Casson 1994). Sostenemos que el sistema de ensamblaje de las tablas de la estructura del casco de estas naves sería probablemente el de espigas y mortajas, como justificaremos más adelante.

Por otra parte damos por sentado que las poblaciones indígenas del Bronce Final en el Sur de la Península conocían la construcción de embarcaciones y barcos, tanto en las zonas lagunares características de la paleotopografía de Huelva, la desembocadura del Guadalquivir o el Guadalete, como en el medio marino. Especulamos que se tratarían de embarcaciones rudimentarias, quizás piraguas monóxilas, quizás evolucionadas, hasta balsas fabricadas con atados de las que desgraciadamente no tenemos ninguna constancia arqueológica²⁹⁴. Su función sería variada destacando en primera instancia, la pesquera ya que es un elemento de gran importancia en la economía de toda la vertiente Sur de la Península Ibérica²⁹⁵. Es para nosotros un apriorismo que los indígenas navegaban en sus embarcaciones en las costas peninsulares para proveerse de alimentos (aves, marisqueo y pesca).

Alimentarse o vender lo pescado puede agudizar el ingenio humano, pero en un medio complejo y variable como es el mar nadie puede aventurarse si al menos la embarcación no ofrece una mínima seguridad puesto que los fallos en la máquina condenan a los navegantes al destino incierto o a la muerte segura, con la pérdida de la pesca, los beneficios y la vida.

La organización comercial extensiva del importante recurso pesquero del Estrecho llegará en el s. VIII a.C. (Aranegui 2007: 412). Las influencias culturales que

aparecieron en el dragado de la Ría de Huelva) o los yelmos y torques fechados en los ss. IX-VIII a.C. que aparecen en el Mediterráneo, dentro de un modelo de comercio en el que el Sur de la Península Ibérica pasa a convertirse en la bisagra entre el Atlántico y las islas de Cerdeña y Sicilia (Aubet 1997: 186). Ese mundo entre dos mares los fenicios lo conocieron y lo navegaron. Tras el estaño, hay que hablar de la plata y ello significa hablar de Gadir y de su *hinterland*, Tartessos, una especie de El Dorado del s. VIII a.C. que suministró plata en enormes cantidades y que justificó los costes económicos y humanos que requiere una expansión de las características de la fenicia.

²⁹⁴ Ello puede ser debido en parte a los procesos geomorfológicos de cambio de la línea de costa, como por colmataciones de zonas lagunares y cambios de cursos fluviales.

²⁹⁵ El paso del plancton por el Estrecho de Gibraltar por la diferencia de cotas altimétricas del nivel del mar entre el Mediterráneo y el Atlántico que provoca el flujo de agua desde el océano. El plancton es seguido de enormes bancos de sardinas que viven de él, transportado ahora por la corriente general del Mediterráneo, paralela a la costa peninsular y africana con sentido W-E al menos hasta la altura de Granada. Ello tuvo consecuencias históricas importantísimas puesto que los bancos de sardinas son seguidos de los bancos de atunes, especie que podría proporcionar cantidades ingentes de alimentos/riqueza para quienes dominasen las técnicas de la construcción naval, la navegación y la pesca organizada. Ni siquiera en la actualidad podemos considerar la pesca artesanal del atún como “sencilla”.

produjo la presencia de los fenicios de Tiro no solo en el entorno gaditano y Huelva, sino también en la costa Mediterránea como ejemplifican los asentamientos del Cerro del Prado, Cerro del Villar, Malaka, Toscanos, Morro de Mezquitilla, Chorreas, Almuñécar, Adra o Villaricos, pensamos que debieron tener consecuencias en la arquitectura naval de las embarcaciones de los indígenas, que tras un proceso de hibridación con lo fenicio, desigual en función del enorme desarrollo marítimo de éstos últimos, habría dado como resultado la aparición de una tradición propia para la construcción de barcos por las gentes que vivieron en la Península Ibérica, adaptadas a sus necesidades y espacio náutico.

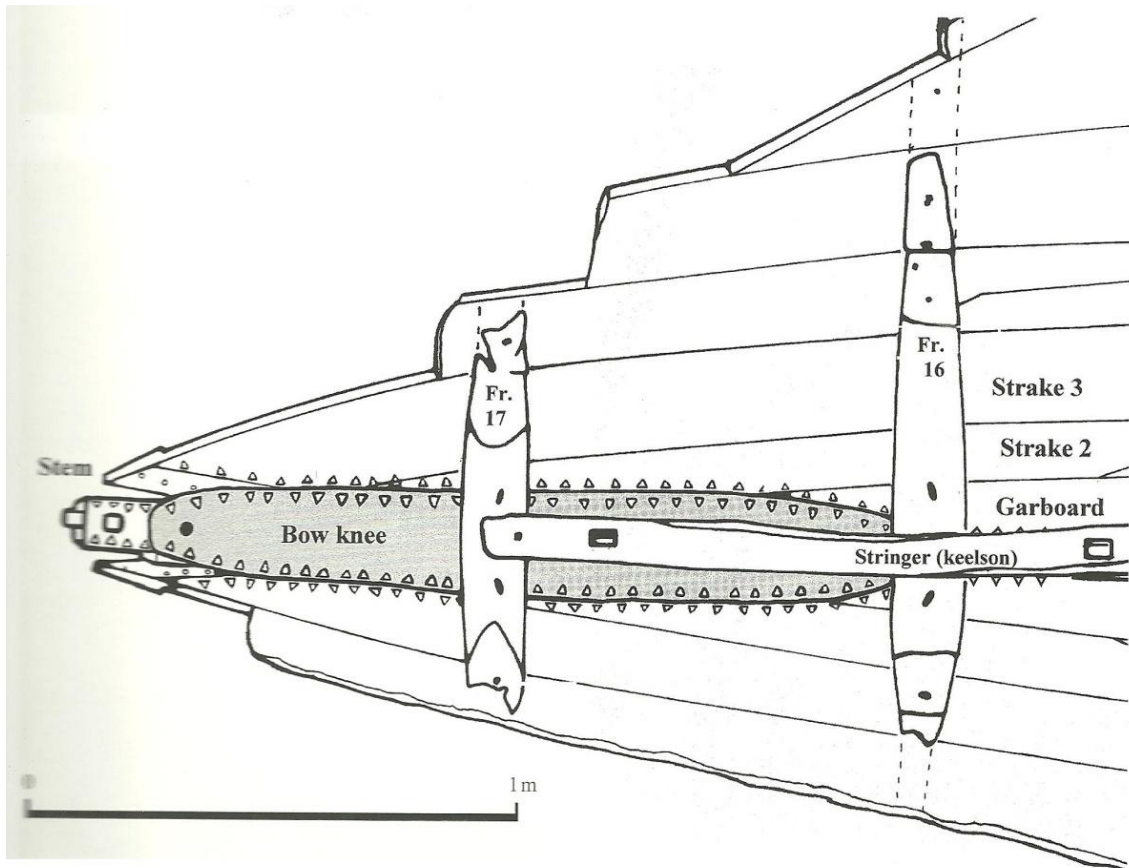


Fig. 496.- Vista en planta de la proa del pecio israelita de *Ma'agan Mikhael* del s. V a.C. donde observamos los cosidos (triángulos en planta) a la griega para la unión de la roda con las tracas de aparadura (Kahavov 2003: 67)

Ello es lo que nos plasmaría el registro arqueológico para los ss. VII y VI a.C. momento en el que podemos fechar los pecios conocidos como fenicios de *Mazarrón 1* y *2*, dos pequeñas embarcaciones de unos 8 m de eslora que nosotros interpretamos como propias de un espacio náutico costero y con navegación de cabotaje. Estas embarcaciones pueden aportar datos para comprender la hibridación cultural resultante de los contactos entre las gentes de la Península Ibérica y los fenicios en lo referido a la construcción de barcos. Se trata de embarcaciones con arquitecturas idénticas que pertenecen a una misma *firma arquitectural* y por sus propias características resulta razonable situar su astillero de construcción en la costa peninsular más próxima a la zona de su naufragio o como máximo ampliable a la zona del *Círculo de Estrecho*. El armado de su casco se realiza mediante la técnica de espigas y mortajas bloqueadas por clavijas cuya evidencia arqueológica cronológicamente previa tenemos que situarla en

el s. XIV a.C. en el Mediterráneo Oriental con los pecios *Uluburun* y *Cabo Gelidonya* que por las especies en madera documentadas serían arquitecturas navales con origen en Chipre o en la costa sirio-palestina (Basch 1981: 250; Wachsmann 1998: 239-241; Pomey, Rieth 2005: 158).

Sin embargo las pequeñas embarcaciones de *Mazarrón* presentan una serie de elementos que ya suscitaron varios interrogantes a Pomey (Pomey, Rieth 2005: 159) en el sentido de si apuntaban o no a una tradición arquitectural naval local (SE de la Península Ibérica). Por otra parte, Guerrero (2008: 107) describió a las barcas de *Mazarrón* como una hibridación de técnicas aplicadas por los autóctonos que tenían un origen foráneo junto con otras que podrían ser indígenas (¿tartésicas?). Se trata de una construcción a casco primero donde éste es armado a espigas y mortajas fijadas por pequeñas clavijas (la *punicana coagmenta* de Catón, *Vid. supra* p. 32), la misma técnica con la que construían los cananeos varios siglos antes. Pero las naves de *Mazarrón* presentan una carpintería transversal unida al casco por medio de unas sencillas *ligaduras externas* (*cf.* Marlier 2005: 171) y es la primera evidencia arqueológica de su utilización junto con el *Jules Verne 9* de finales del s. VI a.C. (Pomey 1998b: 148).

La cuadernas del *Mazarrón 1* y *2* presentan una carpintería transversal que refuerza muy poco o nada la estructura del casco ya que la especie vegetal elegida es endeble (*Ficus carica*) y el tamaño y equidistancia entre las cuadernas crea unos refuerzos transversales poco o nada robustos. Guerrero (2008: 107) describe el uso de estas ramas unidas al casco como un arcaísmo local, si bien también puede ser la copia inadecuada de una técnica foránea.

El método de unión de las cuadernas con el casco es muy básico: consiste en conjuntos de cuatro perforaciones distribuidas perimetrales a las cuadernas que permiten realizar el atado sencillo en cruz o **X** (Fig. 71) de estas piezas sin que conozcamos cómo era la lazada por el exterior del casco.

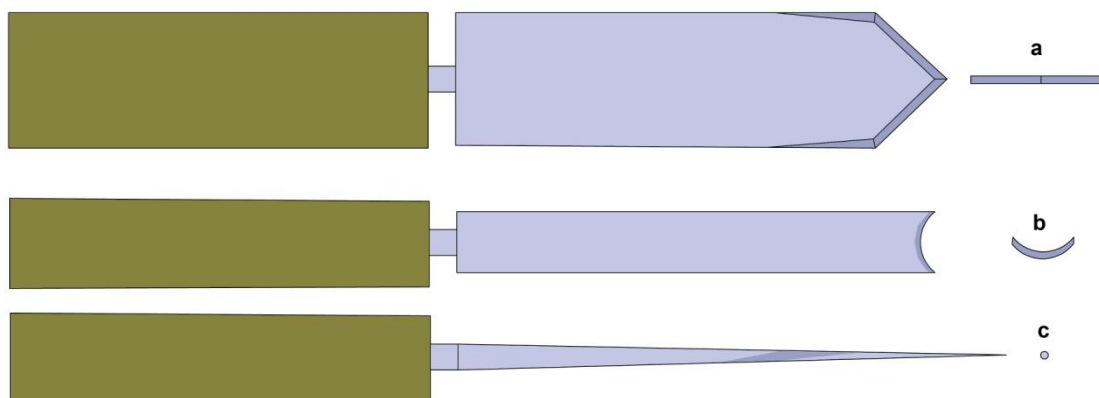


Fig. 497.- Esquema teórico de cincel, gubia y perforador antiguos. Para la realización de los tetraedros que sirven de rebaje para la perforación en los cosidos tipo “griego” se utiliza un cincel con punta angulosa (a). Para las perforaciones para los cosidos tipo *Mazarrón* se usó el punzón o perforador (c). En *Binissafüller* hay constancia de la utilización de gubias (b) de diversos tamaños y módulos (algunos muy pequeños) asociadas a cosidos y atados, donde también se usó el perforador. (Dibujo: autor)

Hacemos especial mención a la técnica de unión de las cuadernas con la estructura del casco en los pecios de *Mazarrón*, puesto que según nuestro criterio en una cronología comparable de finales del s.VI a.C. e inicios del s. V a.C. (Gráfico 1, p. 130) los pecios que hemos interpretados como resultado de una hibridación entre lo jonio y lo púnico (p.e. *Jules Verne 7* y *Grand Ribaud F*, Vid. *supra* p. 609) han abandonado completamente las ligaduras como técnica de unión de las cuadernas con la estructura del casco y presentan en esos momentos clavos a punta retorcida y pensamos que esta técnica podría tener su origen en una tradición púnica del s.VI a.C. El registro arqueológico plasma la evolución de esta tradición de clavos a punta retorcida en el Mediterráneo Oriental durante el s. V a.C. y a finales del IV a.C. donde toda la carpintería transversal de los pecios conocidos está unida mediante cabillas que hacen de taco guía a clavos con la punta retorcida (Fig. 495), tradición a la que será ajeno *Binissafüller* (s. IV a.C.)

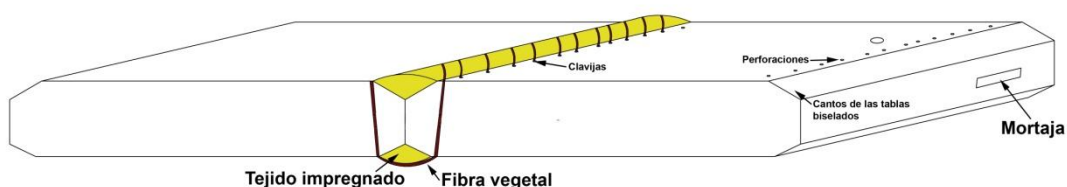


Fig. 498.- Esquema teórico del cosido sencillo en zonas de convergencia de las tablas en proa y popa en *Mazarrón 1*, donde por la anchura de éstas no se realizaban mortajas sino únicamente cosidos. La estanqueidad se mejoraba por la colocación de tejido impregnado (en resinas, grasas o ceras) en la junta de unión gracias a una acanaladura creada *ex professo*. (Dibujo: Autor)

Queremos señalar por otra parte que en los pecios de *Mazarrón* en las zonas del casco de la proa y la popa, donde por la convergencia de las tracas con ángulos propios presenta complejidades, la técnica para unir tablas por medio de espigas y mortajas es reforzada por cosidos también para mejorar la estanqueidad. Los cosidos en estas zonas del casco no son algo atípico si ello comparamos con los pecios del s. VI a.C. y V a.C. como podría ser *Ma'agan Mikhael* (Fig. 496) posiblemente originario de la costa jonia de Asia Menor (Pomey, Rieth 2005: 162), pero sí que resulta remarcable que la ejecución técnica difiera enormemente entre estos ejemplos. Los cosidos de *Mazarrón* no tienen relación con los cosidos llamémoslos “griegos” (Fig. 31 y Fig. 496) ni por las herramientas utilizadas (Fig. 497), ni por las posibles lazadas (Fig. 498 y Fig. 499).

En la técnica llamémosla de la Península Ibérica en el s. VI a.C. se biselan los cantos superiores e inferiores de las tablas a unir para crear un canal donde se colocará una materia estanca (p.e. tejidos mezclados con grasa o ceras). A continuación se realizan perforaciones cilíndricas o troncocónicas de pequeño diámetro colocadas groseramente en los cantos superiores e inferiores internos de las tablas que se quieren unir, adyacentes a los biseles. Estas perforaciones tras el cosido de las tablas son bloqueadas por pequeñas clavijas en madera que fijan y previenen de deshilachados (Fig. 498). Semejante a la griega pero diferente.

De acuerdo a nuestra interpretación del registro arqueológico, las gentes de la Península Ibérica parecen ser ajenas a la evolución técnica en la arquitectura naval de

finales del s. VI a.C. y s. V a.C. argumento que pensamos se refuerza cuando aproximadamente a mediados del s. IV a.C. (comparable cronológicamente pues con *Kyrenia*) el pecio de *Binissafúller*, con un particular cargamento de ánforas presumiblemente ibéricas, volverá a ser una *rara avis* en la arquitectura naval antigua.

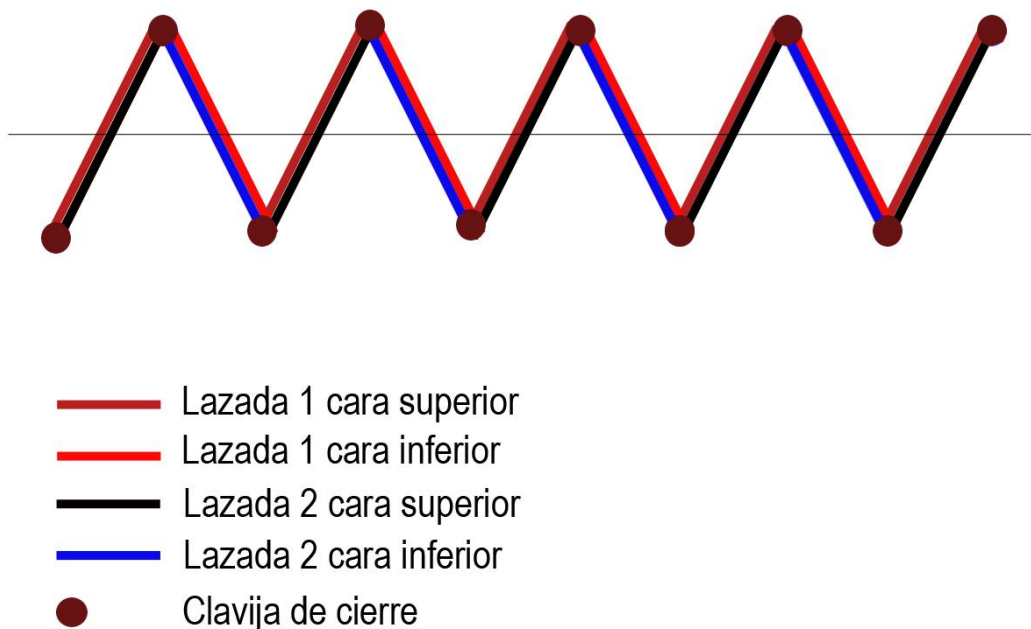


Fig. 499.- Esquema del cosido sencillo de dos tablas basado en dos lazadas que se alternan. (Dibujo: Autor)

20.2. EL CASO DEL PECIO DE *GOLO*

Recientemente ha sido publicado un trabajo sobre el pecio de *Golo* por Pomey (2012). Una de las conclusiones más importantes del reestudio de las láminas y los textos de 1777 ha sido considerar al barco como de una tradición constructiva claramente diferente de la grecorromana. Las formas simétricas de la proa y la popa, el tipo de rayo de unión de la quilla con la roda, la forma alargada y la densidad de colocación de las espigas de unión de las tablas del casco, la forma particular de la carlinga del mástil, formas y *malla* de las cuadernas, así como la ausencia de datos sobre como éstas estaban unidas al casco (por *ligaduras externas* propone Pomey) ha llevado al referido autor a poner el pecio de *Golo* (Fig. 500) en relación con los de *Mazarrón* y *Binissafúller* y con una tradición de construcción naval propia de las gentes de la Península Ibérica, influenciada por la arquitectura naval púnica (Pomey 2012: 25). Propone una datación para *Golo* entre los ss. VII-VI a.C. por sus rasgos arcaizantes, pero más evolucionados que *Mazarrón 1* y *2*. Atendiendo a nuestra revisión de la datación de los pecios de *Mazarrón*, pensamos que la datación de *Golo*, puede llevarse claramente a los ss. VI-V a.C. siempre anterior a *Binissafúller*.

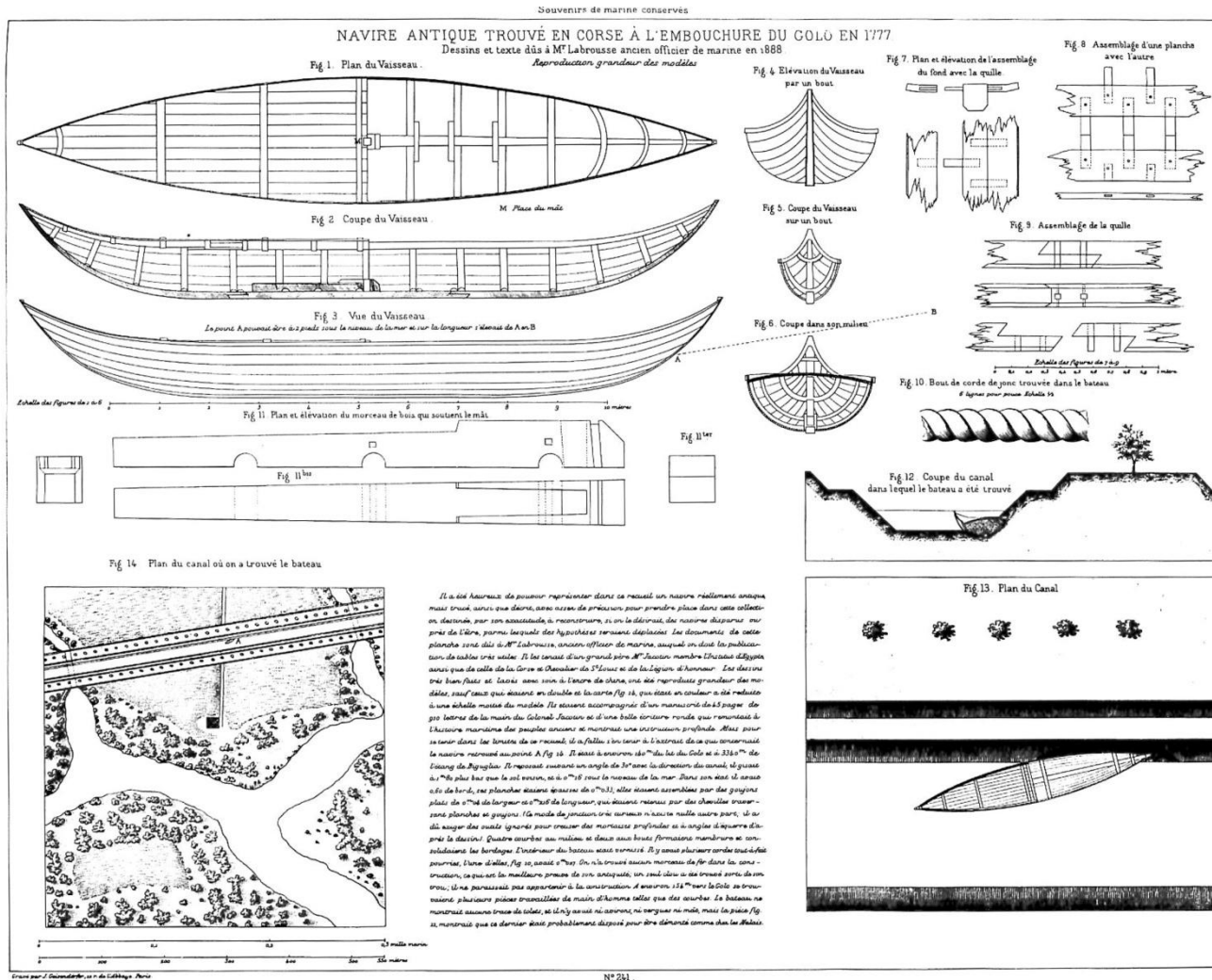


Fig. 500.- Lámina 241 de los *Souvenirs de marine conservés* del Vice-almirante Pâris en Pomey 2012: 13

20.3. EL CASO DE *BINISSAFÚLLER*

La hibridación cultural en la Península por lo que hace referencia al Ibérico Antiguo (fin s. VI y V a.C.) es un fenómeno descrito por Aranegui y Vives (2006: 89-92) cuyos modelos pueden ser empleados también para comprender a nivel puramente teórico, como los repetidos contactos con las culturas marítimas podrían haber influenciado esa vertiente náutica de la cultura Ibérica poco conocida y que ahora nos ocupa. En el Ibérico Antiguo, en la fachada mediterránea, especulamos con que se conocía la construcción de embarcaciones menores como podrían ser las de *Mazarrón*, ejemplo de una tradición consuetudinaria de construcción naval peninsular que pudo tener su origen tras un proceso de hibridación en el *Círculo del Estrecho* en los ss. VIII-VII a. C. entre lo indígena tartésico y lo fenicio.

Esta tradición peninsular perdurará claramente hasta el s. IV a.C. según atestigua el pecio de *Binissafúller*. Los elementos del pecio menorquín que queremos traer a colación para justificar nuestro argumento son los cosidos sencillos en la punta de la roda (o codaste) (Fig. 501 y Fig. 502), la tipología de sus cuadernas y los tipos de atados para su unión con el casco (Fig. 504). Pensamos que el pecio tiene elementos propios de su periodo (*familia arquitectural*) pero a la vez tienen unas características en el nivel de detalle que nos lleva a considerarlo dentro de esa línea iniciada arqueológicamente con los pecios de *Mazarrón* y que, por ahora, cerrará *Cap del Vol* (Vid. *infra* p. 684).



Fig. 501.- Fotografía del un fragmento en madera de la punta de la roda/codaste del *Binissafúller* donde se aprecia el arranque del alefriz para dar alojamiento a la traca de aparadura, las concreciones de una hipotética anilla y ya de una manera menos visible, las clavijas de fijación de un cosido ya desaparecido. (Foto: Autor)

Por lo que hace referencia al sistema de atados de las cuadernas del *Binissafüller* ya en su momento (Juan Fuertes *et al.* 2010) lo pusimos en relación con la técnica de atados jonio massaliota del *Jules Verne 9* (Fig. 76) consistente en conjuntos de cuatro perforaciones en ángulo practicadas en las tracas del casco y situadas adyacentes a la base de la cuaderna²⁹⁶ por las que pasarían las ligaduras para hacer el atado y que serían bloqueadas con clavijas posteriormente. Sin embargo la campaña de 2011 nos permitió comprobar que en *Binissafüller* la técnica era parecida pero diferente, ya que unas regatas o acanaladuras perpendiculares a las juntas de unión de las tablas, unía por el exterior del casco las perforaciones por donde pasaban protegidas las cuerdas (Fig. 95).

También se observó con las dificultades propias del estado precario de conservación de una cuaderna, que las ligaduras podrían estar practicadas en dos fases, ya que aparentemente unas perforaciones en las que se usó una gubia (Fig. 497), dispuestas en forma de X “horizontal” a una altura no muy elevada de la cuaderna (Fig. 96) estarían en relación con un doble atado de estas piezas. Por ahora son una *praxis* exclusiva del pecio de *Binissafüller*. De la misma manera los cosidos que cierran la roda (o codaste) (Fig. 502) están realizados con una técnica basada en la realización de perforaciones troncocónicas con uso de gubias y perforadores (Fig. 497) claramente diferenciada de la técnica de origen griego a la que nos hemos referido con anterioridad (Fig. 496).

¿Cuáles pueden ser las claves para interpretar los rasgos de la arquitectura naval de los íberos?

- Armado del casco por espigas y mortajas
- Espigas estrechas y alargadas
- Perforaciones cilíndricas de escaso diámetro (3-4 mm) realizadas por perforador o gubia en las zonas de proa y popa
- Cosidos sencillos que aprovechan las referidas perforaciones y que son bloqueados por clavijas en la zona de proa y popa.
- Cuadernas de sección circular o trapezoidal unidas al casco mediante ligaduras externas.

²⁹⁶ Cuadernas de sección trapezoidal con la cara estrecha en contacto con el casco. Este tipo de cuadernas refuerzan la estructura evitando en la medida de lo posible ocupar superficie de la cara interna del casco.

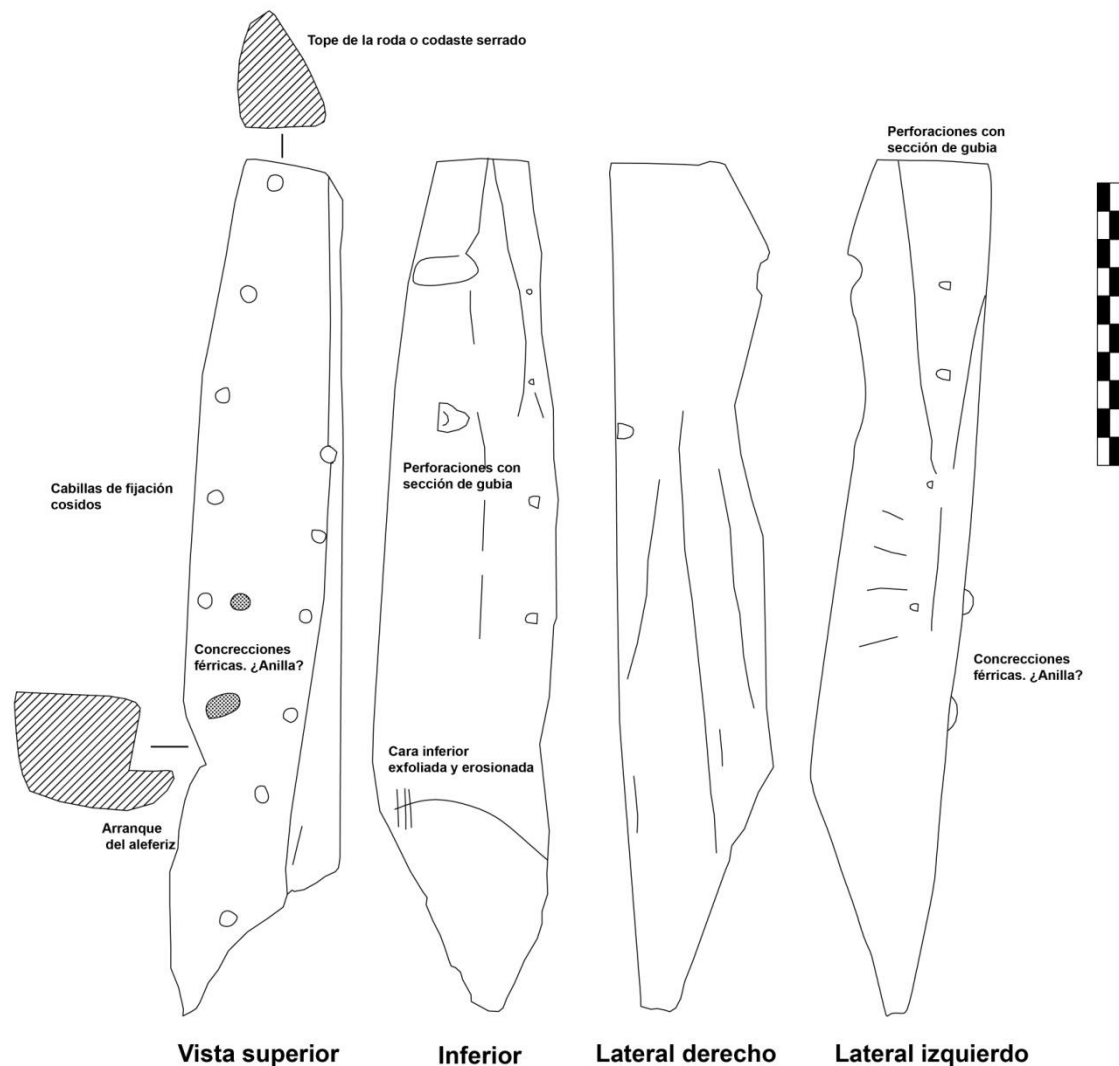


Fig. 502.- Punta de la roda o codaste de *Binissafüller* donde se distinguen en la vista superior las clavijas de fijación de los cosidos sencillos con las tracas de aparadura. Esta técnica de cosido sencillo se puede poner en relación con la documentada en *Mazarrón*, completamente diferente de las griegas. (Dibujo: Autor)

El análisis comparado de los pecios de *Mazarrón* y *Binissafüller* nos han aportado estas conclusiones pero será justamente el último barco que podemos poner en relación con éstos, *Cap del Vol*, la nave que nos ha va a permitir hablar sin dudas de barcos construidos por los íberos. Nuestra responsabilidad en el estudio de arqueología naval del referido pecio del s. I a.C. nos ha servido para considerarlo como la última evidencia de las prácticas de una arquitectura naval propia de los indígenas de la Península Ibérica justo en el momento final de su desaparición, cuando las tradiciones constructivas que llegan con fuerza de *Narbo* en el cambio de Era y el s. I acabarán borrando del registro arqueológico de la arquitectura naval, cualquier traza de esa tradición peninsular previa.

20.3.1. EL MODELO DE COMERCIO DE BINISSAFÚLLER

Desde la llegada de los griegos y con anterioridad al periodo helenístico, el comercio en la Península Ibérica no parece basado en un modelo de aventureros que

viajan de puerto en puerto en ruta circular, vendiendo y comprando mercancías. Este modelo no es el que ejemplifica *Binissafüller* y pensamos que este pecio está más en la línea de una organización ejemplar como la que describe el plomo hallado en Empúries²⁹⁷ (Sanmartí, Santiago 1985) datado a finales del s. VI a.C. El texto presenta un escenario donde el comerciante no arriesga ni su barco, ni su capital (Nieto 2004: 21), mensaje semejante al texto del plomo de *Pech-Mahó* (Lejeune, Pouilloux 1988) y que hace pensar en una organización del comercio moderna, preestablecida y/o pactada y que podría abarcar para estos casos, desde el Golfo de Valencia (con el yacimiento de *Arse*) hasta *Massalia*, Cerdeña²⁹⁸ y quizás incluso Etruria.

El cargamento homogéneo de *Binissafüller* es muy particular ya que las ánforas (con restos de pepitas de *Vitis vinifera*) son de una tipología y pasta ibérica, a la vez que parece un transporte destinado a un único comprador u operación comercial (comercio preestablecido) y no a un comercio de redistribución de productos por la costa. El cargamento homogéneo de más de 450 ánforas presumiblemente ibéricas (Fig. 503) de *Binissafüller* nos indicaría claramente un puerto de partida en la Península. A su vez, la localización de un pequeño lastre cuya identificación petrológica²⁹⁹ lo sitúa en Cerdeña, abre la puerta a sostener que existía un comercio marítimo organizado entre estas dos zonas geográficas. *Binissafüller* no se hundió en su primer viaje y atestigua un contacto organizado con varios barcos entre la Península y la zona centro-mediterránea de la que desgraciadamente no tenemos más evidencias arqueológicas.

Queremos recordar que en la organización del comercio marítimo se definieron unas rutas principales basadas en el apriorismo de que un viaje de ida comporta necesariamente uno de vuelta (Nieto 2004: 18). El mundo ibérico debió aportar mercancías para el viaje de retorno, si bien es imposible detectar un tráfico comercial que no deja rastros arqueológicos, como puede ser el caso de los cereales o leguminosas, la miel o el queso, la lana o tejidos, los animales, las pieles o los esclavos (Nieto 2004: 20). Hemos mencionado anteriormente que arqueológicamente son indetectables yacimientos con cargamentos perecederos (*Vid. supra* p. 96) y que son necesarias las mercancías para el viaje de retorno: los barcos que llegaban a la Península Ibérica y vaciaban sus bodegas por la venta de productos requerían de otros de productos de producción local para poder volver con una navegación segura a su puerto de salida. ¿Qué exportó el mundo ibérico? ¿Miel, lana, tejidos? El rastro de lo ibérico ha sido indetectable arqueológicamente hasta la fecha, salvo por el caso de *Binissafüller*.

²⁹⁷ Se describe como un comerciante de Massalia (epicentro comercial) se dirige a un subordinado en Empúries, para que entre en contacto con un mercader de *saigantheo*. Le propone enviarle un cargamento y le especifica cómo se repartirán los beneficios.

²⁹⁸ El lastre del pecio de *Binissafüller* proviene de allí, lo que atestiguaría una línea comercial.

²⁹⁹ Comunicación oral de Aguelo durante los estudios.

Los barcos ibéricos entre el s. VI a.C. y IV a.C. debieron ser embarcaciones menores como las de *Mazarrón*, no tanto relacionadas con el comercio marítimo de envergadura sino con pequeños trayectos costeros de cabotaje o como máximo de gran cabotaje (Península, Ibiza, Menorca, Cerdeña) como ilustraría *Binissafüller*.

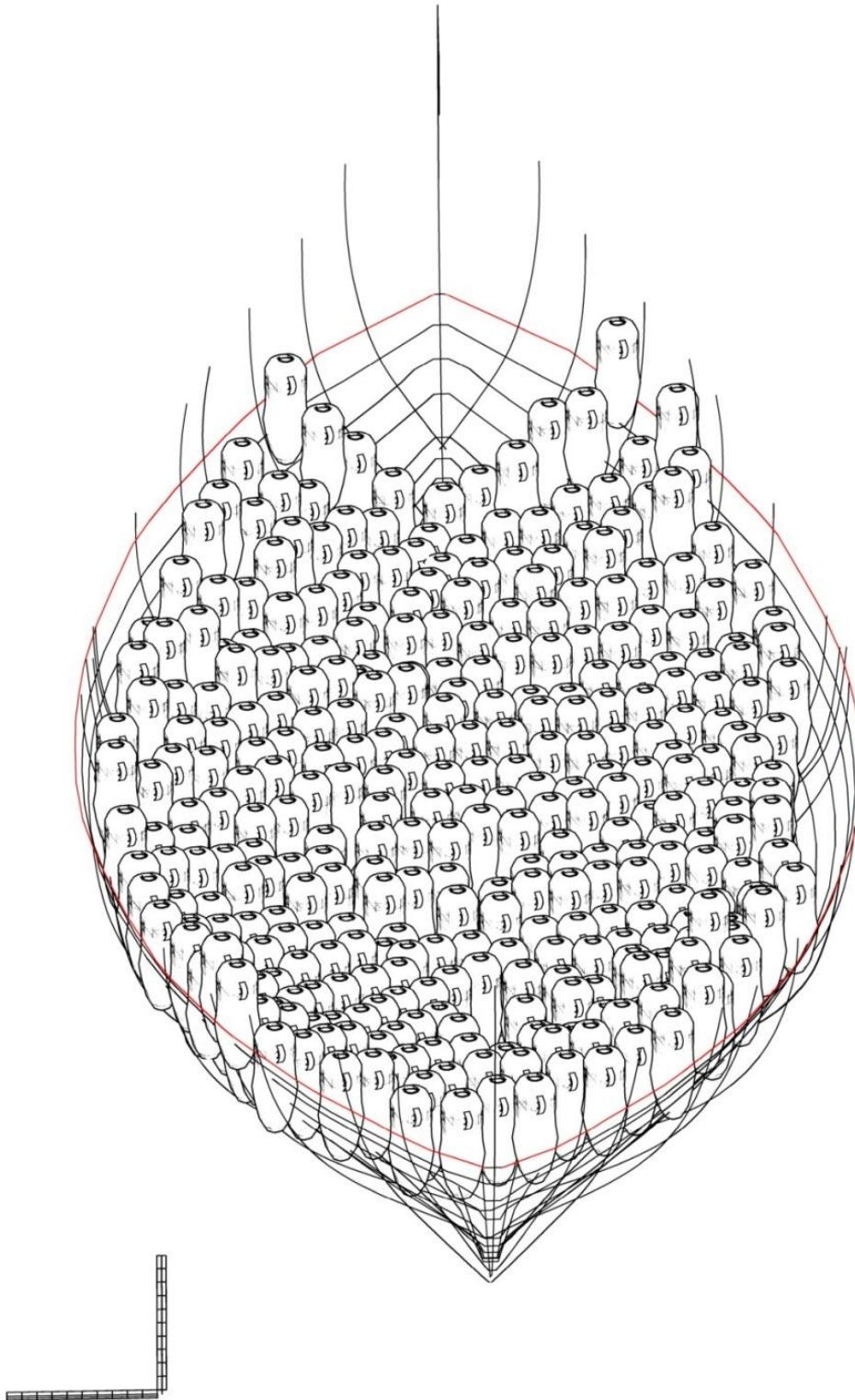


Fig. 503.- Representación ideal del cargamento homogéneo estimado en 450 ánforas ibéricas en una nave de 13 m de eslora (Dibujo: Autor)

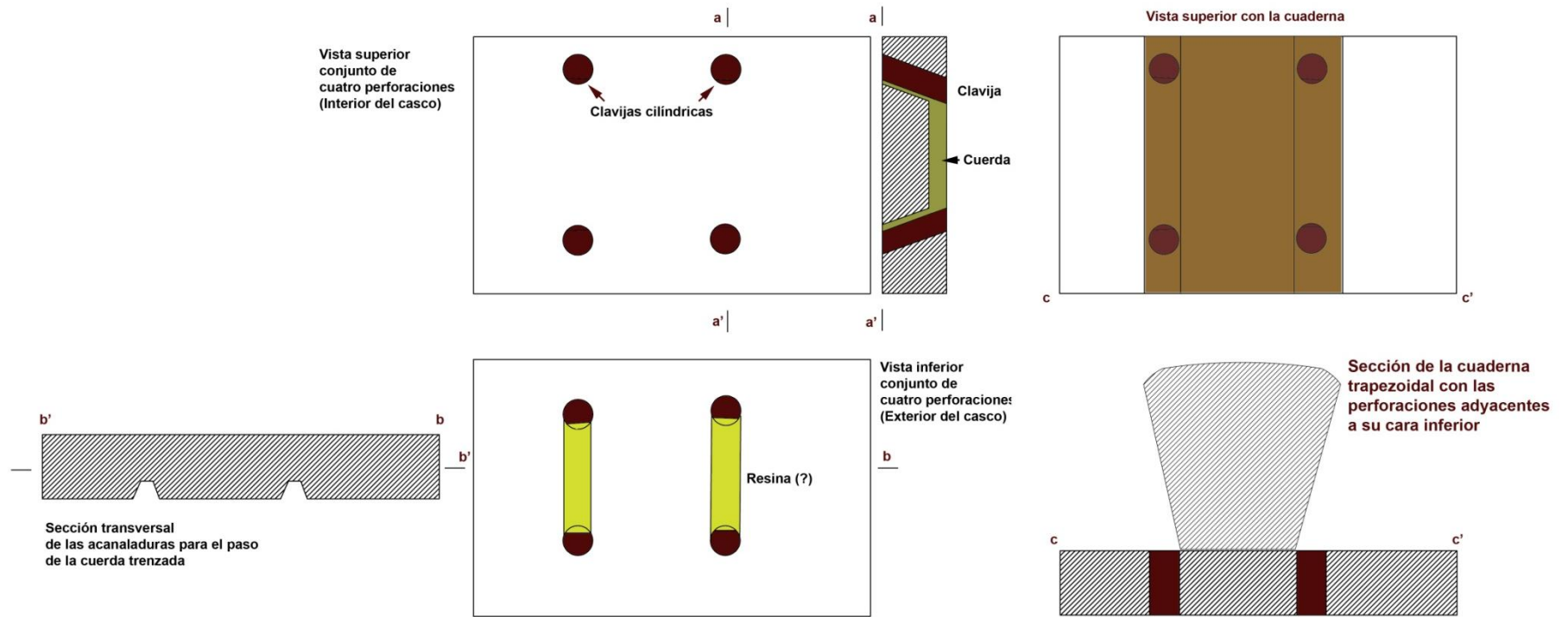


Fig. 504.- Dibujos esquemáticos de la técnica de atado de las cuadernas documentada en *Binissafüller*. Cuatro perforaciones colocadas adyacentes a la base de la cuaderna (sección c-c') atraviesan las tracas de forro con un pequeño ángulo (sección a-a'). En la cara externa del casco se practican unas acanaladuras (sección b-b') para alojar a las fibras vegetales quedando así protegidas. (Dibujo: Autor)

21. ROMA, SUS TERRITORIOS Y LA ARQUITECTURA NAVAL PÚNICA

Antes del s. III a.C. Roma no podía ser considerada como una gran potencia naval (militar y/o comercial). Poco sabemos de la arquitectura naval propia de las naves de los latinos y tan solo podemos teorizar que sería subsidiaria de la etrusca (Fig. 74), que como hemos señalado con anterioridad, se trataría a su vez de una tradición que por los avatares históricos y los contactos culturales debió estar fuertemente marcada por la púnica del Mediterráneo Central (*Vid. supra* p. 609).

21.1. LOS PRECEDENTES

El pecio *Kyrenia* en el Mediterráneo Oriental marca el final de un periodo y a la vez el inicio de otro por lo que se refiere a la evolución de la arquitectura naval y sirve a nivel teórico para definir a la *familia arquitectural helenística-republicana*. Prácticamente todas las características del referido pecio las encontraremos en el resto de pecios de su familia:

- Líneas pinzadas del casco
- Quilla con alefriz con encaje
- Tracas de aparadura de sección poligonal (dichas a *à retour de galbord* es decir, “tracas de aparadura retorcidas hacia afuera”),
- Alternancia entre varengas y semicuernas.
- Protección del casco por forro externo de láminas de plomo,
- Carlinga del mástil encastrada en la carpintería transversal.

El fondo pinzado y la presencia de un alerón de deriva en este pecio³⁰⁰, permiten que la navegabilidad y velocidad del barco sea excelente, algo de gran importancia en unos trayectos marítimos que eran muy inseguros por la piratería, justamente como ejemplifica el pecio de *Kyrenia* que fue hundido por un ataque según se interpretan las marcas de fuego en el casco y la presencia de punta de flecha clavadas en maderas (Katvez, Katvez 1974: 622). Quizás la piratería fuese un catalizador y pudiera también haber influido en el diseño de las líneas de agua de barcos muy rápidos y maniobrables, característicos del periodo helenístico republicano (*Vid. supra* p. 585) siendo por ello naves más alargadas que las del periodo posterior imperial.

³⁰⁰ Así como en otros del periodo

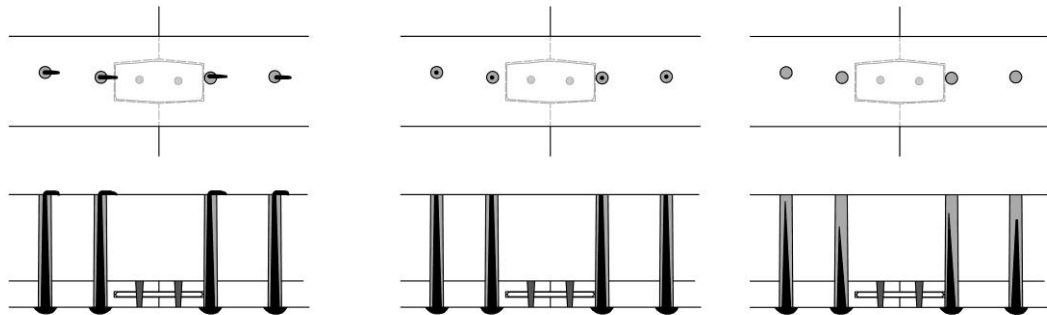


Fig. 505.- Esquema teórico en planta y sección de una cuaderna unida al casco por tres tipos de una misma técnica: cabillas de madera que hacen de taco guía a clavo metálico con la punta retorcida; cabillas de madera que hacen de taco guía a clavo metálico con la punta saliente; cabillas de madera que hacen de taco guía a clavo metálico con la punta perdida. Nos hemos basado en pecios como *Jeune Garde B*, *Cap Gros* o *Titan* (Dibujo: Autor)

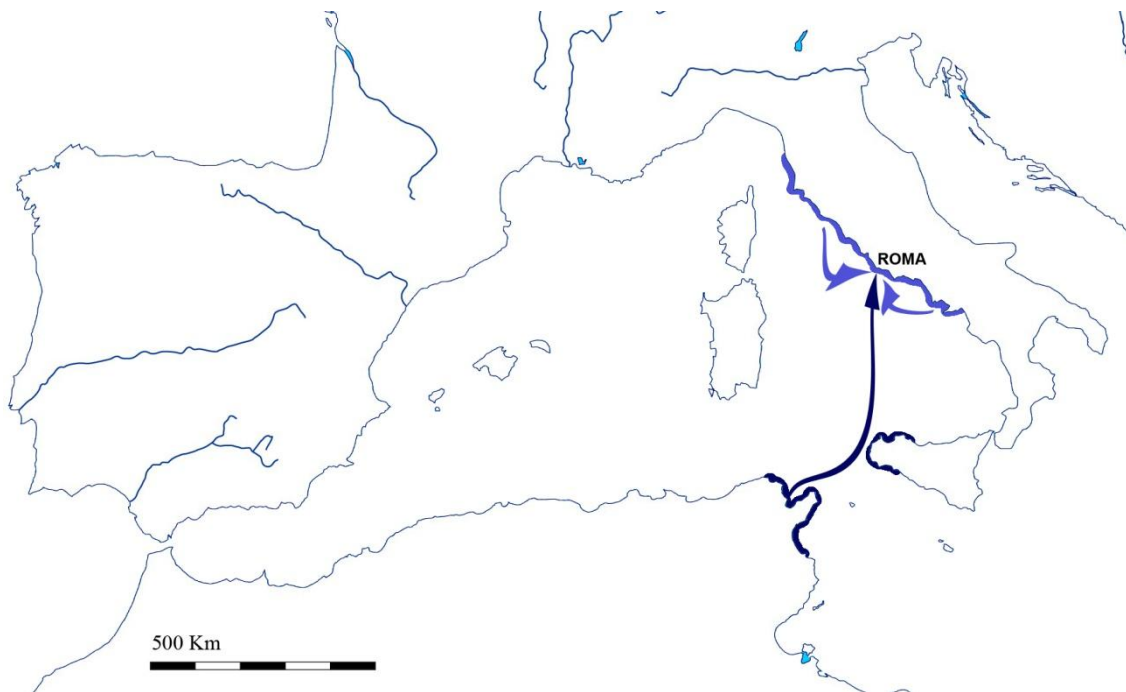


Fig. 506.- Claras influencias en la Roma Republicana de las tradiciones etruscas y púnicas de arquitectura naval.

Es de nuestro interés traer a colación el pecio del Mediterráneo Oriental de *Kyrenia*, puesto que el sistema que utiliza para la unión de la carpintería transversal con el casco es la utilización de cabillas de madera que hacen de taco guía a clavos metálicos que sobresalen por la cara superior de la cuaderna y cuyas puntas se retuercen para “graparlos” a la referida cara superior (Fig. 505). No podemos ver a esta técnica más que como la evolución lógica de la técnica empleada en el s. V a.C. (Fig. 495) atestiguada en varios pecios arcaicos como *Grand Ribaud F* y que hemos interpretado ya como de origen púnico y que se convertirá en la hegemónica durante el s. III y II a.C.

La presencia en el s. III a.C. de las cabillas de madera que hacen de taco, para mejorar la técnica de unión que existía anteriormente por medio de clavos simples tiene varias interpretaciones en la bibliografía que van desde que la cabilla fabricada en una

especie vegetal rica en taninos (p.e. roble) podría reducir la oxidación natural de los clavos de hierro en medio marino a otras que se basan en mejorar la estanqueidad de la junta, siendo nuestra opinión que el objetivo principal es evitar a toda costa que existan holguras en las juntas de unión de la carpintería del casco con las cuadernas³⁰¹, reflexión basada en nuestras observaciones durante el proceso de construcción del modelo experimental (*Vid. supra* p. 530). En la navegación, cuando las condiciones son verdaderamente adversas, las torsiones multidireccionales que sufre el barco provoca que la carpintería transversal se arranque literalmente del casco, debilitándose la estructura, por lo que en la antigüedad se buscaron soluciones variadas.

21.2. ROMA, POTENCIA NAVAL COMERCIAL Y MILITAR

Como se ha señalado en el epígrafe correspondiente (*Vid. supra* p. 176) el contexto histórico relativo a la Primera y Segunda Guerra Púnica reviste especial importancia ya que en menos de un siglo, el mundo romano pasa de ser un agente secundario en la construcción naval a ser quienes aglutinen el saber técnico de magnogrecos, griegos occidentales y púnicos. Este compendio de conocimientos arquitecturales y náuticos ya en época imperial debió estar depositado en el importante *Collegia* de los *Fabri Navales* situado en *Ostia Antica*, con un templo propio y una espléndida sede social en la Escuela de Trajano. Los acontecimientos bélicos entre púnicos y grecoitalicos se saldarán con la victoria de Roma quienes ajenos en un principio a las técnicas y avances de *arquitectura naval de estado*³⁰² de Cartago, llegarán a ser capaces de construir flotas con rapidez, adaptando las técnicas militares del combate naval a sus propias circunstancias, para contar con una ventaja sobre su enemigo.

³⁰¹ Para realizar la técnica que nos ocupa de cabillas de madera que hacen de taco a clavos metálicos es necesario que exista una praxis bien definida entre el diámetro de la perforación vertical que se le hace a la cuaderna y al casco y el diámetro de la cabilla troncocónica de fijación, que debe ser ligeramente inferior al de la perforación, para que el clavo que la atravesará la dilate al máximo haciendo la unión lo más fuerte posible, pero sin llegar a producir fisuras, grietas o roturas en la madera. La cabilla por otra parte será algo cónica con su diámetro máximo en la base inferior, la coincidente con la traca de forro. Sencillo de explicar complejo de realizar. Esta técnica requiere en realidad de un ejercicio preciso y bien aprendido para que funcione. La conexión entre la traca y la cuaderna será muy fuerte quedando casi en segundo lugar en importancia si la punta del clavo es retorcida, saliente o perdida.

³⁰² Basch plantea en un artículo específico las características propias de una construcción naval de estado, diferenciándolas de la privada (Basch 1998: 22)

Presencia de técnica unión por clavos y cabillas según periodo

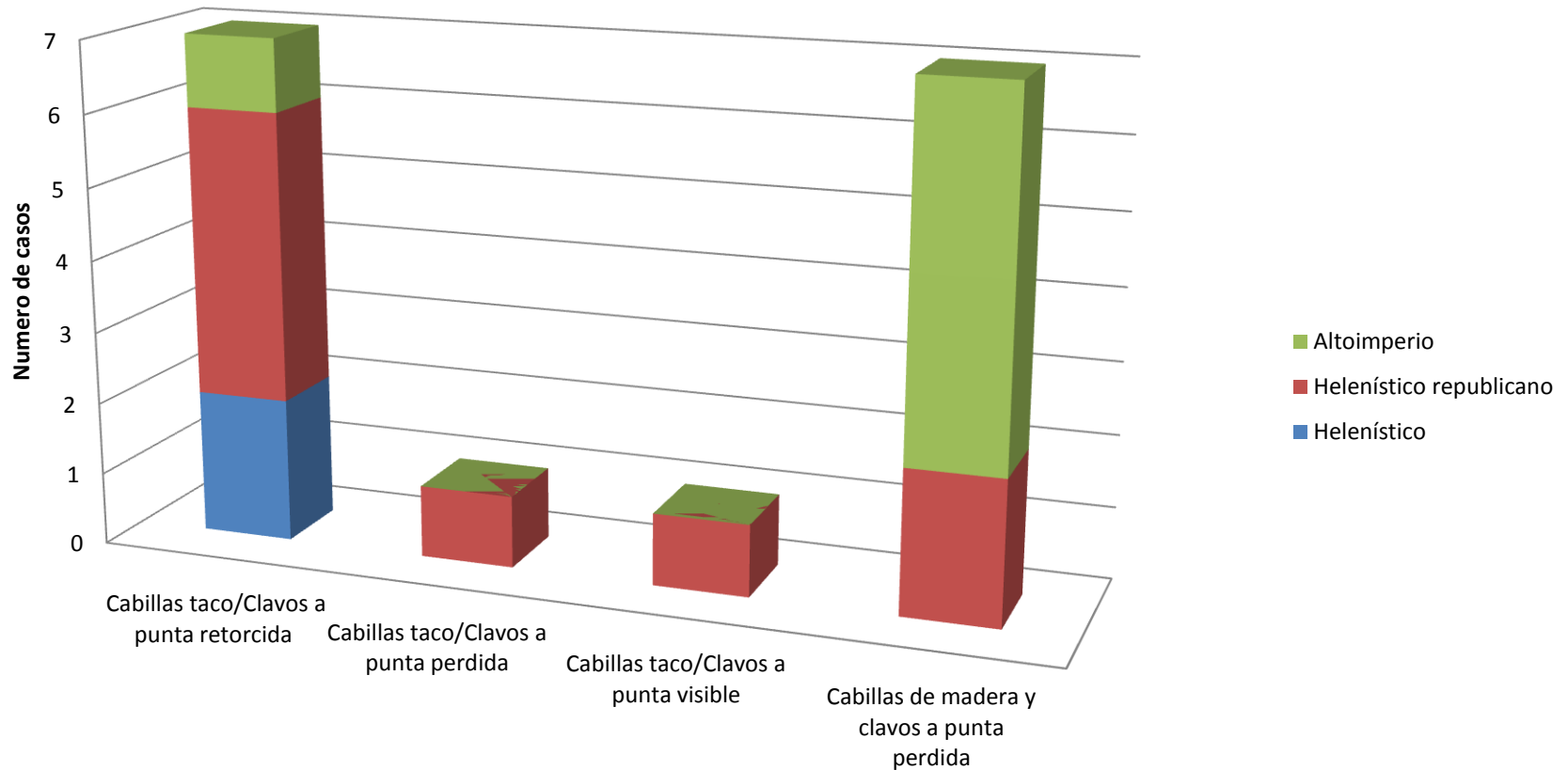


Gráfico 6.-Distribución de las diversas técnicas de unión de las cuadernas al casco mediante cabillas de madera que hacen de taco a clavos metálicos y la técnica que utiliza cabillas de madera alternándose con clavos metálicos a punta perdida. La interpretación es que esta última técnica se da desde finales del periodo republicano, para desbancar en importancia a las anteriores en el periodo imperial.

Nombre del yacimiento	Periodo	Unión de las cuadernas al casco
<i>Marsala y Sister Ship</i>	Helenístico	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida
<i>Baie de Briande</i>	Helenístico	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida
<i>Colonia Sant Jordi</i>	Helenístico republicano	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida
<i>Caveaux I</i>	Helenístico republicano	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida
<i>Jeune Garde B</i>	Helenístico republicano	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida
<i>Chrétienne A</i>	Helenístico republicano	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida
<i>Cap Gros</i>	Helenístico republicano	Cabillas de madera que hacen de taco a clavos a punta perdida
<i>Titan</i>	Helenístico republicano	Cabillas de madera que hacen de taco a clavos a punta visible
<i>Madrague de Giens</i>	Helenístico republicano	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Dramont A</i>	Helenístico republicano	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Sud Lavezzi 5</i>	Altoimperio	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida
<i>Albufereta I</i>	Altoimperio	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Giraglia 1</i>	Altoimperio	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Napoli A</i>	Altoimperio	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Saint Gervais 3</i>	Altoimperio	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Bou Ferrer</i>	Altoimperio	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Napoli B</i>	Bajoimperial	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Napoli C</i>	Bajoimperial	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Fiumicino 1</i>	Bajoimperial	Cabillas de madera que hacen de taco a clavos a punta visible
<i>Pomègues</i>	Bajoimperial	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Laurons IV</i>	Bajoimperial	Cabillas de madera y clavos a punta perdida

Tabla 36.- Resumen comparativo de los pecios que presentan cabillas de madera que hacen de taco guía y pecios que alternan cabillas y clavos a punta perdida en relación con su periodo.

En este contexto histórico pensamos que se dio una aculturación de las técnicas de construcción naval, conocimiento del medio marino y la navegación desde las ciudades griegas hacia la ciudad de Roma, pero sin duda revistió aún mayor importancia la “aculturación indirecta” de la arquitectura naval púnica hacia la “romana” ya que los astilleros de Roma y sus aliados, reproducirán como un clon para su propia flota un modelo de nave militar cartaginesa capturada en el 260 a.C. tal y como nos describe Polibio (I, 20.13). Todo el saber en arquitectura naval de Cartago estaba depositado en sus naves de guerra, como construcciones de estado que Roma copiará y hará suyas reconociendo la superioridad arquitectural de lo púnico frente a las naves militares de su herencia naval etrusca. Recordemos ahora (*Vid. supra* p. 32) como Catón, sobre el 200 a.C. define la técnica de ensamblaje de tablas mediante espigas y mortajas como “junta al estilo púnico”, *punicana coagmenta*, y recordemos también la técnica de unir la carpintería transversal al casco en la nave militar de *Marsala* (*Vid. supra* p. 180) estaba basada en cabillas de madera que hacen de taco o guía para clavos metálicos a punta retorcida (Fig. 505), tradición que ya hemos mencionado anteriormente como también de origen púnico (*Vid. supra* p. 609). Pensamos que esta tradición de construcción naval será la que pasará a ser la propia de los romanos, entendidos como los de la ciudad de Roma y sus territorios latinos, digámoslas “oficiales”, es decir las más usadas en el Lacio por los carpinteros de ribera desde un momento en torno al segundo cuarto del s. III a.C. y durante toda la Antigüedad. No contamos con los elementos para pronunciarnos en el nivel de detalle para poder establecer en qué medida o porcentaje la simbiosis de la arquitectura naval púnica y la etrusca dieron como resultado una tradición híbrida romana en el Lacio, lo que si podemos es afirmar que esta tradición romana de arquitectura naval es fruto de una herencia donde lo púnico es la parte más importante.

21.3. LA EVOLUCIÓN DE LA TÉCNICA PÚNICA

El análisis de los datos de nuestro *corpus* nos ha llevado en primer lugar a considerar leves variantes de una misma técnica a la utilización de cabillas de madera que hacen de guía o taco a un clavo metálico, pensamos de origen púnico universalizada quizás en el s. III a.C. Esta técnica irá perdiendo importancia en los astilleros itálicos hacia el s. I a.C. para acabar siendo prácticamente desbancada por la utilización de cabillas de madera que se alternan con clavos metálicos a punta perdida (Gráfico 6 y Tabla 36). En este discurso podemos traer a colación tres de los pecios a los que podemos asignar un origen geográfico a su arquitectura naval como *arquitecturas navales directoras*: La *Madrague de Giens* (Tabla 33), las naves de *Nemi* y por último con gran probabilidad de que sea una arquitectura naval del lacio, la nave *caudicaria* tardoromana de *Fiumicino I*.

En el primer caso del s. I a.C. *La Madrague de Giens* (*Vid. supra* p. 243) nave de gran porte con capacidad de carga superior a 400 t (Pomey 1982: 146; Pomey, Rieth 2005: 164) encontramos que para una arquitectura de origen napolitano (Guibal, Pomey 2009: 222-225) propiedad de un importante armador campano, la técnica que utiliza el astillero de construcción para la unión de las cuadernas al casco es la de cabillas de madera que se alternan con clavos metálicos a punta perdida (Fig. 174-a). Está técnica parece la evolución de la utilización de cabillas troncocónicas de madera para unir las cuadernas al casco (Fig. 507) pero ahora en barcos de doble casco, en los que el clavo a punta perdida realmente se convierte en el “conector” de los dos forros y las cuadernas

(Fig. 508), repitiéndose la técnica ya en época imperial en barcos de menor tonelaje de porte relativo y ya con un solo casco (Fig. 508).

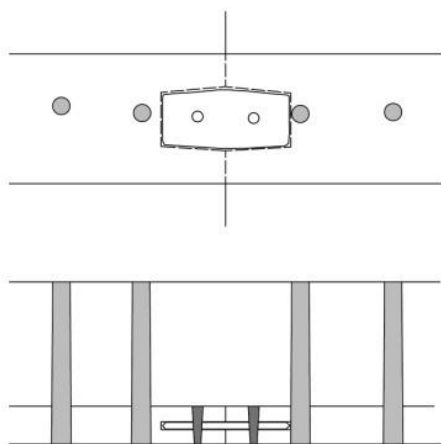


Fig. 507.- Visión esquemática en planta y sección del sistema de unir las cuadernas al casco basado en cabillas troncocónicas colocadas desde el exterior del casco (Basándonos en *Cap Bénat 2*).

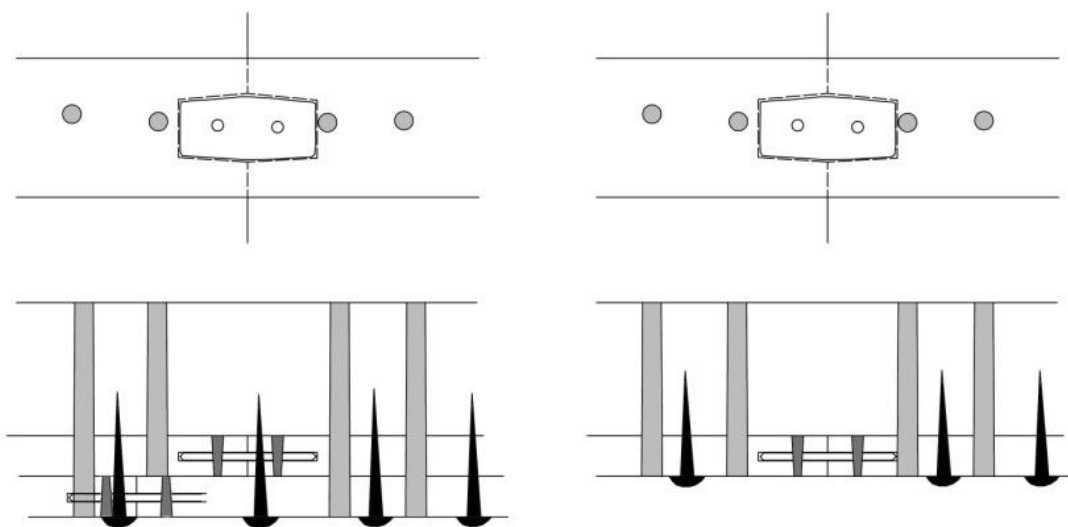


Fig. 508.- Visión esquemática en planta y sección del sistema de unir las cuadernas al casco basado en cabillas troncocónicas colocadas desde el exterior del casco con la ayuda de clavos a punta perdida en el caso de doble casco (Basándonos en *La Madrague de Giens*) y en el caso de casco sencillo (Basándonos en *Albufereta 1*). (Dibujo: Autor)

Esta técnica no es la que encontramos en el entorno de la ciudad de Roma. Ya sea por una influencia etrusca que no llegó a *Neapolis* o ya fuese por una influencia púnica en la misma Roma, la técnica que encontramos en la zona latina es la de cabillas que hacen de taco guía a clavos metálicos a la que nos hemos referido anteriormente. Solo algo más al norte de *Neapolis*, en el Lacio, encontramos que en las *Naves de Nemi* del s. I d.C. (Vid. *infra* p. 672) construidas seguramente por carpinteros de ribera latinos, la técnica que han utilizado para unir las cuadernas al casco es la de cabillas que hacen de taco guía a clavos metálicos (Fig. 509). Esta técnica está ya en vías de perder

representatividad (Gráfico 6 y Tabla 36) ya que no aparece con profusión en el periodo imperial pero vuelve a aparecer en el registro arqueológico en la construcción local de la nave de *Fiumicino 1*.

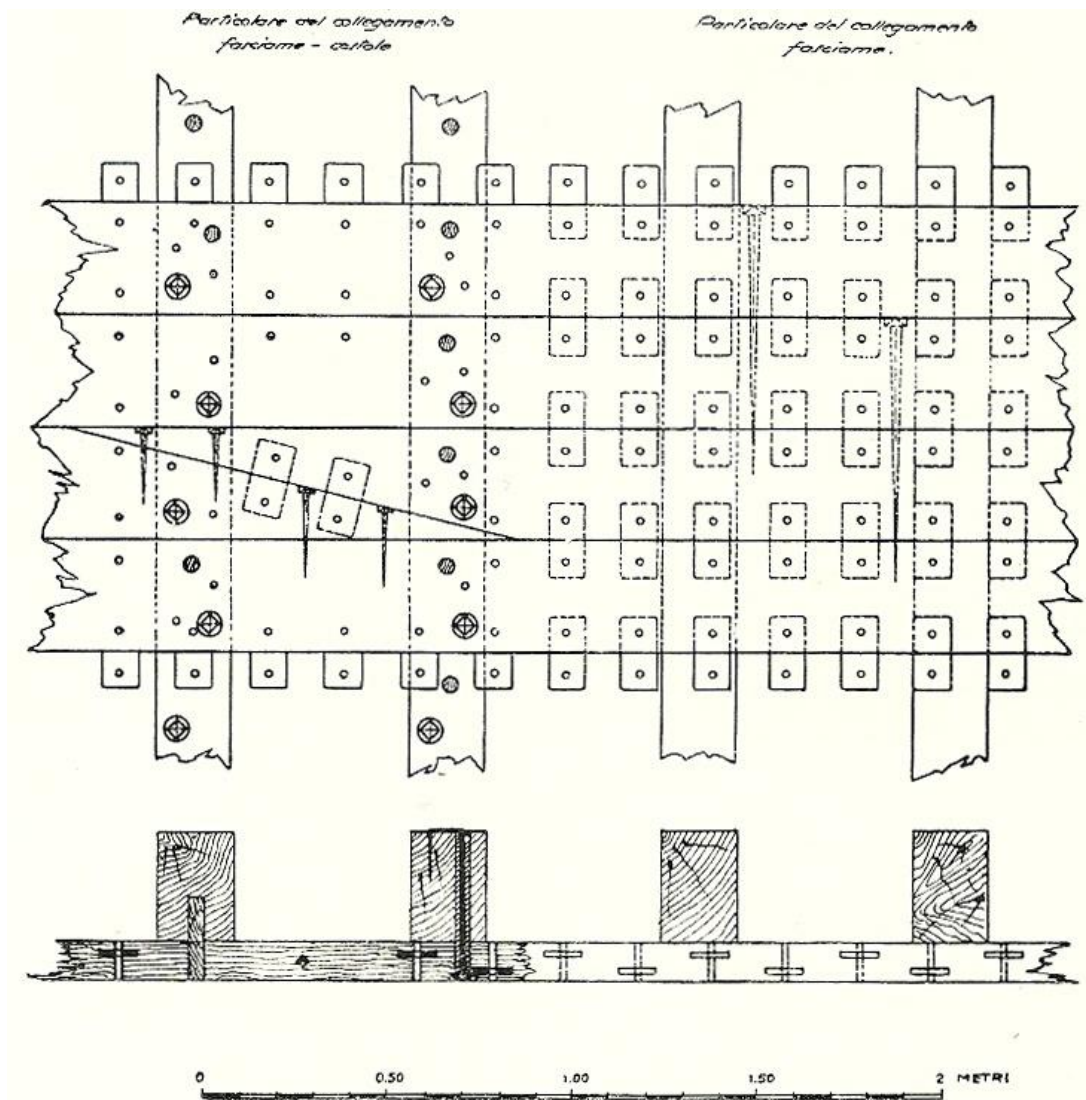


Fig. 509.- Esquema básico de las características de las uniones en los barcos de *Nemi*. Las mortajas en las caras laterales de las espesas tracas de forro están colocadas de manera alternante o a tresbolillo; Las cuadernas se unen al casco por cabillas de madera que hacen de guía o taco a clavos de hierro colocados desde el exterior y que presentan la punta retorcida y grapada a la cara superior de las cuadernas. (Ucelli 1950: fig. 152)

Continuando con nuestro discurso sobre la influencia de la arquitectura naval púnica sobre la que será la romana republicana queremos traer a colación un dato muy particular y es la presencia de tracas de forro de diverso grosor³⁰³ en los pecios de *Chrétienne A* y *Baie de Briande*. Queremos poner en relación esta característica tan particular con el pecio púnico de *Marsala* al que ya nos hemos referido, donde se documentó que la sección de varias de sus tracas de forro eran casi trapezoidales, algo que Frost interpretó como un tipo de *spray deflectors* (Fig. 112) para mantener libre de salpicaduras de agua la cubierta de la nave de guerra, elemento que parece propio de las tradiciones de arquitectura naval atlántica de la construcción a casco primero mediante la técnica de tingladillo y que los fenicios seguramente aprendieron en sus incursiones en el océano. La presencia de estos *spray deflectors* tendría consecuencias en el comportamiento del casco en navegación por el rozamiento contra el agua que producen. En dos casos bien documentados como son el *Chrétienne A* y *Baie de Briande* presentan una serie de tracas de forro de varios espesores que recuerdan enormemente a los mencionados *spray deflectors* púnicos y no creemos que sea una casualidad que ambos pecios compartan la misma técnica de unión de las cuadernas al casco (Tabla 37), consistente en cabillas de madera que hacen de taco o guía a clavos metálicos introducidos desde el exterior del casco (Fig. 505). Pensamos este es otro elemento dentro de nuestra interpretación de la influencia púnica en la arquitectura naval romana de los s. II-I a.C. Ésta es claramente una herencia de sus acérrimos enemigos, los púnicos.

Si todos estos elementos arqueológicos a los que nos hemos referido los situamos en el eje cronológico, nuestra interpretación es que la arquitectura naval latina estuvo fuertemente influenciada por la cartaginesa tras las Primera Guerra Púnica donde Roma copió los modelos militares de Cartago. Las técnicas aprendidas por los latinos pasaron a formar parte del saber consuetudinario inmóvil de los *fabri navales* quedando trazas de algunas de sus técnicas en las naves construidas en el Lacio como pueden ser las de *Nemi* o *Fiumicino I*. Por motivos que no estamos en disposición de comprender, esta técnica que se dio con profusión en el periodo helenístico republicano en los astilleros de la Italia central y meridional irá quedando como residual en la época tardorepublicana, desapareciendo casi del registro con la llegada del periodo imperial, salvo por la excepción en nuestro *corpus* del *Sud Lavezzi 5* (Vid. *supra* p. 409).

³⁰³ Sin que podamos concretar cuantos pecios podrían presentar características parecidas, dado que es poco frecuente que se puedan hacer observaciones en la cara externa del casco en la excavación.

21.3.1. UNOS APUNTES SOBRE LOS BARCOS Y LA EXPORTACIÓN DEL VINO ITÁLICO

Respecto de los pecios republicanos que presentan un cargamento homogéneo de ánforas itálicas queremos señalar que el modelo de comercio al que pertenecen es el de comercio entre puertos principales sin que existan trasiegos en la carga u otras operaciones comerciales durante la ruta (Fig. 39). Ello lleva a argumentar que se trata de naves propiedad seguramente de armadores vinculados directa o indirectamente a esta línea de comercio de exportación del vino itálico. Por ello damos por sentado que los principales *negotiatores* relacionados con esta exportación estarían en la órbita del dinero y el poder, es decir en Campania y el Lacio, siendo de estas zonas donde por lógica se proveerían de los barcos para realizar sus negocios comerciales.

Si observamos los datos de la Tabla 37 vemos que pecios del s. II-I a.C. como *Chrétienne A*, *Baie de Briande*, *Cap Gros* o *Caveaux 1* que presentan la técnica de unión de la carpintería transversal al casco por medio de cabillas que hacen de taco a clavos metálicos, están todos ellos directamente relacionados con la exportación del vino itálico estibado en ánforas en varios pisos como cargamento homogéneo. Sin que podamos convertir este argumento en un dato numérico con índice de fiabilidad por los límites metodológicos que hemos ya señalado, es nuestra interpretación que se trata de barcos construidos en el entorno del puerto campano de *Puteoli* con unas técnicas constructivas ahora “romanas” y con la necesidad clara de que fuesen rápidos y de fácil navegar, siendo su puerto de destino un enclave que podría recibir el calificativo de principal (p.e. *Massilia*) con el calado y seguridad suficiente para las características arquitecturales de estos barcos con fondos pinzados, quillas prominentes y tracas de apadadura de sección poligonal, a veces incluso esculpidas.

El pecio de *Caveaux* comparte muchos elementos con *Chrétienne A* o *Baie de Briande*, pero presenta además la característica añadida de haberse utilizado el *Pinus leucodermis* para la construcción de las tracas del casco, lo que nos llevaría a proponer un origen en la región de Campania (Guibal, Pomey 2002: 100; 2003: 38) para el astillero que construyó este pecio (Tabla 38).

Nombre del yacimiento	Periodo	Forma en sección transversal quilla	Especie vegetal quilla	Líneas del casco	Unión de las cuadernas al casco	Unión carlinga carpintería transversal	Origen geográfico cargamento	Presencia pino bosnio
Marsala	Helenístico	Más alta que ancha	Pinus sylvestris type (Pino escocés)	Angulosas a retour de galbord	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida	Desconocido	Sin carga	No
Baie de Briande	Helenístico	Desconocida	Desconocida	Angulosas a retour de galbord	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida	Encastrada sobre la carpintería transversal	Greco itálico	No
Colonia Sant Jordi	Helenístico republicano	Desconocida	Desconocida	Desconocido	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida	Desconocido	Itálico	Desconocido
Caveaux I	Helenístico republicano	Desconocida	Desconocida	Angulosas a retour de galbord	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida	Encastrada sobre la carpintería transversal	Itálico	Si
Jeune Garde B	Helenístico republicano	Desconocida	Desconocida	Desconocido	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida	Desconocido	Greco itálico	No
Cap Gros	Helenístico republicano	Desconocida	Desconocida	Angulosas	Cabillas de madera que hacen de taco a clavos a punta perdida	Desconocido	Itálico	Desconocido
Chrétienne A	Helenístico republicano	Más alta que ancha	Pinus sylvestris type (Pino escocés)	Angulosas a retour de galbord	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida	Encastrada sobre la carpintería transversal	Itálico	Desconocido
Titan	Helenístico republicano	Más alta que ancha	Desconocida	Planas	Cabillas de madera que hacen de taco a clavos a punta visible	Encastrada sobre la carpintería transversal	Bético	Desconocido
Sud Lavezzi 5	Altoimperio	Desconocida	Desconocida	Planas	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida	Encastrada sobre la carpintería transversal	Sin carga	Desconocido
Fiumicino 1	Bajoimperial	Más alta que ancha	Quercus (Roble) sp.	Planas	Cabillas de madera que hacen de taco a clavos a punta visible	Encastrada sobre la carpintería transversal	Sin carga	No

Tabla 37.- Resumen de los pecios que presentan una técnica de unión de las cuadernas basada en cabillas que hacen de taco guía a clavo metálico.

Nombre del yacimiento	Periodo	Forma sección en transversal	Líneas del casco	Unión de las cuadernas al casco	Unión carlinga carpintería transversal	Origen geográfico cargamento	Presencia pino bosnio
Caveaux I	Helenístico republicano	Desconocida	Angulosas à retour galbord	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida	Encastrada sobre la carpintería transversal	Itálico	Si
Cavalière	Helenístico republicano	Más alta que ancha	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Encastrada sobre la carpintería transversal	Heterogéneo	Si
Rabiou	Cambio de Era	Más alta que ancha	Planas	Cabillas de madera verticales	Encastrada sobre la carpintería transversal	Itálico	Si
SM 24	Altoimperio	Más ancha que alta	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Encastrada sobre varengas	Desconocido	Si

Tabla 38.- Resumen de los pecios que presentan *Pinus leucodermis* en algún elemento de su arquitectura naval.

22. LA HERENCIA GRIEGA EN EL CAMBIO DE ERA

Una de las *firmas arquitecturales* mejor conocidas y trabajadas ha sido la caracterizada por un sistema de unión de las cuadernas al casco basada en ligaduras internas en bucle fijadas por cabillas que se alternan con cabillas aisladas (Fig. 510). Lejos de ser una técnica uniforme, presenta leves variaciones en su ejecución así como en la distribución de las ligaduras a lo largo de la carpintería transversal en unos barcos que a su vez presentan características diferenciadoras entre ellos. Como hemos señalado Pomey (2002c) consideró que la técnica en común de *ligaduras internas* era de suficiente relevancia como para aglutinar a este conjunto de pecios en una *firma arquitectural*, bien documentada arqueológicamente en la costa mediterránea francesa (Pomey, Rieth: 165-166). El estudio de detalle de esta técnica de ligaduras centró gran parte de la tesis inédita de Marlier, así como parte de la tesis de Wicha (2010) habiendo añadido nosotros al grupo de pecios conocidos (Cuadro sinóptico 4; Tabla 39) a ***Palamós*** cuya revisión de los dibujos de planta y sección en nuestro *corpus* de la tesis (*Vid. supra* p.238) nos permitió ponerlo en relación con este grupo de barcos naufragados en el mediodía francés.

El objetivo de nuestro estudio no reside en redundar en los mismos argumentos expuestos en unos excelentes trabajos previos³⁰⁴ sino hacer una puesta al día de la documentación a 2013 y profundizar así mejor en una interpretación del origen de la técnica y la adscripción geográfico-cultural de los astilleros que la utilizaban. Todo ello siempre sin perder la referencia que el particular pecio de ***Cap del Vol*** presenta esta técnica de ligaduras internas. El CASC ha hecho algunas revisiones también en ***Cala Cativa I*** que apuntan en la misma dirección, estando ambos barcos relacionados con la exportación del vino de la zona septentrional de la *Tarraconensis* (*Vid. infra* p.677) de gran interés para nosotros.

³⁰⁴ Tesis doctorales dirigidas por Pomey

Nombre del yacimiento	Periodo	Forma en sección transversal	Especie vegetal quilla	Líneas del casco	Unión de las cuadernas al casco	Unión carlinga carpintería transversal	Origen geográfico cargamento	Presencia pino bosnio
Tour Fondue	Helenístico	Más ancha que alta	Quercus ilex (Encina)	Redondeadas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Desconocido	Greco itálico	No
Roche Fouras	Helenístico republicano	Cuadrangular	Desconocida	Angulosas à retour de galbord	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Desconocido	Itálico	Desconocido
Plane I	Helenístico republicano	Desconocida	Desconocida	Angulosas à retour de galbord	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Encastrada sobre la carpintería transversal	Itálico	No
Cavalière	Helenístico republicano	Más alta que ancha	Pinus leucodermis (Pino bosnio)	Leve retour a galbord	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Encastrada sobre la carpintería transversal	Heterogéneo	Si
Cap Béar 3	Helenístico republicano	Más alta que ancha	Desconocida	Redondeadas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Encastrada sobre varengas	Heterogéneo	Desconocido
Dramont C	Helenístico republicano	Más ancha que alta	Quercus ilex (Encina)	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Desconocido	Itálico	No
Ilot Barthelemy B	Altoimperio	Cuadrangular	Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Desconocido	Tegulas	No
Port-Vendres 3	Altoimperio	Desconocida	Desconocida	Desconocido	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Desconocido	Sudgálico	Desconocido
Perduto 1	Altoimperio	Más ancha que alta	Desconocida	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Desconocido	Tarraconense	Desconocido
SM 24	Altoimperio	Más ancha que alta	Quercus sp. (Roble)	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Encastrada sobre varengas	Desconocido	Si
Baie de l'Amitié	Altoimperio	Más ancha que alta	Quercus sp. (Roble)	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Encastrada sobre la carpintería transversal	Bético	No
Cap del Vol	Cambio de Era	Más ancha que alta	Desconocida	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Encastrada sobre la carpintería transversal	Tarraconense	Desconocido

Tabla 39.- Resumen de los pecios que presentan una técnica de unión de las cuadernas basada en ligaduras internas bloqueadas por cabillas.

22.1. LOS PRECEDENTES

Para iniciar nuestro discurso queremos traer a colación un pecios al que podemos asignar con una alta probabilidad de corrección su astillero de origen: el pecio de la época arcaica **Jules Verne 9** (finales del s. VI a.C.). En este caso se trata de un barco armado por cosidos y ligaduras en el que se documentó (Fig. 30, p. 61) por primera vez una técnica de *ligaduras internas* en bucle bloqueadas por cabillas, con la presencia de una regata, canal o riostra que unía ambas perforaciones en la cara superior o dorsal de la cuaderna. Este canal servía para alojar la cuerdecita de atado quedando así protegida de las fricciones con otras tablas. Marlier recogió en su tesis el dibujo arqueológico de esta pieza realizado por Rival (CCJ-CNRS). Por ello, dentro de nuestro discurso sobre la adscripción de las *firmas arquitecturales* a espacios geográfico-culturales concretos podemos proponer que los griegos focenses procedentes de la Península de Anatolia asentados en el emporio *Massalia* y desde donde fundaron otros asentamientos en el mediterráneo occidental, conocían y empleaban esta técnica de ligaduras, llamémosla griega, para unir la carpintería transversal al casco, si bien hemos de señalar que no era la técnica principal utilizada en el **Jules Verne 9** (510 a.C.).

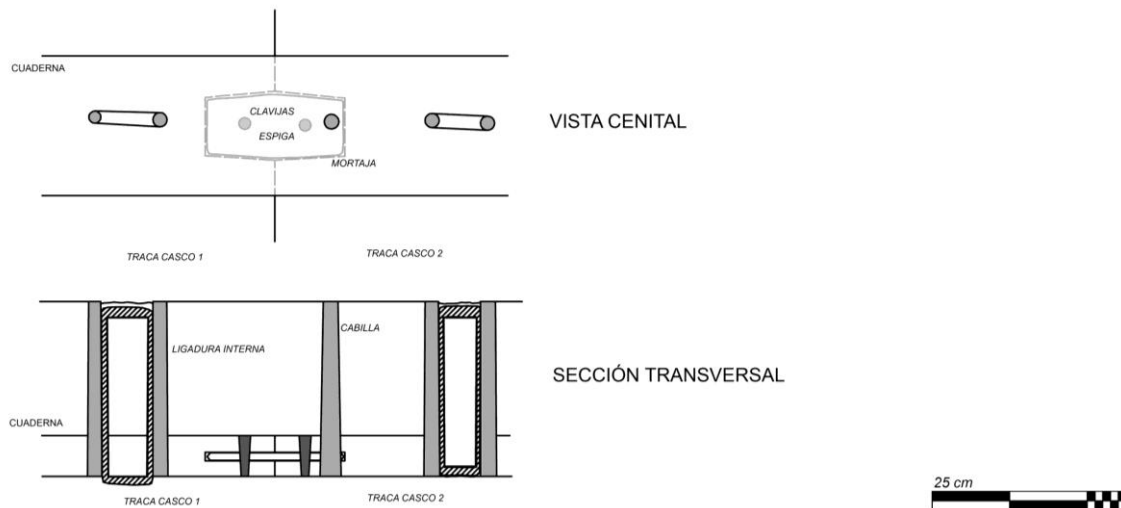


Fig. 510.- Tipología básica de los tipos de uniones de las cuadernas con el casco constatados en el corpus de nuestro trabajo (Dibujo: Autor)

Sin embargo las técnicas de cosidos y atados desaparecen rápidamente de la arquitectura naval jonio massaliota como atestiguan **Jules Verne 7** y **Cesar 1**, apareciendo la técnica de clavos a punta retorcida en cascos armados a espigas y mortajas como la elección de los astilleros de *Massalia*, algo que certificará también el **Grand Ribaud F** y que nosotros hemos puesto en relación con una influencia de la arquitectura naval púnica.

En el 537 a. C. los focesos libraron una batalla naval en Alalia (colonia focense en la costa oriental de Córcega, frente a Etruria) contra una armada conjunta de etruscos y cartagineses por el control de las líneas del comercio marítimo basadas en el asentamiento de emporios. Fue una victoria pírrica para los jonios ya que cuarenta de sus naves fueron destruidas y las restantes quedaron inservibles. Ello marcó el comienzo del retroceso de los griegos en el Mediterráneo Occidental lo que permitió poco a poco un mayor papel comercial a los cartagineses. En la segunda mitad del s. VI a.C. muchos

de los emigrantes de Alalia se desplazaron a *Massalia* y otros a *Reghion*, colonia griega situada en la punta meridional de la península de Calabria en las faldas del Aspromonte, lugar estratégico por el control del Estrecho de Mesina, con lo que ello comporta a nivel comercial. Los focenses desde allí, en la región de Lucania se dirigieron *Hyele* (Velia) que fue una de las principales colonias griegas de la Magna Grecia en el Tirreno (Fig. 511). Fue una colonia focense fundada por los griegos huidos de Anatolia para no quedar bajo el dominio persa, en la época de la conquista de Jonia por el general Harpago (544 a.C.)

Cronológicamente tras estos acontecimientos (510 a.C.) están datados los pecios de la plaza Jules Verne así como el pecio massaliota con cargamento etrusco de **Grand Ribaud F** (515-470 a.C.). En ninguno de ellos se documentó la técnica de *ligaduras internas* que ahora nos ocupa.

La técnica de ligaduras aparece de nuevo en el registro arqueológico en el s. III a.C. para la unión con el casco de una pieza interpretada como el soporte de un escudo en el pecio militar de **Marsala** (Tabla 40) nave que tenía aparentemente su espacio de actuación militar en la costa de Sicilia y el Tirreno.

Pero será justamente en otro de los pecios a los que podemos asignar un origen geográfico para su arquitectura naval (Tabla 33), situado en este caso en torno a *Massalia*, donde volveremos a encontrar la técnica de *ligaduras internas* en bucle bloqueadas por cabillas, esta vez omnipresente para unir la carpintería transversal al casco. Es el pecio de **Tour Fondue** (250-225 a.C., Península de Giens, Francia) un pequeño barco de redistribución en un espacio náutico costero culturalmente griego massaliota, con unos 10 m de eslora y 10 t de porte (Wicha 2010: 41) siendo la primera evidencia arqueológica de arquitectura naval en un periodo caracterizado ya por el control por Roma de las rutas italianas desde Sicilia y el Sur de la Península Itálica pasando por Cerdeña y Córcega. Su cargamento procedía de la Magna Grecia y desde un puerto principal, seguramente *Massalia*, este barco participaba de la redistribución a establecimientos menores dependientes del referido puerto. Es para nosotros de gran interés que se trate de una embarcación menor, de redistribución y que estuviese relacionada con una navegación de cabotaje desde el puerto principal de *Massalia* puesto que ello nos ha permitido sostener que su astillero de construcción estuvo en el ámbito cultural jonio massaliota habiendo considerado a **Tour Fondue** como una *arquitectura naval directora* en nuestro trabajo (*Vid. supra* p. 605). Ello no está justificado únicamente en el tipo de productos comercializados puesto que pudiendo ser un indicador de procedencia cultural, nunca puede tomarse como un argumento definitivo. Nos basamos fundamentalmente en su espacio de navegación, circunscrito al ámbito del puerto de *Massalia* (Long, Pomey 1992).

En este pecio no encontramos, según la línea que habíamos trazado de hibridación entre lo griego y lo púnico, la utilización de los clavos a punta retorcida y que posteriormente a finales del s. IV a.C. utilizan ya cabillas como taco guía para la unión de la carpintería transversal a la casco. Muy al contrario y de manera completamente diferenciada, **Tour Fondue** utiliza la referida técnica de *ligaduras internas*, “griegas” según nuestra denominación, para unir las cuadernas al casco de la nave.



Fig. 511.- Principales ciudades de la Magna Grecia con sus lenguas; en morado áreas ocupadas por los jonios. Extraído de la Wikipedia a partir de Roger D. Woodard (2008), "Greek dialects", en: *The Ancient Languages of Europe*, ed. Roger D. Woodard, Cambridge University Press, p.51, Cambridge.

¿Por qué anteriormente hemos hecho referencia a la huida de los emigrantes focenses de Alalia y a las ciudades jonias de la Magna Grecia, en Campania y Calabria? Como si de piezas de un puzzle se tratase los datos arqueológicos van cuadrando poco a poco. El siguiente pecio de ca. 100 a.C. en el que se documenta de manera generalizada la utilización de la técnica de ligaduras internas es en el pecio de *Cavalière* (Charlin, Gassend, Lequément 1978). Tiene especial interés puesto que sin que podamos asignarle un origen claro a su astillero, hemos señalado con anterioridad que la presencia de *Pinus leucodermis* (Tabla 38) en su arquitectura naval, utilizado en quilla, tracas, cuadernas, palmejar y carlinga (Rival 1991: 20-30) había sido interpretada por Guibal y Pomey (2002: 100; 2003: 38) como un elemento para asociarlo a una construcción naval con origen en la costa campana, calabresa o ilírica (Fig. 493).

Pensamos que esta tradición de ligaduras internas en bucle que hemos denominado como griega, pervive en el saber consuetudinario de los carpinteros de ribera de las colonias jonias de Campania o Calabria, que siguen construyendo los barcos como les enseñaron sus maestros y que el pecio de *Cavalière* de finales del s. II

a.C. puede sustentar este argumento. Ello no quiere decir que todos los pecios que presenten *Pinus leucodermis* deberán necesariamente presentar la referida técnica constructiva (Tabla 38) ya que las regiones itálicas a las que nos estamos refiriendo lejos de ser culturalmente homogéneas y poseer una única tradición de arquitectura naval, presentan en realidad variadas idiosincrasias según las comunidades sean de procedencia griega, etrusca o latina³⁰⁵. Este argumento lo sustenta el pecio de ***Jeune-Garde B*** de inicios del s. I a.C. Por la técnica de unir las cuadernas al casco mediante clavos a punta retorcida que utilizan una cabilla de madera como taco o guía y la heterogénea anchura de sus tracas de forro (2,5 a 4,4 cm) lo interpretamos como una arquitectura naval que se puede poner en relación con el mundo romano campano (Tabla 37) pero que habría recibido un mantenimiento o reparación (Tabla 40) en el ámbito cultural de los jonios bien sea en la zona de influencia de *Massalia* o en las costas del Tirreno.

Yacimiento	Período	Unión de las cuadernas al casco	Método de unión	secundario	Presencia pino bosnio
<i>Marsala</i>	Helenístico	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida	Ligaduras bloqueadas y aislada*	internas por cabilla	No
<i>Jeune-Garde B</i>	Helenístico republicano	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida	Ligaduras bloqueadas y aislada	internas por cabilla	No

Tabla 40.- Relación entre los dos pecios que presentan como técnica auxiliar o de reparación ligaduras internas bloqueadas por cabillas

22.2. LA RELACIÓN CON LA GALIA NARBONENSIS

El porqué de esta relación estrecha entre pecios con una arquitectura naval que presenta una técnica de origen griego y la zona de destino/hundimiento situada en el área de influencia cultural massaliota, pensamos que se justifica en época republicana porque en un Mediterráneo inseguro pertenecer a una misma etnia favoreció las relaciones comerciales y la posibilidad de asentar acuerdos en un mar donde la piratería está al orden del día y que lejos de ser una actividad reprochable, merece incluso los elogios. Los vinos itálicos comercializados en el s. II y I a.C. seguramente fueron transportados en muchas ocasiones a las costas de la *Galia Narbonensis* por *navicularii*

³⁰⁵ De la misma manera que un pecio que presente ligaduras internas sin la presencia de *Pinus leucodermis* no necesariamente ha de ser de la costa meridional francesa bajo la influencia de *Massalia*. La cuestión de la especie vegetal es únicamente una traza, una pista a valorar.

de ascendencia jonia, transportados en barcos de su momento, es decir con las características propias de la *familia arquitectural helenístico republicana* pero que en el detalle plasman la utilización de una técnica de origen griego para la unión de las cuadernas al casco. Muchos de estos barcos en la época republicana se construyeron en la Magna Grecia que incluye a Campania y a Calabria, con quillas de sección más alta que ancha a diferencia de los pecios de la época imperial que serán principalmente contruidos con quillas de sección más ancha que alta (Tabla 37).

Otro de los pecios que pensamos tiene su origen en la Magna Grecia, quizás en la región de Campania, es el pecio de la **Roche Fouras** (s. I a.C.) (Fig. 153) que presenta un ligero fondo suave pero con las tracas de aparadura “retorcidas” *à retour de galbord* y que a parte de las *ligaduras internas* en bucle bloqueadas por cabillas que se alternan con cabillas aisladas para unir la carpintería transversal al casco, presenta para la unión de las varengas en las zona coincidentes con el eje axial donde más altura alcanzan, una poco frecuente disposición en bisel de las cabillas (desconocemos si con presencia de ligaduras o no) que rápidamente recuerda a la colocación en la misma zona de las cabillas en el pecio de la **Madrague de Giens** (s. I a.C.) (Fig. 172) o en el **Giraglia 2** (s. I d.C.) (Fig. 322) con unas zonas propuestas de construcción para estos pecios en región de la Campania y en el Sur del Lacio, respectivamente. Esta colocación en bisel para salvar la altura de la varenga en la zona de su tacón triangular se repite en los pecios de **Palamós** (Fig. 171) y **Plane 1** (Pomey, Guibal 1998), de la misma *firma arquitectural*, pero es claramente diferente de la colocación de las cabillas que hacen de taco guía a clavos a punta perdida del pecio de **Cap Gros** (Tabla 37) del mismo momento que **Roche Fouras** (s. I a.C.), éste último de líneas mucho menos pinzadas.

Desde mitad del s. I a.C. hasta finales del mismo, el registro arqueológico nos presenta a los pecios de **Plane 1**, **Cap Béar 3** y **Dramont C** cada uno con sus particularidades. Todo indica que podrían tener una relación geográfica clara con la costa meridional francesa y/o catalana y ya no con la Magna Grecia. El primero, el que presentaría más dudas **Plane 1** tiene una moneda apotropaica ibérica de *Kese* en el emplazamiento del mástil que por su circulación parece más probable que se trate de una construcción de la *Galia Narbonensis* si bien la colocación de las cabillas en bisel en la zona de las varengas triangulares (Pomey, Guibal 1998) coincidentes con el eje axial semejantes a **Palamós** y **Roche Fouras** nos hace dudar. El segundo, **Cap Béar 3** transportaba imitaciones layetanas de ánforas Dr. 1B ya en relación con la redistribución de productos desde el puerto de *Narbo* y el tercero, **Dramont C** tenía una particular morfología de la quilla en *Quercus ilex* (Tabla 41), unas líneas planas del casco y una reducida eslora lo que permite considerarlo como una embarcación adaptada a la navegación costera en espacios náuticos de desembocaduras de ríos/lagunas y concebido únicamente para navegaciones en mar, sin alejarse en exceso de la costa.

Nombre del yacimiento	Periodo	Forma en sección transversal	Especie vegetal quilla	Líneas del casco	Unión de las cuadernas al casco	Unión carlinga carpintería transversal	Origen geográfico	Presencia pino bosnio
Tour Fondue	Helenístico	Más ancha que alta	Quercus ilex (Encina)	Redondeadas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Desconocido	Greco itálico	No
Ouest Giraglia 2	Altoimperio	Más ancha que alta	Quercus ilex (Encina)	Planas	Cabillas de madera en bisel	Desconocido	Tarraconense	No
Dramont C	Helenístico republicano	Más ancha que alta	Quercus ilex (Encina)	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Desconocido	Itálico	No
Fiumicino 1	Bajoimperial	Más alta que ancha	Quercus sp. (Roble)	Planas	Cabillas de madera que hacen de taco a clavos a punta visible	Encastrada sobre la carpintería transversal	Sin carga	No
SM 24	Altoimperio	Más ancha que alta	Quercus sp. (Roble)	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Encastrada sobre varengas	Desconocido	Si
Baie de l'Amitié	Altoimperio	Más ancha que alta	Quercus sp. (Roble)	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada	Encastrada sobre la carpintería transversal	Bético	No
Pointe Pomègues	Helenístico republicano	Cuadrangular	Quercus sp. (Roble)	Angulosas à retour de galbord	Cabillas de madera verticales	Desconocido	Itálico	No
Madrague de Giens	Helenístico republicano	Más alta que ancha	Ulmus campestris (Olmo campestre)	Angulosas à retour de galbord	Cabillas de madera y clavos a punta perdida	Encastrada sobre la carpintería transversal	Itálico	No
Madhia	Helenístico republicano	Más alta que ancha	Ulmus campestris (Olmo campestre)	Angulosas à retour de galbord	Desconocido	Desconocido	Greco itálico	Desconocido

Tabla 41.- Resumen de los pecios que presentan fagáceas o ulmáceas como especie vegetal para la fabricación de la quilla.

En el cambio de Era tenemos al pecio de *Cap del Vol* que si bien presenta la referida técnica de *ligaduras internas* para la unión de la carpintería transversal al casco, por una serie de particularidades y su relación con una tradición propia de arquitectura naval originaria de la Península Ibérica (*Vid. supra* p. 614) hemos optado por incluirlo y tratarlo con más detalle en el epígrafe correspondiente (*Vid. infra* p. 684). Ya en el s. I d.C. y en clara relación con el comercio marítimo organizado desde el puerto principal de *Narbo*, tenemos al resto de pecios conocidos que presentan la técnica de origen griego para la unión de la carpintería transversal al casco. La forma más habitual de sus quilla es la de sección más ancha que alta y los fondos que dibujan de manera generalizada son casi planos, lo que parece está en relación estrecha con la navegación en el paleopaisaje de marismas y deltas de la costa más occidental de la *Narbonensis*, básicamente desde la desembocadura del Ródano, pasando por la del Aude hasta llegar a la zona de los Pirineos, así como con la costa más septentrional de la *Tarraconensis* como podría ser desde Empùries hasta la actual comarca del Maresme. Los pecios característicos son *Saintes Maries de la Mer 2 y 24*, *Barthélémy B*, *Perduto 1*, *Baie de l’Amitié* cerrando el grupo de esta *firma arquitectural* el pecio del s. II d.C. de *Port-Vendres 3*.

Una *rara avis* por su elevada eslora y tonelaje de porte respecto a los otros pecios de la *firma arquitectural* es el *Saintes Maries de la Mer 24 (SM24)* justamente el único de este grupo de pecios (con identificaciones de especies vegetales bien conocidas; Wicha 2010) el cual presenta *Pinus leucodermis* en su arquitectura naval (Tabla 38) lo que lo podría ponerlo geográficamente en conexión con el Sur de la Península Itálica, dato en la línea de nuestro discurso para el s. I a.C. con *Cavalière*. De la misma manera encontramos en el pecio mal excavado de *Perduto 1*, naufragado en el estrecho de Bonifacio, la participación de una de estas naves adaptadas a varios espacios náuticos (en áreas lagunares y marítimo) en la exportación hacia la Península Itálica de un cargamento homogéneo de vino tarraconense envasado en ánforas Dr. 2-4.

La llegada del s. II marca el cambio definitivo de las características arquitecturales generales de los barcos romanos, cuyos elementos permiten hablar ya de la *familia arquitectural imperial* (Fig. 513). Con el pecio *Port Vendres 3* se llega al fin de la *firma arquitectural* que nos ocupa y ahora en los mismos espacios de navegación y con funciones semejantes, serán barcos con arquitecturas como la del *Laurons 2* los característicos.

23. EL ESPACIO NÁUTICO Y LA EVOLUCIÓN DE LAS LÍNEAS DE AGUA LLAMADAS À *RETOUR DE GALBORD*

En los epígrafes introductorios de los periodos cronológicos de los pecios del *corpus* fuimos analizando las principales características de la arquitectura naval de las naves entre los ss. III a.C. y II d.C. describiendo una serie de características, las principales, que definen por una parte a la *familia arquitectural republicana* y por otra a la *imperial*, sistematización obra del profesor Pomey (Cuadro sinóptico 2, p.77), a la que nos hemos referido con anterioridad en numerosas ocasiones en nuestro trabajo (Pomey, Rieth 2005: 35-36; 163-172).

A modo de recordatorio señalamos básicamente que una de las características para definir o adscribir los barcos o *tipos arquitecturales* a cada *familia* son las formas de su casco, las llamadas líneas de agua. Según sean éstas en la sección transversal del casco, angulosas, pinzadas o en V (*wine shape glass*) se tratará de pecios característicos del periodo helenístico republicano y si por el contrario son aplanadas, se tratarán de naves propias o arquetípicas del periodo imperial. El término francés *à retour de galbord* sin una traducción directa en lengua castellana u otras peninsulares, describe una forma propia que pueden tener las referidas primeras tablas del casco. El término se refiere a unas tracas de aparadura que en su sección transversal tienen forma pentagonal o poligonal, que les da un aspecto de haber sido esculpidas con forma retorcida hacia el exterior. Unidas a una quilla más alta que ancha (Fig. 396) gracias siempre a un alefriz con encaje que las aloja (Fig. 512) crean un ángulo de salida que puede ser suave en barcos de fondo más o menos planos como por ejemplo *Roche Fouras* (Fig. 153, p. 226) o *Palamós* (Fig. 167, p. 238) o muy obtuso como por ejemplo en el *Chrétienne A* (Fig. 162, p. 232) que deja a la quilla en una posición muy prominente en la parte inferior (Fig. 513). Con el eje axial en un punto muy bajo respecto al casco y con la sección muy pinzada de éste se crea un fuerte plano de deriva, que mejora la velocidad de los barcos al aprovechar bien los vientos sin perder su posición de la ruta rectilínea establecida. Si a ello le añadimos la presencia de un alerón de deriva en el codaste documentado en pecios como *La Madrague de Giens* (Fig. 179, p. 252) la navegabilidad y velocidad de los barcos con fondo pinzado *à retour de galbord* se puede calificar como de excelente tal y como se constató en la réplica Kyrenia II.

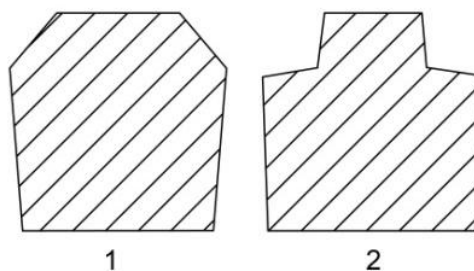
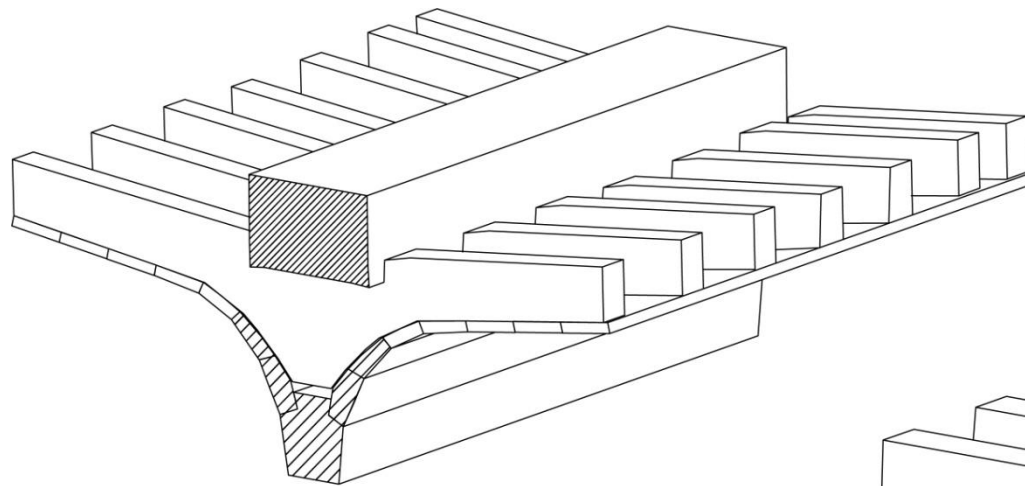
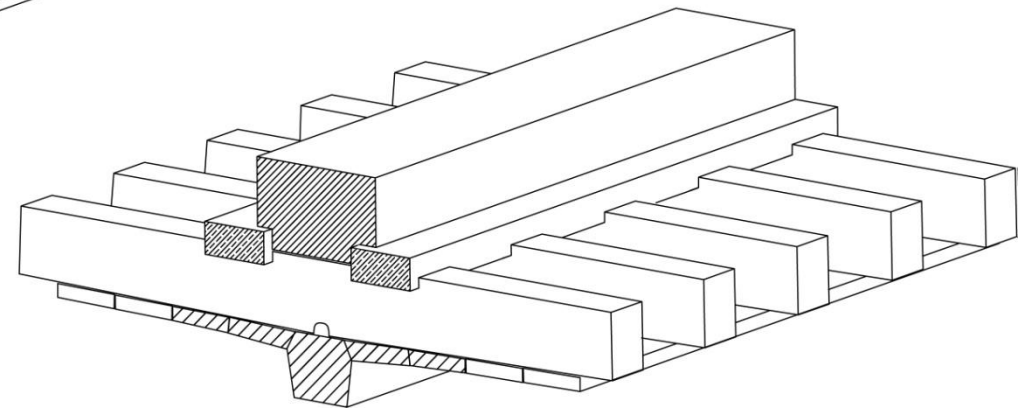


Fig. 512.- Dibujo teórico de la sección de una quilla con alefriz en bisel simple (1) y quilla con alefriz con encaje (2). (Dibujo: Autor)



Familia arquitectural helenístico republicana



Familia arquitectural imperial

Fig. 513.- Esquema de la colocación de la carlinga del mástil en las dos familias arquitecturales. Vistas de la sección con importante plano de deriva del tipo helenístico-republicano y el fondo plano con menor calado del tipo imperial. (Dibujo: Autor)

Sin embargo, las características que definen a la *familia arquitectural republicana* no son monolíticas, ya que existe constancia de pecios que aun siendo de este periodo cronológico, presentan rasgos que difieren con lo mencionado. Los barcos del periodo republicano en los que no se documentan las líneas pinzadas y las tracas de aparadura “retorcidas” tienen también como característica que su eslora es reducida. Se trata del *Jarre 4, Cap Bénat y Miladou*. Ello pensamos que está en relación con su utilización en espacios de navegación costeros con desembocaduras de ríos o albuferas, a diferencia de los barcos con fondos pinzados relacionados con la exportación del vino itálico que tendrían un espacio de navegación marítimo de altura conectando puertos principales. La convivencia y contemporaneidad de diferentes tipos de líneas de casco en el periodo republicano mediante la utilización de los dos tipos de alefrices (con encaje o en bisel, Fig. 396 y Fig. 512) lleva asociada la coexistencia de barcos con fondos pinzados con otros de fondos más planos en los que las tracas de aparadura pueden ser de sección pentagonal, “retorcidas” o rectangulares. Esta realidad constatada por la arqueología deja fuera de lugar cualquier hipótesis de trabajo determinista basada en que la evolución de las líneas del casco desde la época republicana a la imperial se basa únicamente en el criterio de mejora técnica. Pomey (2002b) ya señaló que este argumento por sí solo no era válido. En el mismo trabajo se apunta que los barcos con cascos pinzados con la quilla prominente son más vulnerables a golpes y esfuerzos laterales contra secos o barras de arena, ya que el estudio de los pecios *Pointe de Pomègues, Plane 1, Caveaux 1, Baie de Briande y Chrétienne A*, concluyó con que en todos ellos la quilla había sido arrancada de cuajo del casco por un impacto lateral. Este golpe lateral llevó al colapso de las uniones de la quilla con las tracas de aparadura. Por otra parte, al no formar parte de la estructura, la carpintería transversal solo presenta algunas uniones con la quilla mediante pernos, insuficientes a todas luces para evitar que un esfuerzo lateral arrancara literalmente la quilla del casco, como Pomey demostró con los pecios a los que nos hemos referido. Ya Frost (1976) en su trabajo sobre el pecio de *Marsala* hizo una reflexión sobre como la quilla y las tracas de aparadura poligonales *à retour de galbord* creaban un potente eje axial necesario en una nave militar provista de *rostrum*. La presencia en una quilla más alta que ancha de un alefriz con encaje donde se alojan las tracas de aparadura pentagonales, hace que mecánicamente sea idóneo para los esfuerzos propios la navegación, fundamentalmente longitudinales (Fig. 455); pero las uniones de la quilla soportan mal los esfuerzos laterales, lo que se revela como una debilidad estructural/axial del casco.

Cuando comparamos *grosso modo* el proceso por los que poco a poco van desapareciendo del registro arqueológico los fondos pinzados con tracas de aparadura “retorcidas” *à retour de galbord* con el proceso de inversión de las rutas marítimas hacia la Península Itálica (Vid. *supra* p. 82) podemos observar una tendencia (Fig. 514). Los cargamentos de procedencia itálica transportados principalmente en barcos de líneas pinzadas (Gráfico 7 y Gráfico 8), desaparecen totalmente en época imperial, siendo ahora los productos provinciales los que dominan el registro arqueológico (Gráfico 9) transportados en barcos únicamente con fondos planos.

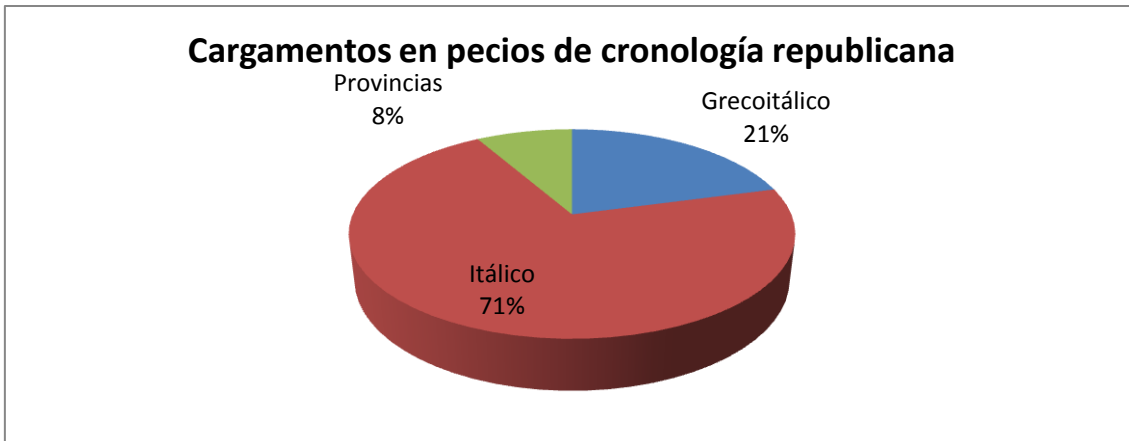


Gráfico 7.- Distribución porcentual de los pecios de nuestro *corpus* de acuerdo a la procedencia de su cargamento en época republicana

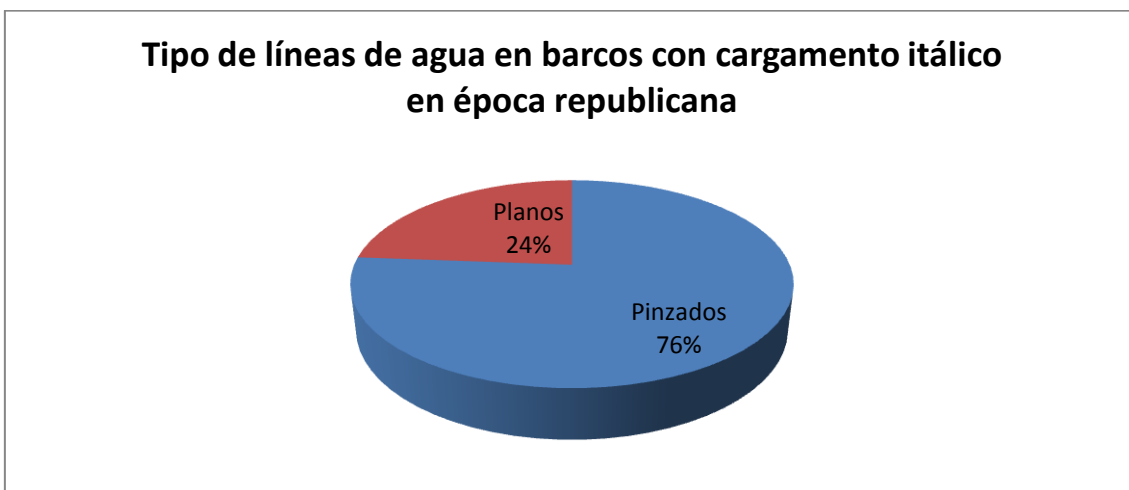


Gráfico 8.- Líneas de agua de los pecios relacionados con la exportación del vino itálico según nuestro *corpus*.

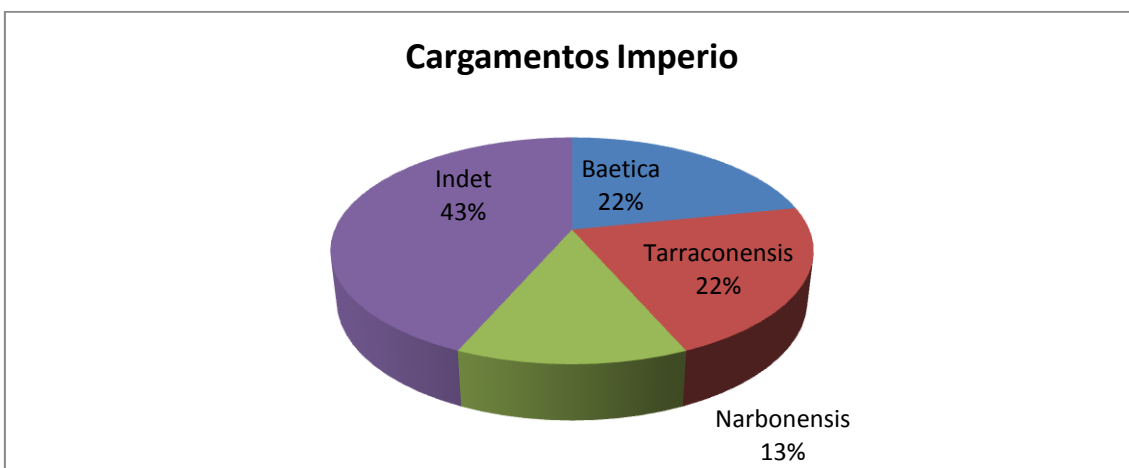


Gráfico 9.- Procedencia de los cargamentos de los pecios de nuestro *corpus* en época imperial.

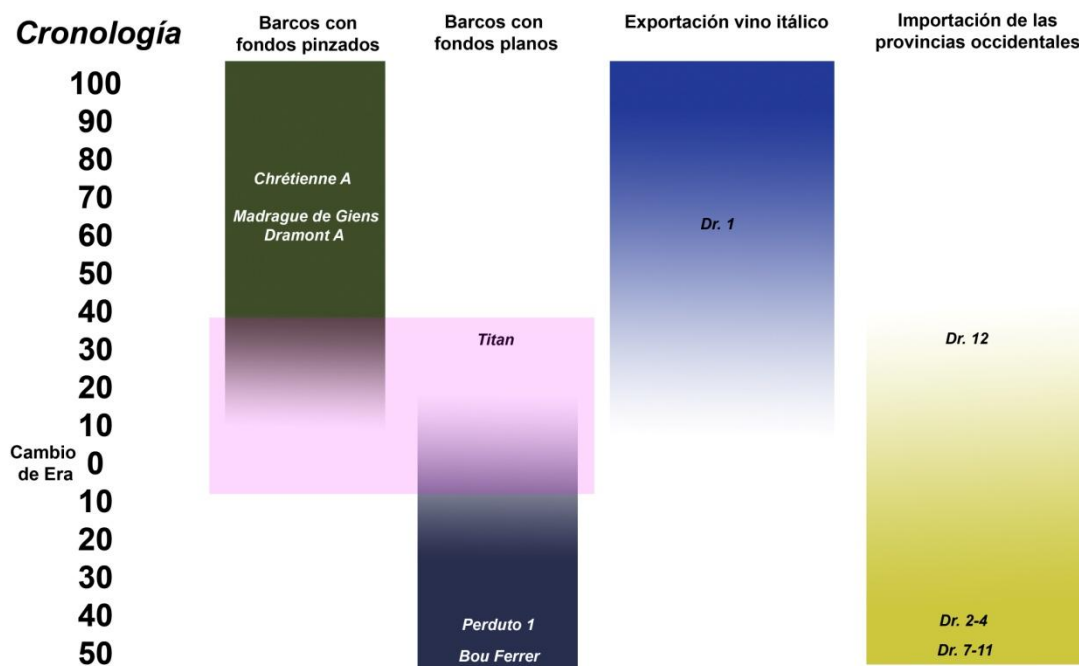


Fig. 514.- Procesos observados tras el estudio de nuestro *corpus*. Los barcos con fondos pinzados desaparecen en la época imperial y son sustituidos por los barcos de fondos planos. Ello es coincidente en el tiempo con el fin de las exportaciones de productos itálicos y el inicio de la importación desde las provincias. (Dibujo: Autor)

Básicamente desde el principado de Augusto se produce la irrupción de nuevos puertos principales en las provincias como puede ser *Narbo* o *Gades* a la vez que la ciudad de Roma sustituye *Puteoli* por *Ostia Antica*. En efecto, entre los siglos I a.C. y I d.C. se produjo en el Mediterráneo Occidental un cambio completo y radical de las principales rutas marítimas, más teniendo en cuenta que esta fluctuación es tan rápida como los acontecimientos político-económicos que se producen desde mediados del s. I a.C. con el primer triunvirato de Cesar, Pompeyo y Craso, hasta la llegada al poder de Octavio Augusto. En la época helenística, la comercialización del excedente de vino de muchas ciudades magnogrecas y púnicas de Sicilia (Carandini 1989: 509) no se detuvo por la conquista romana de mitad y finales del s. III a.C. sino que se vio aumentada (Carandini, 1989: 510; Pérez Ballester 2004: 23). Tras la Primera Guerra Púnica (264 a. C.- 241 a. C.) llega abundante cereal del granero siciliano y de Cerdeña lo que permitió dedicar la tierra al rentable cultivo de la vid, sobre todo en la Italia meridional. Esto junto con otros factores promovió una exportación de vino a gran escala entre los ss. II-I a.C. Este producto envasado en unas ánforas cada vez más robustas para permitir mayores apilamientos de carga (p.e. Dr. 1B) en las bodegas de los barcos, se completaba en ocasiones con vajillas de barniz negro campaniense con las que se rellenaban los espacios vacíos, como por ejemplo en la proa. En el caso del Mediterráneo Occidental, los barcos partían de los puertos de la Italia Meridional con rutas directas a los entornos massaliotas o cartagenos, como atestiguan pecios como *Escombreras 1 y 2* (Pinedo, Alonso 2004) desde donde se redistribuían los productos por sus costas de influencia. Ambos ejemplos se tratan de puertos naturales bien protegidos, de gran envergadura, con calados suficientes y ajenos a problemas periódicos de colmatación por arenas y fangos.

Situación completamente diferente de los tres casos citados como ejemplos de puertos principales en el Alto Imperio (*Narbo*, *Gades* y *Ostia Antica*) donde el denominador común es un paleopaisaje con desembocaduras de ríos y áreas lagunares. A nivel náutico ello comporta zonas de bajo calado pero sobre todo y de gran importancia, la presencia de lenguas de arena semisumergidas que se desplazan al capricho del mar, las corrientes y las avenidas torrenciales, que crean un “paisaje” invisible que hay que conocer y atravesar para llegar a puertos interiores, en algunos casos muy interiores como puede ser *Hispalis* o *Dertosa* (puerto bisagra para remontar el río Ebro hasta *Caesaeaugusta*) y donde la participación de los marinos y navegantes locales es completamente obligada. Retomando el argumento de la debilidad estructural de la quilla frente a los esfuerzos laterales en pecios con *retour de galbord* es nuestra conclusión que la desaparición de los fondos pinzados en los barcos no está únicamente justificada por una disminución del calado para poder utilizar estos barcos en los nuevos escenarios comerciales ya que en realidad la diferencia no es un valor tan elevado, sino que a nuestro parecer se basa fundamentalmente en la protección del eje axial ya que el golpe con inercia de un barco contra una barra arenosa arrancarían lateralmente la quilla de la misma manera que se ilustró en *Pointe de Pomègues, Plane 1, Caveaux 1, Baie de Briande* y *Chrétienne A*.

Todo ello se traduce en que las nuevas necesidades del modelo de comercio marítimo que se inicia básicamente desde el cambio de Era motiva que los *negotiatores* y *navicularii* con sus bases de comercio próximas a la metrópoli, requieran “máquinas” funcionales adaptadas a las nuevas necesidades como son el transporte en un mar pacificado de grandes cargamentos embarcados en zonas donde el paleopaisaje deltaico o lagunar desaconseja barcos con la quilla muy prominente y expuesta. Las líneas del casco más planas y con menores esloras (con una *ratio* de proporciones entre la eslora y la manga próxima a 3 o incluso inferior) dan una mejor maniobrabilidad en zonas angostas manteniendo buenas posibilidades de carga. Los barcos ahora presentan una *ratio* entre su eslora y manga inferior (Tabla 32, p.587) a los de la *familia arquitectural republicana* a la vez que su velocidad y plano de deriva será también menor (Fig. 513).

En la transición entre los fondos pinzados *à retour de galbord* y los fondos planos característicos de la época imperial, creemos que existe un estadio intermedio definido por los pecios *Giraglia 2* y *Ladispoli* (Vid. *infra*). Recordemos de nuevo que el apoyo lateral que tenían las varengas triangulares en las tracas de aparadura y segundas tracas en los barcos en la familia *arquitectural helenístico-republicana* (Fig. 516-a) mejoraba el refuerzo lateral del casco. Esta característica ha desaparecido completamente en la *familia arquitectural imperial* del s. II d.C. Solamente consideraríamos una evolución o mejora tecnológica en la arquitectura naval romana, la multiplicación de elementos de la carpintería longitudinal interna, mediante el sustento de la carlinga del mástil en dos sobrequillas paralelas a la quilla que de *facto* amplía la base sobre la que se reparten en el casco los esfuerzos del mástil. Quizás estas sobrequillas paralelas ayudasen a mantener la contra curva de la quilla en los esfuerzos del quebranto, ejerciendo el papel de refuerzo que en época republicana desarrollaban las tracas de aparadura de sección poligonal (en los mercantes construidos con este tipo de arquitectura del eje axial).

Si bien la búsqueda de fondos mas planos desde finales del s. I a.C. se produce de manera muy repentina, el cambio de un tipo de quilla, alefriz y tracas de aparadura entre las *familias arquitecturales* no fue instantáneo sino que fue progresivo durante el

cambio de Era y primeras décadas del s. I d.C. reflexión que el particular pecio *Giraglia 2* para el transporte de *dolia* nos proporcionó cuando realizamos el modelo experimental (*Vid. supra* p. 530). En este pecio construido seguramente en el entorno de *Minturnae* según las tradiciones consuetudinarias del Lacio, las varengas planas tienen un pequeño tacón central que se encaja en un canal creado por la colocación particular de las tracas de aparadura, ahora rectangulares, en una posición sobre elevada respecto a la quilla (Fig. 515). Se obtienen así unas líneas planas adaptadas al cruce de barras arenosas como las relacionadas p.e. con la desembocadura del río Llobregat³⁰⁶ (Barcelona) manteniendo en parte ese refuerzo frente a las tensiones laterales que tenían los barcos con fondos pinzados *à retour de galbord* (Fig. 516-a)

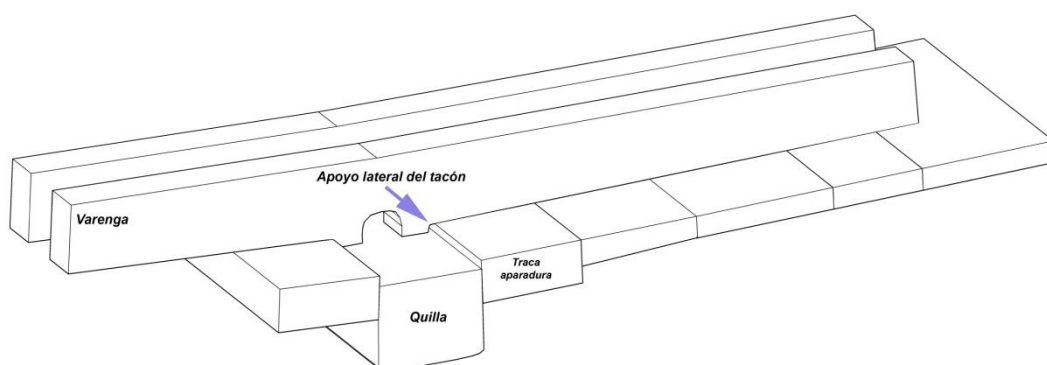
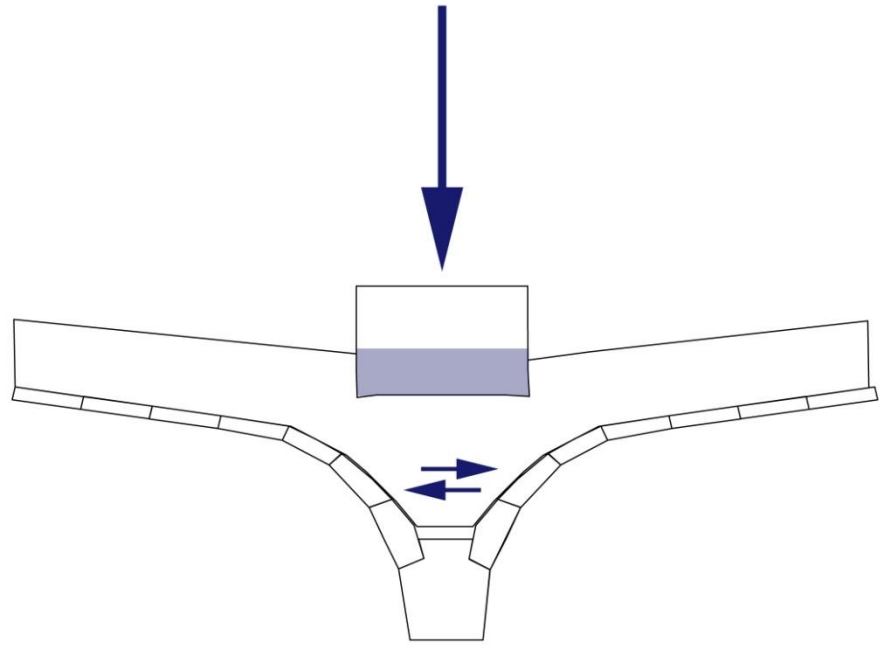
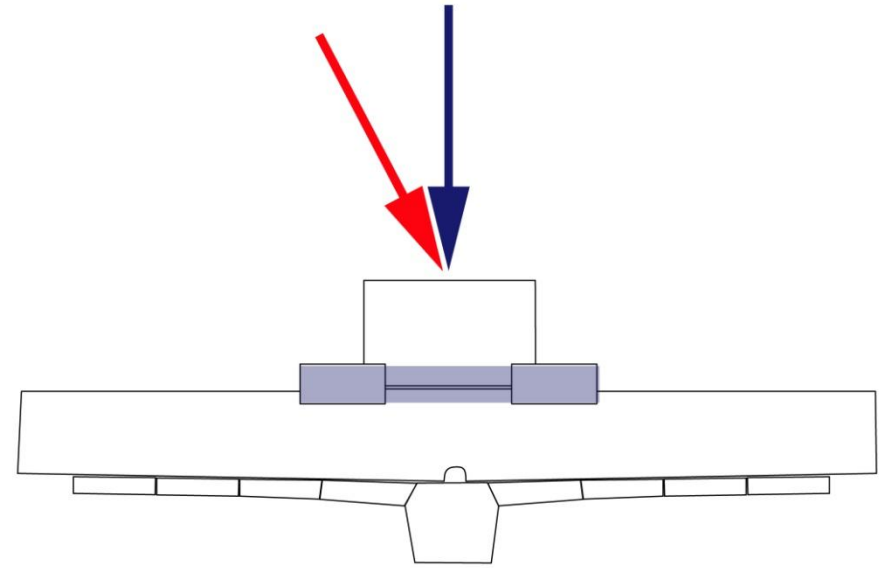


Fig. 515.- Imagen del eje axial del modelo del pecio *Giraglia 2* donde se observa como existe un apoyo lateral del tacón de la varenga en la traca de aparadura. (Dibujo: Autor)

³⁰⁶ Mencionamos con intención al río Llobregat, ya que en su curso bajo cerca de su confluencia con el Rubí, entre Can Pedrerol y Can Tintorer, se propone como una de las zonas de llenado del vino a granel en barcos con *dolia* (Sciallano, Marlier 2008: 150)



**a) Base de apoyo de la carlinga
Varengas apoyadas en las tracas de aparadura**



**b) Base de apoyo de la carlinga más ancha
resiste mejor los esfuerzos laterales del mástil
No hay apoyos de las varengas en las tracas de aparadura**

Fig. 516.- Secciones ideales de los tipos arquitecturales de la familia helenístico-republicana e imperial. Las varengas tienen el apoyo lateral en la carpintería del eje axial en el caso a) que no existe en el caso b). Por otra parte se ha aumentado la superficie de la base que soporta los vectores de fuerzas del mástil en el caso b). (Dibujo: Autor)

23.1. UN MODELO DE EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA

La evolución de las líneas del fondo de las naves romanas podemos definirlas como un proceso y nunca como una revolución, concepto completamente ajeno a la arquitectura naval antigua (Fig. 517). Hemos visto ya (*Vid. supra*) como en Época Helenística ya se conoce la técnica para dar un ángulo de salida suave a las tracas de aparcadura, mediante alefrices en bisel simple (p.e. *Chrétienne C*) o mediante tracas de aparcadura “retorcidas” que crean un ángulo de salida suave (p.e. *Roche Fouras* y *Palamós*). Nos parece que estos modelos de barcos están desarrollados por carpinteros navales que destinan sus creaciones a armadores que las ponen al servicio de un comercio marítimo donde el espacio náutico, con sus particularidades, requiere de líneas del casco más planas, con la quilla menos prominente, a pesar de que ello fuese en detrimento del plano de deriva del barco.

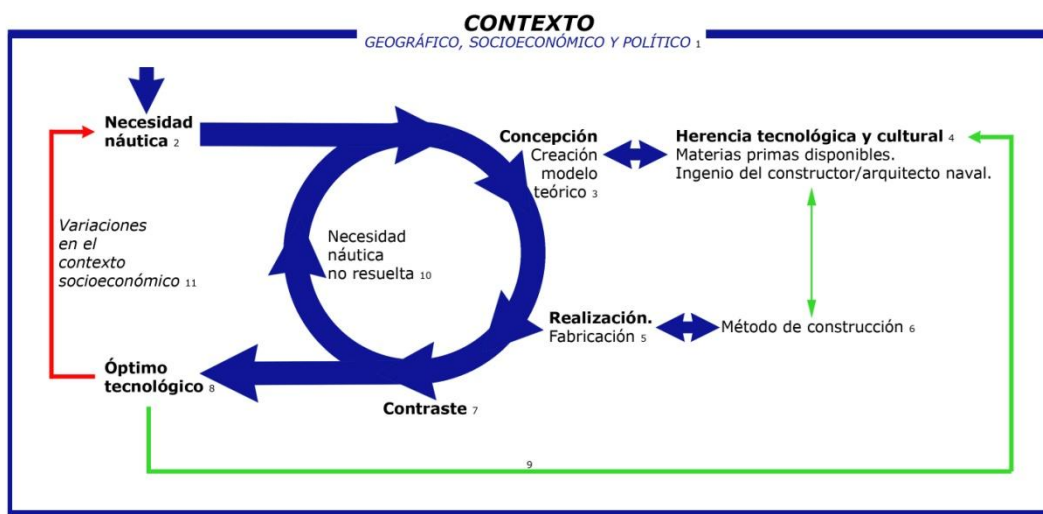


Fig. 517.- Esquema del modelo teórico para explicar las modificaciones que se producen en la arquitectura naval antigua como consecuencia de las nuevas necesidades náuticas que aparecen en el Alto Imperio que están condicionadas por un nuevo contexto geográfico y económico. Dentro de un espacio geográfico definido con un modelo de comercio concreto (1) existe la necesidad de un tipo de máquina (2) que los constructores navales diseñan (3) partiendo de sus conocimientos consuetudinarios (4) y que construyen (5) con unos métodos y técnicas que son parte a su vez de su saber (6). Tras la creación de la nave y su contraste (7) en mar, sí el diseño se adapta a las necesidades será pues óptimo (8) y el modelo se repetirá en el tiempo hasta que nuevas variaciones en el contexto lleven a la aparición nuevas necesidades a resolver. La suma de la lentitud de las variaciones en lo económico y el apego de los carpinteros de ribera al saber consuetudinario condiciona una evolución muy lenta de la arquitectura naval antigua (Dibujo: Autor).

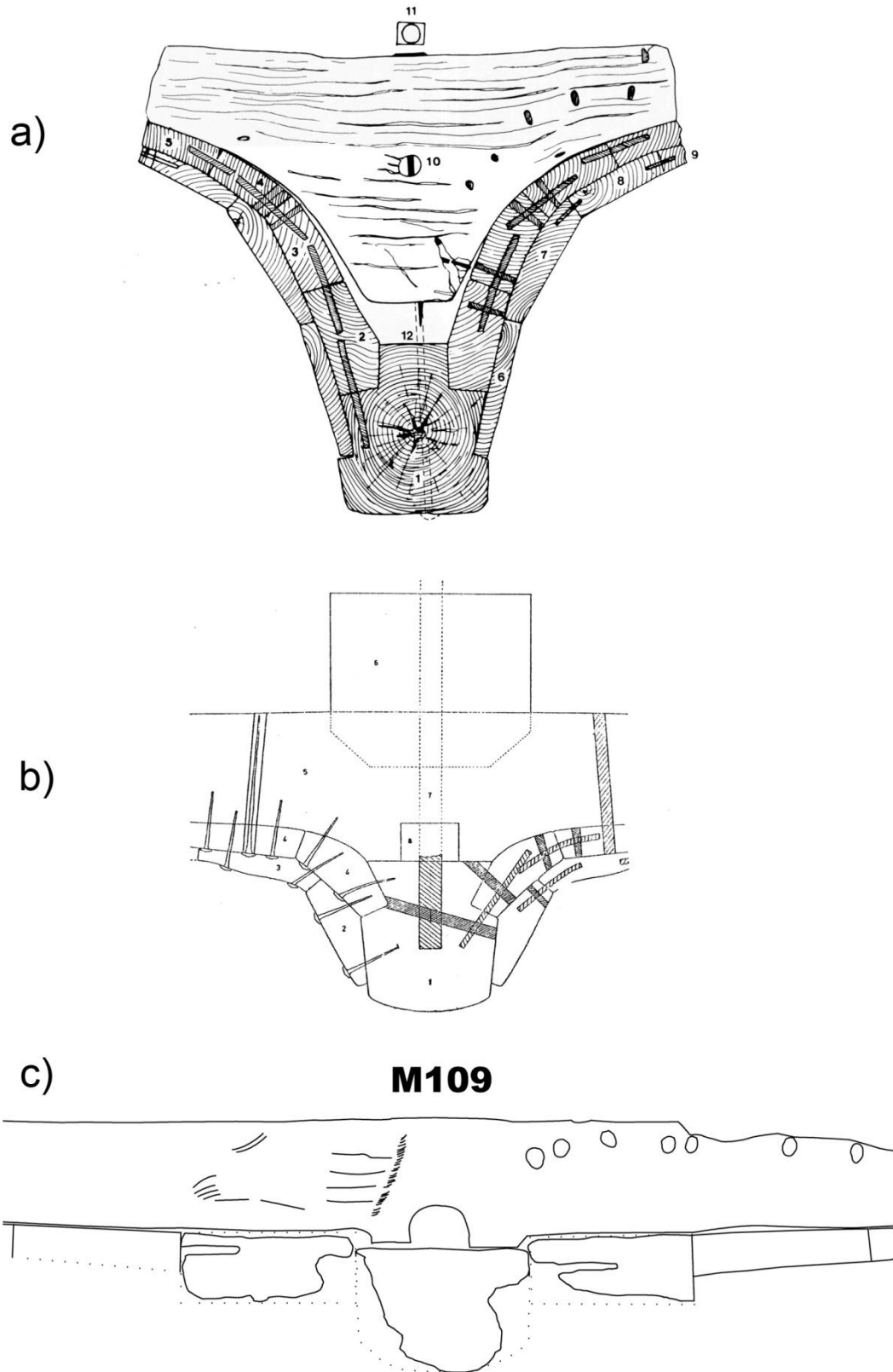


Fig. 518.- Secciones comparadas de los pecios de *Madrague de Giens* (75-60 a.C.) (a), *Titan* (segunda mitad del s. I a.C.) (b) y *Giraglia 2* (primera mitad s. I d.C.) (c) donde podemos ver una relación cronológica en la evolución de la técnica de construcción del eje axial del barco *à retour de galbord* en pecios que relacionamos con Campania y el Lacio. (Lámina: Autor; no escalada)

Quizás este tipo de líneas de agua también esté influida por el tipo de navegación a la que se destina la embarcación principalmente, entendemos de cabotaje para el periodo republicano pero de altura en el periodo imperial. Si proporcionalmente varía el modelo de comercio marítimo proporcionalmente variarán las características de las máquinas necesarias para poder desarrollar la actividad comercial (Fig. 514), puesto que al final lo que hace girar todo este sistema de sistemas es el beneficio económico³⁰⁷ obtenido del comercio marítimo.

Hay una serie de pecios del periodo helenístico republicano desde el s. II a.C. hasta el s. I d.C. en los que podemos observar una lenta evolución desde fondos de casco muy pinzados y que poco a poco van evolucionando hacia líneas más planas, donde las tracas de apardura de sección pentagonal acaban siendo rectangulares y donde los alefrices de la quilla principalmente con encaje acaban dando paso a la presencia única de alefrices en bisel simple con ángulos a veces imperceptibles (Fig. 518). Es la evolución de una forma de construir el eje axial del barco (quilla, traca de apardura y segundas tracas) adaptando la máquina a la generalidad de los nuevos espacios náuticos de comercio. Pensamos que podemos poner en relación los pecios de *La Madrague de Giens*, *Titan* y *Giraglia 2* como ejemplos para ilustrar este proceso, trabajando con la posibilidad de que los astilleros de construcción de éstos estarán situados entre Campania y el Lacio (*Vid. infra* p. 662).

³⁰⁷ El axioma económico en el que se basa el comercio marítimo desde la más remota antigüedad hasta la actualidad, consiste en obtener **beneficio económico** por la venta de una mercancías que han sido adquiridas en una zona geográfica donde su coste de producción/adquisición es inferior al de la zona de venta, contando con que los costes de transporte nunca igualaran o superaran al beneficio total de la venta de las mercancías. Cuando existe demanda es necesario encontrar la oferta. Cuando hay oferta hay que intentar generar la demanda.

24. LAS FIRMAS ARQUITECTURALES DEFINIDAS A TRAVÉS DEL SISTEMA DE UNIÓN DE LAS CUADERNAS CON EL CASCO

Si hacemos un repaso de los epígrafes anteriores (*Vid. supra* epígrafes de 18 a 22) podemos observar que existe un común denominador en varias agrupaciones de pecios: diferentes sistemas de unión de la carpintería transversal en cascos armados a espigas y mortajas.

Esta cuestión de la unión de la carpintería transversal al casco parece que no es baladí ya que técnicamente opinamos tras los ejercicios experimentales realizados en el modelo de estudio del *Giraglia 2* (*Vid. supra* p. 530) que los cascos armados a espigas y mortajas son enormemente flexibles, contruidos con tracas de madera resinosa donde las espigas, lengüetas o conectores son de maderas duras. La flexibilidad inherente a este tipo de construcción a casco primero es contrarrestada en el sentido transversal por una carpintería que refuerza todo el casco, sin crear una estructura ya que las piezas que forman cada una de las cuadernas no están conectadas entre ellas y solo ocasionalmente están unidas con el eje axial, normalmente mediante clavos metálicos con las tracas de apareadura (quizás por su menor grosor). Solo en algunas ocasiones antes del s. II d.C. elementos de la carpintería transversal están unidos con la quilla mediante pernos metálicos (cobre o bronce). Tras las reflexiones sobre las torsiones multidireccionales que soporta un casco navegando en condiciones adversas (*Vid. supra* p. 559) hemos valorado las fricciones centrales que presentan en ocasiones las clavijas (Fig. 457, Fig. 458 y Fig. 459) y añadiríamos ahora que su perfil cónico, con el mayor diámetro en el interior del casco, está en relación con un posible afloje por torsiones, lo que lleva a un mantenimiento más fácil sin la extracción del barco del agua.

Si valoramos la cuestión del mantenimiento de la máquina y ponemos ésta en relación con la cultura del mar, somos de la opinión que en época antigua serían muchos más los barcos que llegarían a puerto con necesidad de mantenimientos o estructurales que los que se hundirían, lo que permitía a los carpinteros navales identificar y conocer perfectamente los principales problemas de este tipo de construcción a casco primero.

El ejercicio experimental con un simple modelo en cartón aun sin poder considerarlo como un ejercicio definitivo de laboratorio (*Vid. supra* p. 565) nos ha permitido comprender que las torsiones del casco a su vez tienen consecuencias en todas las carpinterías que componen la unidad arquitectónica que es un barco. La flexibilidad es necesaria en los barcos pero ha de tener límites para que el exceso de flexión de una carpintería no provoque daños en otras, debiendo existir un equilibrio entre todas ellas. Por lo que hace referencia a la carpintería transversal nuestra observación fue que al retorcer el casco, las cuadernas se despegaban de las tracas tanto en sentido horizontal como vertical. Las tensiones horizontales sobre las uniones entre la carpintería del casco y las cuadernas, en los barcos contruidos a casco primero mediante espigas y mortajas, parece que son sencillas de soportar, pero cuando estas tensiones son verticales ascendentes parece que son más problemáticas. Cuando pusimos en relación esta cuestión de la unión de las carpinterías fruto de una sencilla experimentación, con los diversos pecios a los que adscribimos una procedencia geográfica (*arquitecturas navales directoras*; *Vid. supra* p. 605; Tabla 34) hemos observado que los diversos métodos o técnicas son el común denominador en varias agrupaciones de pecios (Tabla 42).

Tipo	Método de unión de las cuadernas al casco
1	Cabillas de madera que hacen de taco a clavos a punta retorcida
1'	Cabillas de madera que hacen de taco a clavos a punta visible
1''	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta perdida
2	Cabillas de madera verticales
3	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
4	Cabillas de madera en bisel
5	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada

Tabla 42.- Resumen de los métodos para la unión de la carpintería transversal al casco.

En el común denominador para hacer varias agrupaciones de pecios (Tabla 36, Tabla 37 y Tabla 39) basándonos en el método utilizado para unir la carpintería transversal al casco (Tabla 42) pensamos que hemos encontrado la clave para identificar tradiciones constructivas en el Mediterráneo Occidental asociables al término de *firma arquitectural* para un periodo cronológico comprendido entre el s. III a.C. y el s. II d.C.

Una de ellas es bien conocida en la bibliografía y se basa en ligaduras internas en bucle, fijadas por cabillas que se alternan con cabilla aisladas y que hemos puesto en este bloque de *Resultados y Conclusiones* en relación con la Magna Grecia y la *Galia Narbonensis* (Vid. *supra* p. 646). De la misma manera que esta técnica sirvió para definir una *firma* dentro de una *familia arquitectural*, las otras técnicas para unir la carpintería transversal al casco puestas en relación con las *arquitecturas navales directoras* nos ha permitido llegar las siguientes conclusiones (Vid. *infra*)

24.1. CAMPANIA Y SU ENCUENTRO CON EL LACIO

Queremos iniciar nuestro discurso sobre la adscripción geográfica de los pecios basándonos en la técnica usada para unir la carpintería transversal al casco, por la región de Campania, que nos parece la más dinámica e importante por lo que se refiere a la construcción naval en la época romana republicana y alto imperial. Queremos señalar que las regiones de procedencia que proponemos para los astilleros son amplias, más teniendo en cuenta como es en el caso campano, que son varias las tradiciones culturales que conviven en una misma costa: la de origen etrusco, la latina o la magno greca y que su “frontera” con el Lacio, por lo que se refiere a las tradiciones consuetudinarias de construcción naval, es complicada de definir ya que debió ser una zona de encuentro cultural con simbiosis difíciles de distinguir por la arqueología. Proponemos *Minturnae* y el río Garigliano como el área de contacto e hibridación entre dos sistemas arquitecturales, el romano latino y el campano como explicaremos más adelante, por el particular pecio de *Giraglia 1* con *dolia* y su técnica de unión de las cuadernas con el casco.

La propuesta de *La Madrague de Giens* como una *arquitectura naval directora* en nuestro trabajo (*Vid. supra* p. 605) se basa en una serie de importantes particularidades. Por una parte siendo un gran mercante en su periodo es lógico pensar que se construyó en un astillero de relevancia muy bien organizado. A su vez su eslora aproximada de 40 m y su importante plano de deriva no le permitían el tránsito por puertos menores. Su relación con la exportación del vino envasado en ánforas Dr. 1B lo acercan a un comercio organizado por importantes comerciantes campanos, que probablemente se proveerían del barco para su operación comercial de un armador de su confianza en su entorno geográfico más próximo. Los trabajos de Guibal y Pomey (2009: 222-225) fueron más allá al señalar que la analítica de las arenas volcánicas documentadas como lastre en el casco indicaban la región de Nápoles y que la comparación de las especies vegetales utilizadas y las características constructivas del pecio *Dramont A*, les llevó a proponer para este segundo pecio un idéntico origen napolitano, dato al que nos hemos referido ya con anterioridad (*Vid supra* p. 70 y p. 605).

Nombre del yacimiento	del	Periodo	Unión de las cuadernas al casco
<i>Madrague Giens</i>	de	Helenístico republicano	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Dramont A</i>		Helenístico republicano	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Albufereta I</i>		Altoimperio	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Giraglia 1</i>		Altoimperio	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Napoli A</i>		Altoimperio	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Bou Ferrer</i>		Altoimperio	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Saint Gervais 3</i>		Altoimperio	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Napoli B</i>		Bajoimperial	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Napoli C</i>		Bajoimperial	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Pomègues</i>		Bajoimperial	Cabillas de madera y clavos a punta perdida
<i>Laurons IV</i>		Bajoimperial	Cabillas de madera y clavos a punta perdida

Tabla 43.- Resumen de los pecios que alternan cabillas y clavos a punta perdida.

Tenemos pues dos pecios que en época republicana y relacionados con la exportación del vino itálico envasado en ánforas Dr. 1B, han sido puestos en relación con la región de Nápoles. Aparte de características como puede ser el fondo pinzado *à retour de galbord* y el doble casco, es de nuestro interés señalar que comparten una misma técnica para unir la carpintería transversal al casco. Esta se basa principalmente en cabillas de madera verticales (Fig. 507) que se alternan con cierto ritmo con clavos a punta perdida que parecen hacer de “conectores” entre los dos forros y las cuadernas (Fig. 508) es decir: esta podría ser la técnica predilecta para unir la carpintería

transversal al casco usada por los astilleros del entorno de *Neapolis* al menos³⁰⁸ desde en el segundo cuarto del s. I a.C. Pensamos que con la desaparición del registro arqueológico de los barcos a doble casco en época tardo republicana, aquellos que transportaban las pesadas Dr. 1 apiladas en varios pisos, la técnica de unión debió pervivir en el alto imperio en el saber consuetudinario de los astilleros napolitanos convertida ahora en un sistema en el que las cabillas de madera verticales se alternan rítmicamente con clavos de hierro a punta perdida colocados desde el exterior del casco, tras una primera unión de las cuadernas por cabillas, como nos justifican una serie de pecios de nuestro *corpus* como son *Napoli A* (*Vid. supra* p. 415) un pecio de finales del s. I abandonado en el fondo del puerto de *Neapolis* (Boetto 2005) que estaba junto con el *Napoli B* (*Vid. supra* p. 449) y el *Napoli C*³⁰⁹ (*Vid. supra* p. 451). El *Napoli A* pudimos ponerlo en relación con el pecio de la *Albufereta I* (*Vid. supra* p. 365) por una particular colocación de la cinta de carena, ya fuese por una reparación o una corrección de arquitectura. Se trata de una *praxis* nada frecuente únicamente documentada en estos dos yacimientos. Cuando revisamos el sistema de unión de la carpintería transversal al casco vemos que en ambos yacimientos (*Napoli A* y *Albufereta I*) se basa en cabillas verticales que se alternan con clavos a punta perdida, técnica también documentada en la última campaña de excavación del pecio *Bou Ferrer* (*Vid. supra* p. 351), gran mercante con un cargamento de Dr. 11 con salsas de pescado, cuyas particulares ánforas están bien documentadas en los niveles de destrucción de Pompeya³¹⁰ del 79 d.C. lo que podría poner a barcos como el *Bou Ferrer* en relación con una vía de comercio de la Bética hacia Nápoles quizás organizada por *mercatores* y *negotiatori* campanos.

Hemos hecho referencia a la cuestión que nos plantea el pecio de la *Giraglia I* (*Vid. supra*) respecto a la zona de encuentro cultural entre la Campania y el Lacio, una área de transición cultural entre las dos zonas geográficas. El *Giraglia I* se trata al igual que *Ladispoli* (*Vid. supra* p. 293) y *Giraglia 2* (*Vid. supra* p. 378) de un barco con una alta probabilidad de ser construido específicamente para el transporte a granel de vino en *dolia* dado su particular cargamento. Las *dolia* por motivos técnicos de organización de su estiba con las formas del barco, la construcción de la cubierta, la situación del mástil y la cabina de los marineros, debieron ser colocadas en el casco durante el mismo

³⁰⁸ Quizás con anterioridad a estos dos pecios (*Madrague de Giens* y *Dramont A*) y tal como refleja el Gráfico 6, la técnica de cabillas de madera que hacen de tacos a clavos fuese más relevante en el ámbito campano.

³⁰⁹ El *Napoli C* se trata de una *horeia*, destinada a las actividades portuarias y no al transporte marítimo o la navegación, pero fue incluida en nuestro *corpus* ya que nos aporta un dato importante por lo que hace referencia a su técnica de unión de las cuadernas al casco, en el sentido que podemos argumentar que su astillero de construcción estuvo en el entorno napolitano.

³¹⁰ Observación personal nuestra de los almacenes pompeyanos. La cuestión nos fue aclarada por Albert Ribera (SIAM) a quien agradecemos su ayuda.

proceso de construcción de la nave tal y como ya apuntaron Carre y Roman (2008: 175). Tratándose pues de *dolia* pertenecientes a los *Piranii* (Gianfrotta 1987) se puede establecer que la situación del astillero o astilleros que construyeron los barcos a los que nos hemos referido estaría en el entorno de *Minturnae* y el río Garigliano.

La técnica que encontramos para la unión de las cuadernas al casco en los pecios con *dolia* de *Ladispoli* y *Giraglia 2* es bastante coincidente entre ellas, al igual que lo son otras características constructivas de estos barcos (*Vid infra*). Las cabillas de madera en vez de estar colocadas de manera vertical como viene a ser lo común, lo están en bisel, en algunas ocasiones en *Ladispoli* y regularmente en *Giraglia 2*. Esta técnica fue documentada de manera circunstancial en uno de los pocos fragmentos de cuadernas que se hallaron en la excavación del pecio de *Giraglia 1* (Fig. 264, p. 334) sin embargo Marlier estableció que la técnica para unir las cuadernas al caso de manera general son las cabillas verticales y los clavos a punta perdida, técnica que comparten los pecios del entorno de *Neapolis* como son el *Napoli A, B, C* y *Albufereta 1*. Si valoramos que todos los pecios de nuestro *corpus* destinados a este tipo de comercio con *dolia* de los *Piranii* de *Minturnae* fueron construidos a la vez que se instalaban sus contenedores como barcos cisterna y son dos los tipos de uniones de la carpintería transversal con el casco queremos proponer que en *Minturnae* y su entorno se podría situar la zona de transición cultural entre Campania y el Lacio por lo que hace referencia a la arquitectura naval, siendo quizás un crisol de tradiciones y técnicas constructivas de ambas regiones geográficas en el s. I d.C.

24.1.1. GIRAGLIA 2, LADISPOLI Y EL COMERCIO DEL VINO A GRANEL

Hemos dedicado un amplio epígrafe al pecio de *Giraglia 2* (*Vid. supra* p. 378) en cuyo estudio de arquitectura naval participamos activamente junto con Marlier. No es nuestra intención aquí esbozar la organización del comercio del vino a granel durante el cambio de la Era y el s. I sino más bien poner esta cuestión en relación con las características funcionales y arquitectónicas de los dos pecios con restos del casco conservados relacionados con esta fórmula de comercio como son *Ladispoli* y *Giraglia 2*. Pensamos que estos yacimientos son un ejemplo del cambio en la concepción arquitectónica de los barcos para cumplir con las funciones demandadas en el nuevo escenario comercial que se abre desde finales del s. I a.C.

Si hacemos un breve repaso sobre la cuestión del espacio de navegación del *Giraglia 2* somos de la opinión que si esta nave está participando de un sistema de comercio marítimo organizado y en cierta manera particular y diferenciado del resto de fórmulas que se dan en su periodo, la nave debería estar adaptada a las necesidades comerciales como la “herramienta” que es, una máquina concebida para satisfacer unas necesidades concretas (Fig. 517, p. 659). Cuando ponemos en relación la *ratio* entre peso del contenedor y volumen del contenido, fácilmente se puede observar que el transporte marítimo en *dolia* es más favorable que el transporte de productos en cualquier tipo de ánfora conocida. Sin embargo, la pequeña eslora relativa de barcos como *Giraglia 1*, *Grand Ribaud D* y *Ladispoli* (Marlier 2008: 158) de en torno a la veintena de metros, deja patente que el interés de los comerciantes no era el poseer para este sistema de comercio mega-barcos cisterna de gran tonelaje de porte como salvando las distancias, pudo ser la *Madrague de Giens* en su momento. Si la *ratio* es tan favorable y la eslora es contenida, el interés de sus armadores claramente no es éste. Se

ha señalado en la bibliografía (Sciallano, Marlier 2008: 150) que estos barcos debían remontar los ríos hasta los mismos centros productores de vino para envasarlo a granel, evitando el transporte y costes “inútiles” del modelo de comercio que envasa en ánforas, sin que a su vez sean necesarias costosas infraestructuras portuarias. Planteamos pues que el objetivo de los comerciantes que utilizan barcos como *Giraglia 2* era disponer de un barco ágil y polivalente, capaz de navegar en diversos espacios náuticos (marítimo, lagunar y fluvial) cruzando las peligrosas lenguas de arena³¹¹, para poder llegar a los mismos puntos de producción de vino o puertos de almacenamiento, aprovechando la *ratio* favorable de las *dolia*. Esta cuestión se pone en relación con la modificación de la arquitectura de los barcos cuya evolución conduce a fondos más planos desde prácticamente la época de Augusto (*Vid. supra* p. 650).

Por otra parte hemos señalado en el epígrafe correspondiente en nuestro *corpus* que la situación muy aprobada en el *Giraglia 2* de lo que parece la carlinga del mástil, de la que únicamente tenemos como evidencia un perno de cobre en la quilla, nos lleva a plantear que esta nave podría ser de aquellas representadas en la iconografía con vela livarda o tarquina (Estela del Museo de Tasos o relieve funerario de Salónica, Basch 1987: 478) con un mástil aprobado que podría ser usado a su vez como percha de remolque, para conducir la nave por espacios náuticos deltaicos, lagunares o fluviales, posibilidad que Marlier apuntó con la llegada de los barcos de *dolia* por el Ródano hasta Lyon (Marlier 2008: 166). Para guiar a un barco por una zona de desembocadura de río es necesaria la participación y ayuda de los locales, los únicos que conocen los caminos frágiles que se alteran rápidamente, por donde es mayor el calado y por los que puede introducirse o sacarse un barco sin embarrancarlo y hundirlo. Dentro de un modelo magistral explicado por Aranegui (2007: 411-412) (*Vid. supra* p. 602) opinamos que se produciría un intercambio de experiencias y conocimientos entre los navegantes y los locales, cuestión de nuestro interés que valoraremos en el epígrafe sobre la arquitectura naval de los barcos de la *Tarraconensis* (*Vid. infra* p. 677) con la cuestión de la arquitectura del eje axial (quilla, tracas de aparadura) del pecio de *Cap del Vol* que tiene muchas similitudes con el pecio *Giraglia 2*.

Continuando con la enumeración de características particulares del pecio *Giraglia 2* señalando ahora que la presencia de las cabillas de unión de la carpintería transversal con el casco están colocadas en bisel, en un costado del barco aprovechando la cara a proa de las cuadernas y en el otro costado del eje axial aprovechando las caras a popa de éstas. Interpretamos tras la realización de un modelo experimental (*Vid. supra*

³¹¹ Aparte de descender el calado, en estas lenguas de arena con poco mar que exista crece fuerte el oleaje, con el peligro que ello conlleva para las embarcaciones que quieren cruzar estas “fronteras” entre las aguas marítimas y las interiores.

p. 530) que atiende a un condicionante técnico de la ejecución de las perforaciones en las cuadernas desde el interior del casco, ya que es difícil preestablecer la trayectoria precisa de éstas. Queremos recordar que las cabillas colocadas en bisel para unir las varengas al casco no son únicas en este pecio de *Giraglia 2* ya que se documentaron ocasionalmente en el pecio adscrito al entorno napolitano *La Madrague de Giens* (Fig. 518) pero también en los pecios que adscribimos de manera general a la Magna Grecia como son *Roche Fouras* y *Palamós* (Vid. *supra* p. 646). Sin embargo como hemos mencionado anteriormente es en el pecio de *Ladispoli* también con *dolia* de los *Pirani* de *Minturnae* donde encontramos un paralelo claro en la ejecución de esta técnica de colocación de las cabillas de unión en bisel, organizadas a un lado y otro de la quilla.

En el pecio de *Giraglia 2* las tracas de apardura estaban hechas en roble (*Quercus* sp.) y la quilla de encina (*Quercus ilex* sp.). Se trata de unas especies vegetales menos frecuentes en las tablas del casco de lo que aparentemente podría parecer en la arquitectura naval antigua (Guibal, Pomey 2002: 96) presente solo en algunos pecios (Tabla 41, p. 648). La utilización de roble para la fabricación de las tracas del casco está documentada en el pecio de *Giraglia 1* y *Fiumicino 1*. Si comparamos la función y el espacio de navegación del pecio de *Fiumicino 1* con parte de su casco construido en esta especie vegetal con el pecio fluvial de *County Hall* (Marsden 1994) (Nota 176, p. 335) construido íntegramente en roble, se nos plantea la idea de que quizás esta especie vegetal sea más apta para la construcción de barcos cuyo espacio de navegación sea fluvial (completamente en roble) o fluviomarítimo (roble y otras especies) como p.e. *Giraglia 2*. Por otra parte el roble es una madera de gran dureza, utilizada en la construcción naval de estado, en las quillas de los barcos de guerra que se sacan de agua e hibernan; quizás como explica Theophrasto en *Historia Plantarum* V, 4, 3, porque el roble es una buena madera para la construcción naval en espacios fluviales y lagunares por sus cualidades contra la putrefacción, a diferencia de los espacios náuticos marítimos donde el agua salada le afecta rápidamente.

La combinación de únicamente dos especies para la carpintería transversal (*Quercus* y *Ulmus*) detectada en el pecio de *Giraglia 2*, solo la hemos encontrado en el pecio de *Caveaux I* que proponemos tuvo su construcción en Campania o Calabria.

En el proceso constructivo del pecio de la *Giraglia 2* con la presencia de una varenga asimétrica con función de cuaderna activa³¹², parece que le da un papel a la carpintería transversal superior al considerado inicialmente, si bien hablamos siempre de una ayuda al proceso de construcción, dentro de naves que son concebidas

³¹² Presentando nuestra conclusión en el Congreso ISBSA 13 realizado en Ámsterdam el día 10 de octubre de 2012 cuyo artículo se encuentra en preparación.

longitudinalmente y construidas a *casco primero*. Se trata del ejemplo conocido más antiguo³¹³ que presenta cuadernas activas.

Como elemento de detalle queremos señalar que la forma de los extremos de varias espigas en el pecio de ***Giraglia 2*** como por ejemplo la que está introducida en la quilla (Fig. 413), son muy angulosas y nos recordaron a las dibujadas del pecio de ***Colonia de Sant Jordi*** (Fig. 143) barco con cargamento itálico de principios del s. I a.C. que también eran parecidas a las de la nave *caudicaria* del Tíber de ***Fiumicino 1*** (Fig. 386) del s. IV.

La suma y valoración de esta serie de argumentos nos han conducido a interpretar la construcción del ***Giraglia 2*** como específica para el tipo de transporte de *dolia* y modelo de comercio del que está participando. Es sintomático que las particularidades que presenta este pecio, tan solo podamos compararlas en la actualidad directamente con el pecio de ***Ladispoli***, lo que nos lleva a proponer que pueden representar los rasgos y trazas de una *firma arquitectura*³¹⁴ de la zona de transición entre la Campania y el Lacio:

- Barco de fondo plano
- Quilla más ancha que alta situada en un plano inferior al de las tracas de aparadura.
- Presencia mayoritaria de varengas planas frente a semicudernas
- Cuadernas con un tacón central con imbornal central, en ocasiones en contacto con la quilla (***Ladispoli***) o siempre en contacto con la quilla (***Giraglia 2***). Nunca con uniones a la quilla.
- Algunas cuadernas con cabillas colocadas en las caras laterales, colocadas en una cara en el lado de estribor y en la opuesta en el costado babor (***Ladispoli***). Todas las cuadernas con cabillas en las caras laterales, diferenciando la colocación en las caras laterales, a cada lado de la quilla (***Giraglia 2***).
- Imbornales laterales en las cuadernas de tamaño pequeño y perfil triangular.
- Malla apretada en relación con la altura de la carpintería transversal
- Coincidencia en las formas de la quilla y la traca de aparadura en secciones transversales en los extremos distales de ambos pecios

³¹³ Información personal inédita del profesor Pomey a quien agradecemos que haya compartido con nosotros sus reflexiones.

³¹⁴ La adecuación de una arquitectura a un transporte concreto se hace a partir del conocimiento consuetudinario de los carpinteros navales que construyen el barco, luego ello se hará visible en determinadas particularidades de la construcción.

- Homogeneidad de la carpintería transversal en el **Giraglia 2** con especies robustas (*Quercus* sp.; *Ulmus* sp.) y en **Ladispoli** (*Quercus* sp.; *Ulmus* sp.; *Populus* sp.) a diferencia de la heterogeneidad habitual en la construcción en la antigüedad.
- Varengas y genoles sin contacto directo.
- Presencia de brea en la cara inferior de las cuadernas

Hemos propuesto que los elementos a valorar en los pecios de cara a agruparlos en *firmas arquitecturales* dentro de sus respectivas *familias*, junto con sus posibles zonas geográficas de construcción (Tabla 33, p. 607) son fundamentalmente la técnica utilizada para el sustento de las cuadernas al casco valorando las características de la quilla, alefrices y las tracas de aparadura; estos elementos son la clave para la interpretación. Las consideraciones técnicas de la construcción de un barco con el particular cargamento de *dolia* nos llevan a afirmar con la prudencia necesaria, que si se puede adscribir la fabricación de las *dolia* del **Giraglia 2** al ámbito geográfico de *Minturnae*, entonces se podría asignar un origen geográfico preciso para barcos con las mismas características *firma arquitectural* que **Giraglia 2**. Los pecios de **Ladispoli** y **Giraglia 2** con una concepción específica destinada al transporte de vino a granel en *dolia*, presentaban una serie de características coincidentes que nos llevan a proponer que plasmaban el saber consuetudinarios de los carpinteros navales del entorno de la desembocadura del río Garigliano (Fig. 519) en Minturno, es decir reflejaban en su construcción las tradiciones vivas en el sur del Lacio entre el cambio de Era y el s. I d.C.

Una de las características observadas en ambos pecios y bien estudiada por nosotros en el caso del modelo de experimentación del **Giraglia 2** era la particular sección rectangular de las tracas de aparadura y como éstas estaban situadas en un plano superior al de la quilla. Nuestra hipótesis de trabajo sobre la adscripción de los barcos con *dolia* a *Minturnae* siendo esta zona un punto de encuentro cultural se completaría en parte por el estudio de detalle de la arquitectura del eje axial de las naves de *Nemi* (*Vid. infra*), que había sido pasado por alto en la bibliografía.



Fig. 519.- Desembocadura del río Garigliano en Minturno. (Foto: Autor)

24.2. LACIO

Hemos mencionado con anterioridad (*Vid. supra* p. 634) como la técnica de unión de la carpintería transversal con el casco documentada en las naves de *Nemi* era para nosotros argumento suficiente como para plantear que las cabillas de madera que hacen de taco guía a clavos (a punta retorcida en este caso) era la técnica predilecta por los constructores navales de la zona del Lacio, es decir la *praxis* a la que le tenían mayor apego. La técnica de unión de la carpintería transversal señalada nos ha permitido en el epígrafe sobre la hibridación de la arquitectura naval latina con la púnica (*Vid. supra* p.629) poner en relación varios pecios (Tabla 37, p. 639) señalando que serían arquitecturas navales de Roma y su entorno latino.

Las naves del lago de *Nemi*, están situadas a unos 30 Km de la ciudad de Roma. Las mencionadas embarcaciones eran dos grandes naves de fondo plano destinadas a ser verdaderos palacios flotantes para el emperador Calígula y su construcción debió tener un impacto en el entorno y su gentes equivalente según Bonino (2003: 61) a la construcción de una verdadera flota naval, con todo lo que ello comporta a nivel de demanda de carpinteros y madera. Las naves fueron excavadas tras el desecado parcial del lago en la década de los años treinta del pasado siglo, fueron llevadas a un museo construido para ellas. Lamentablemente los avatares de la guerra provocaron un incendio en el edificio perdiéndose para siempre, por lo que en la actualidad la información existente se basa fundamentalmente en el trabajo de Ucelli de 1940. Para nosotros son dos barcos de excepcional interés, dado que su marco geográfico necesariamente circunscrito al lago, nos permite observar detalles constructivos que nos

pueden permitir hablar de las técnicas consuetudinarias de los carpinteros de ribera de la zona del Lacio.

Por lo que hace referencia a la técnica utilizada para unir las cuadernas al casco, fundamentalmente consiste en cabillas de madera que hacen de taco o guía a clavos de hierro a punta retorcida, técnica que sostenemos podría pertenecer a la idiosincrasia púnica adoptada por Roma tras la Primera Guerra Púnica. El pecio situado en el puerto de Claudio, *Fiumicino 1* en el s. IV d.C. con un espacio de navegación completamente local por ser una nave *caudicaria* en el Tíber, sigue utilizando la misma técnica para la unión de las cuadernas al casco en el Bajo Imperio que la descrita para las *Naves de Nemi*. Con menor profusión pero representativas porcentualmente, en la *Naves de Nemi* existen cabillas de madera que colocadas desde el exterior del casco no han llegado a atravesar completamente la cuaderna (Fig. 509, p. 636). Queremos señalar que sin un desmonte completo de esta carpintería transversal es difícil contabilizar su profusión. Por otra parte es una técnica poco documentada por la arqueología naval y que puede estar justificado por este argumento de la ausencia de desmontajes para el estudio en la mayoría de pecios. Señalamos por último como dato particular en las naves de *Nemi* es que los diferentes tramos que componen las cuadernas se unen a tope entre ellos, algo muy poco frecuente en la carpintería naval grecorromana, tan solo observado en *Colonia de Sant Jordi* (100-80 a.C.); (Fig. 522).

Es de gran interés la sección transversal que presentan las naves de *Nemi* dentro de nuestro discurso de tradiciones consuetudinarias ligadas a zonas geográficas. Los fondos planos para las líneas del casco, están en relación con espacios náuticos en los que existen desembocaduras de ríos que crean barras arenosas que el mar sitúa a su capricho, espacios deltaicos o marismas (*Vid. supra* p. 650). Como hemos señalado en varias ocasiones, el pecio de *Giraglia 2* presenta unas líneas de casco planas, pero el elemento que queremos traer a colación de su arquitectura es la forma rectangular de sus tracas de aparadura en la zona de manga máxima del casco y cómo éstas están situadas en un plano de altura superior al de la quilla (Fig. 515, p. 657). Ello crea una especie de canal central que sostenemos es aprovechado para hacer que las varengas tengan más puntos de apoyo lateral en el eje axial del barco. Parece la evolución de la concepción del eje axial con tracas de aparadura “retorcidas” *à retour de galbord* en barcos de fondos suaves en época republicana (p.e. *Roche Fouras*, *Cavalière* o *Palamós*) hasta barcos de fondos planos en época imperial. Este elemento fue observado en su momento igualmente en *Ladispoli* (Carre 1993) y ahora por nosotros en los barcos de *Nemi*.

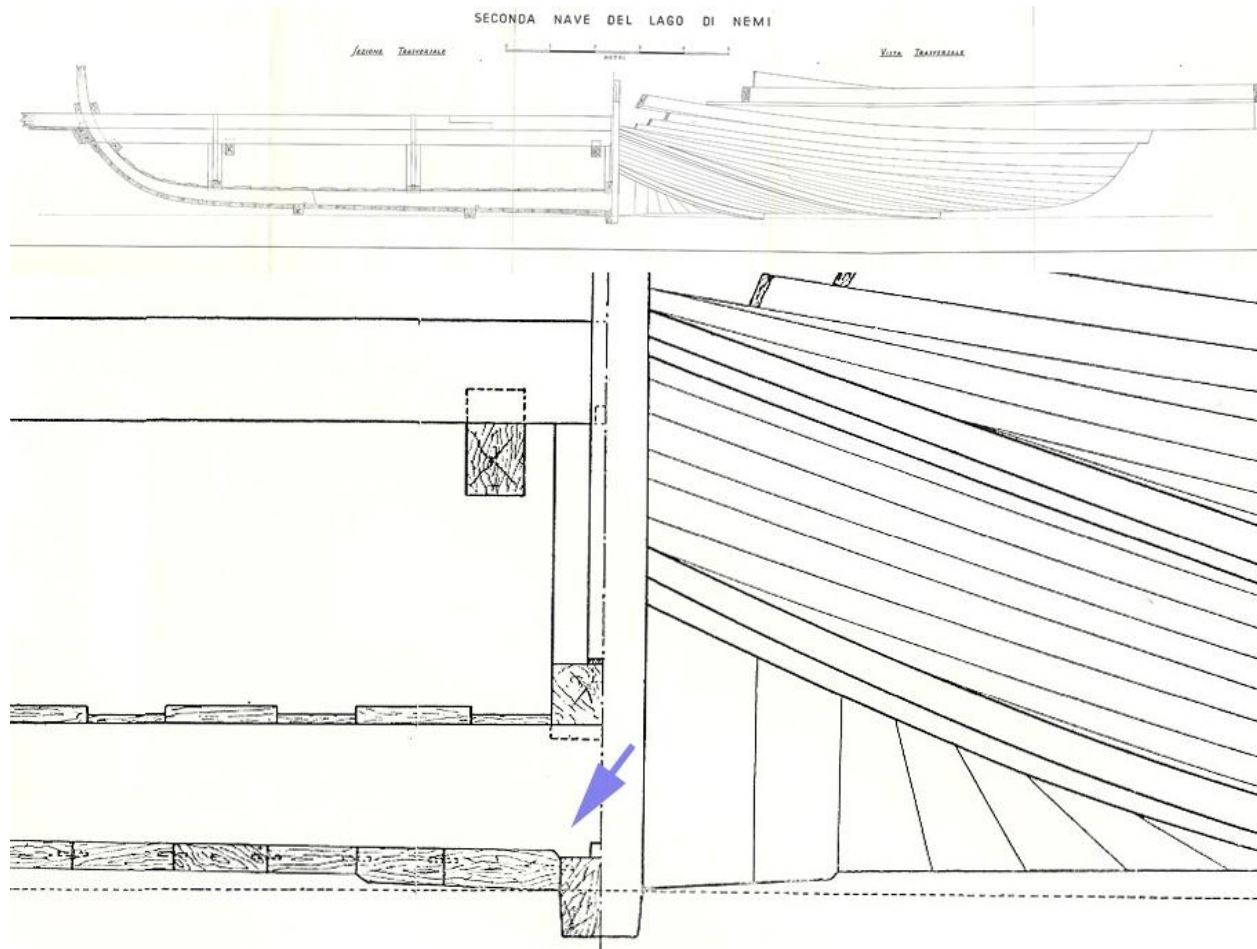


Fig. 520.- Sección transversal de un costado de la segunda nave de Nemi, donde podemos observar como las tracas de aparadura y segundas tracas, han evolucionado desde la forma pentagonal republicana hasta una forma rectangular, estando situadas sus caras superiores en un plano por encima del de la quilla. La varenga presenta un pequeño tacón para acoplarse en este espacio. (Ucelli 1950: Tavola 2)

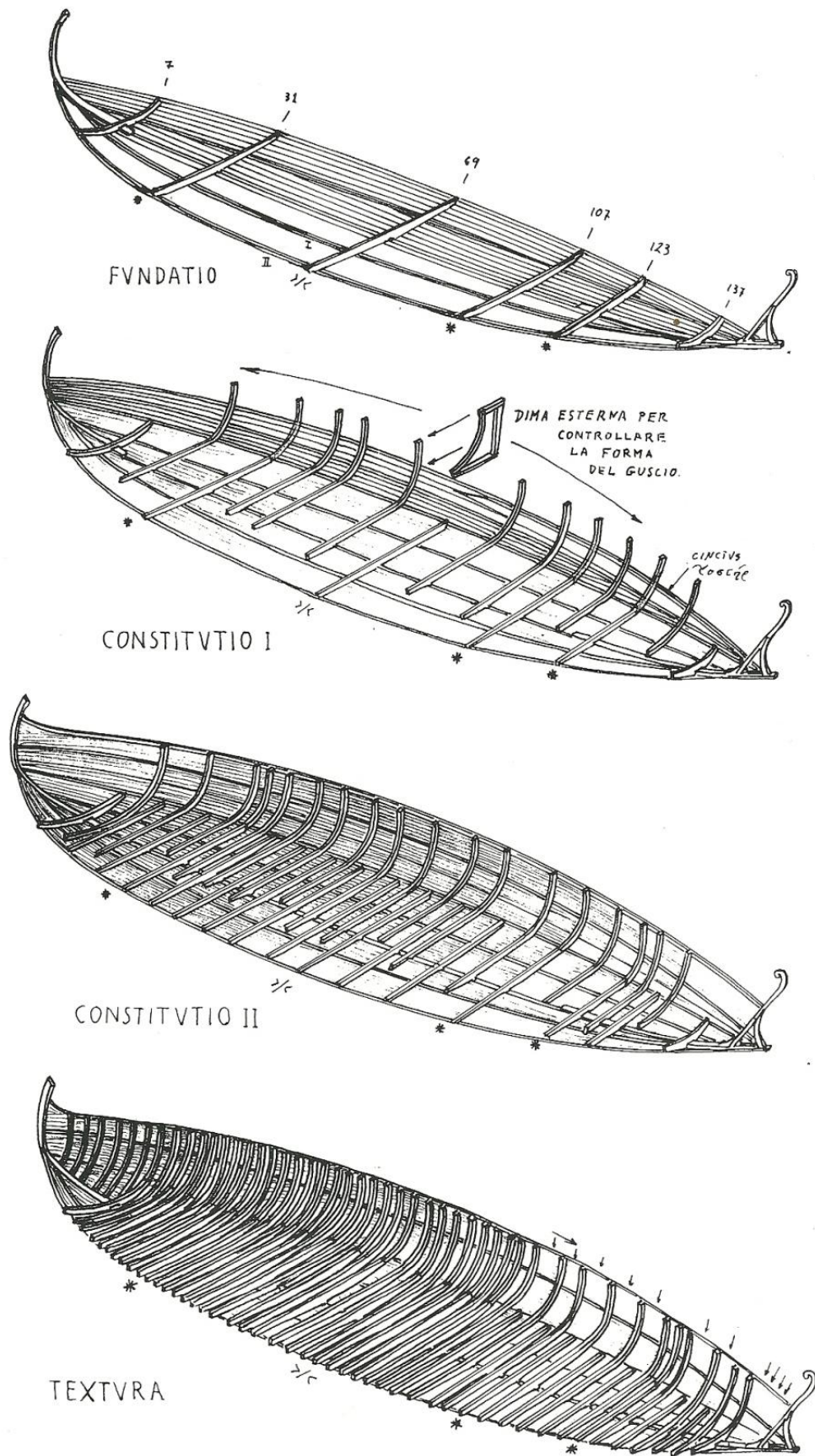


Fig. 521.- Proceso constructivo de las naves de *Nemi* propuesto por Bonino como una secuencia donde se observan las varengas asimétricas, semejantes a *Giraglia 2*. (2003: 68-72)

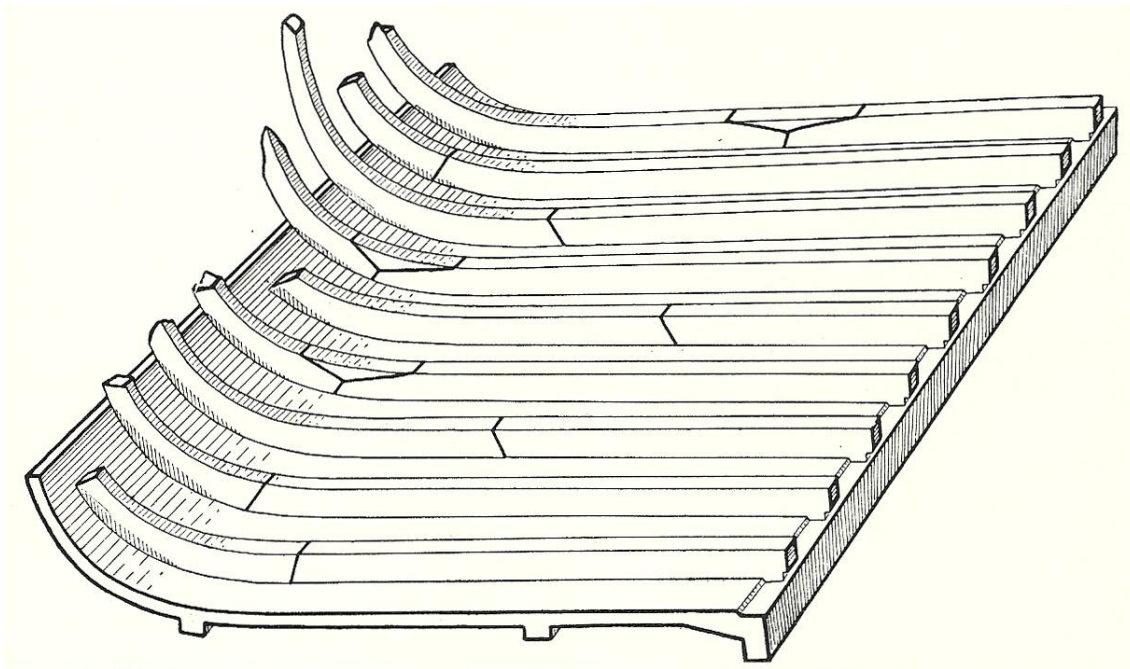


Fig. 522.- Particular disposición de la carpintería transversal en las naves de *Nemi* donde observamos como los diferentes tramos que componen las cuadernas se unen a tope o en bisel, algo poco frecuente en la carpintería naval grecorromana. (Ucelli 1950: 157)

Lo que nos sirve para poner en relación los pecios con *dolia* de *Ladispoli* y *Giraglia 2* con *Nemi* ya que estos barcos comparten la poco frecuente carpintería con la quilla situada en un plano inferior al de las tracas de aparadura que crean una especie de canal central, característica que no observamos en el pecio *Bou Ferrer* de la segunda mitad del s. I d.C. barco que adscribimos a un astillero del entorno de *Neapolis*. Podría ser que en el s. I d.C. este tipo de concepción de la arquitectura del eje axial vista en *Nemi*, como una evolución de los fondos planos con tracas de aparadura “retorcidas” hacia el exterior fuese la característica de los barcos construidos entre el río Garigliano y el Tíber, pudiendo ayudar a determinar una *firma arquitectural* del Lacio.

24.3. NARBONENSIS

Hacer un epígrafe que resuma las características de las naves que entendemos fueron construidas en los astilleros de la *Galia Narbonensis* sería repetir muchas de las informaciones que hemos señalado con anterioridad al valorar el posible origen magno griego de la técnica de las ligaduras internas en bucle para unir las cuadernas al casco (Vid. *supra* p. 646 y 662) y del grupo de barcos que constituyen esta *firma arquitectural*. Los vinos itálicos comercializados en el s. II y I a.C. seguramente fueron transportados en muchas ocasiones a las costas de la *Galia Narbonensis* por *navicularii* de ascendencia jonia, transportados en barcos de su momento, es decir con las características propias de la *familia arquitectural helenístico republicana*, pero que en el detalle plasman la utilización de una técnica de origen griego para la unión de las cuadernas al casco mediante ligaduras internas. Durante finales de la época republicana, poco a poco Empúries es eclipsada por el puerto interior de *Narbo* que ya en la época imperial debió tener un importantísimo tráfico marítimo. Muchas de las embarcaciones que participaron de operaciones de comercio que hacían escala en los puertos de *Narbo* y *Arelate* pensamos fueron construidas según una idiosincrasia propia marinera de la

zona geográfica del mediodía francés, fruto a su vez de numerosas hibridaciones entre lo magno greco, lo massaliota y en menor medida de lo ibero (Tabla 44), que se dieron durante el periodo helenístico republicano.

Nombre del yacimiento	Periodo	Forma en sección transversal	Líneas del casco	Unión de las cuadernas al casco
<i>Plane I</i>	Helenístico republicano	Desconocida	Angulosas « à retour de galbord »	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada
<i>Cap Béar 3</i>	Helenístico republicano	Más alta que ancha	Redondeadas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada
<i>Dramont C</i>	Helenístico republicano	Más ancha que alta	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada
<i>Ilot Barthelemy B</i>	Altoimperio	Cuadrangular	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada
<i>Port-Vendres 3</i>	Altoimperio	Desconocida	Desconocido	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada
<i>Baie de l'Amitié</i>	Altoimperio	Más ancha que alta	Planas	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada

Tabla 44.- Pecios que presentan una técnica de unión de las cuadernas basada en ligaduras internas bloqueadas por cabillas y que adscribimos su construcción a la *Galia Narbonensis*.

La arquitectura de las naves construidas tanto en el Lacio como en la Campania que estuvieron relacionadas con el comercio del vino en época Alto Imperial, imprimirán con fuerza su sello sobre las tradiciones navales propias de la *Narbonensis* y la *Tarraconensis*, que si bien continuarán con su idiosincrasia hasta mediados del s. II como ejemplifica el *Port Vendres 3*, ultimo pecio conocido con ligaduras internas para unir las cuadernas al casco en el s. II d.C., poco a poco habían ido incorporando elementos foráneos hasta que finalmente se uniformizaron las técnicas con construcción naval en el mediterráneo occidental llegándose de manera “romanizada” a la *familia arquitectural imperial*.

24.4. TARRACONENSIS

Hacer una valoración de las técnicas arquitecturales de los barcos construidos en las costas de la *Hispania Citerior*, las que posteriormente fueron las de la *Tarraconensis*, equivale a hablar de una arquitectura naval muy particular que pensamos es heredera de un saber consuetudinario que se remonta al menos al s. VI a.C. (*Mazarrón 1 y 2*) y que en el periodo romano está depositado en la cultura ibérica. Hemos valorado anteriormente cuales son los elementos directores que entendemos nos pueden permitir hablar de una arquitectura naval propia de la cultura ibérica (*Vid. supra* p. 625). Tras un *hiatus* importante de prácticamente cuatro siglos, somos de la opinión que el particular pecio de *Cap del Vol*, datado en el cambio de la Era, podría ser la última evidencia en el registro arqueológico de una forma de construir barcos propia de las gentes de la Península Ibérica, donde las ligaduras tenían un rol importante, como más adelante explicaremos.

Señalamos a modo de resumen que los barcos construidos a casco primero con las tracas unidas a tope mediante la técnica de espigas y mortajas junto con una

carpintería transversal unida al casco mediante ligaduras externas, pueden permitir identificar a las naves construidas según una tradición de arquitectura naval propia de las gentes de la Península Ibérica con una clara influencia del mundo fenicio púnico (Pomey *et al.* 2012: 58) donde únicamente conocemos los dos barcos de *Mazarrón* y *Binissafüller*. En el periodo romano que ahora nos ocupa coincidiría *grosso modo* con el mundo del Ibérico Final donde *Cap del Vol* se presenta como el último testimonio de esta tradición, siendo a su vez un barco que únicamente se puede poner en relación directa con *Baie de la Amitié* (*Vid. supra* p. 404).

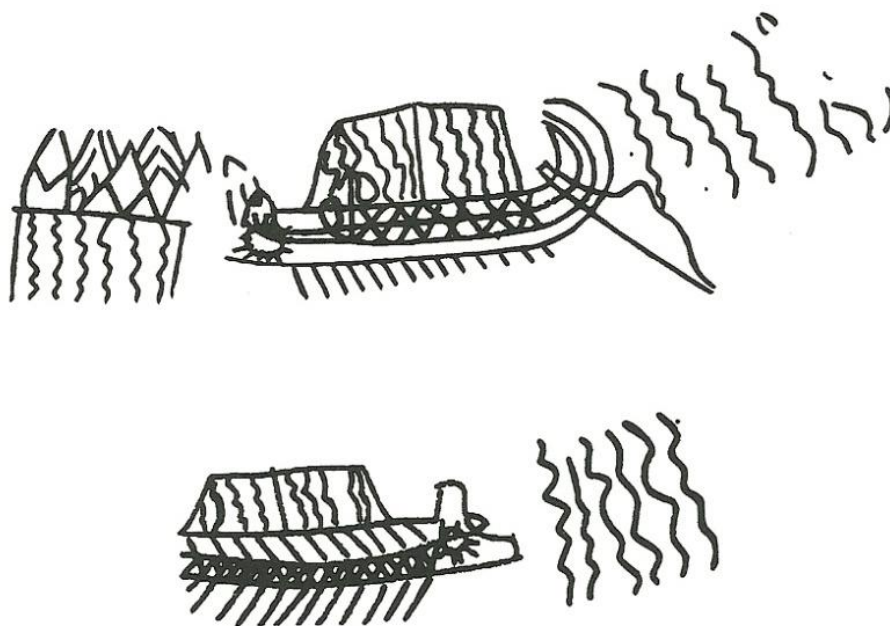


Fig. 523.- Naves con propulsión mixta posiblemente militares y varadas, representadas en una jarrita de dos asas gris ampuritana del poblado ibérico de Mas Boscà (en Pérez Ballester 2003: 288, 295)

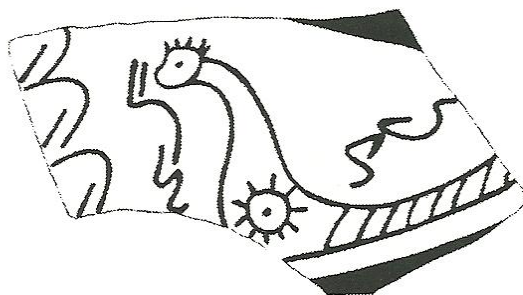


Fig. 524.- Fragmento de cerámica fina ibérica pintada del poblado del Puntal dels Llops (Llíria). Proa con forma de animal y *oculus* apotropaico muy esquemáticos. Principios del s. II a.C. (Bonet, Mata 2002)

La cultura ibérica no fue una cultura propiamente marinera, pero pensamos puede llegar a participar de las actividades náuticas para proporcionarse alimento y negocios, gracias a los contactos con las culturas de navegantes del mediterráneo (Fig. 523 y Fig. 524).



Fig. 525.- Vaso llamado 'de la batalla naval', por presentar una escena central con el enfrentamiento o huida de dos barcas de poco calado y particular velamen. (Foto: Museu Prehistòria)

El aprovechamiento de los recursos alimenticios como pueden ser la pesca, el marisqueo y la caza de aves en entornos lagunares con conexión marítima, como fueron por ejemplo los relacionados con la desembocadura del río Palancia adyacentes al yacimiento portuario del *Grau Vell* (Sagunto), seguramente llevaron a los iberos a proveerse de embarcaciones adaptadas a sus necesidades (Fig. 525) construidas por ellos mismos y en algunas ocasiones quizás representadas en la iconografía³¹⁵ (Fig. 526). La arquitectura naval de los barcos que se construyeron en estas latitudes, presentarán técnicas que son claras influencias de las culturas marineras que navegaron por las costas del levante peninsular y que fueron reinterpretadas por la cultura ibérica para construir sus barcos según sus propias tradiciones, herramientas y necesidades náuticas, como pensamos ilustra *Binissafüller* para el s. IV a.C. (*Vid. supra* p. 621).

³¹⁵ El trabajo de referencia en esta temática es el de Pérez Ballester (2003), si bien se ha publicado otro recientemente que trata la misma cuestión (*Cfr.* García Cardiel 2013)

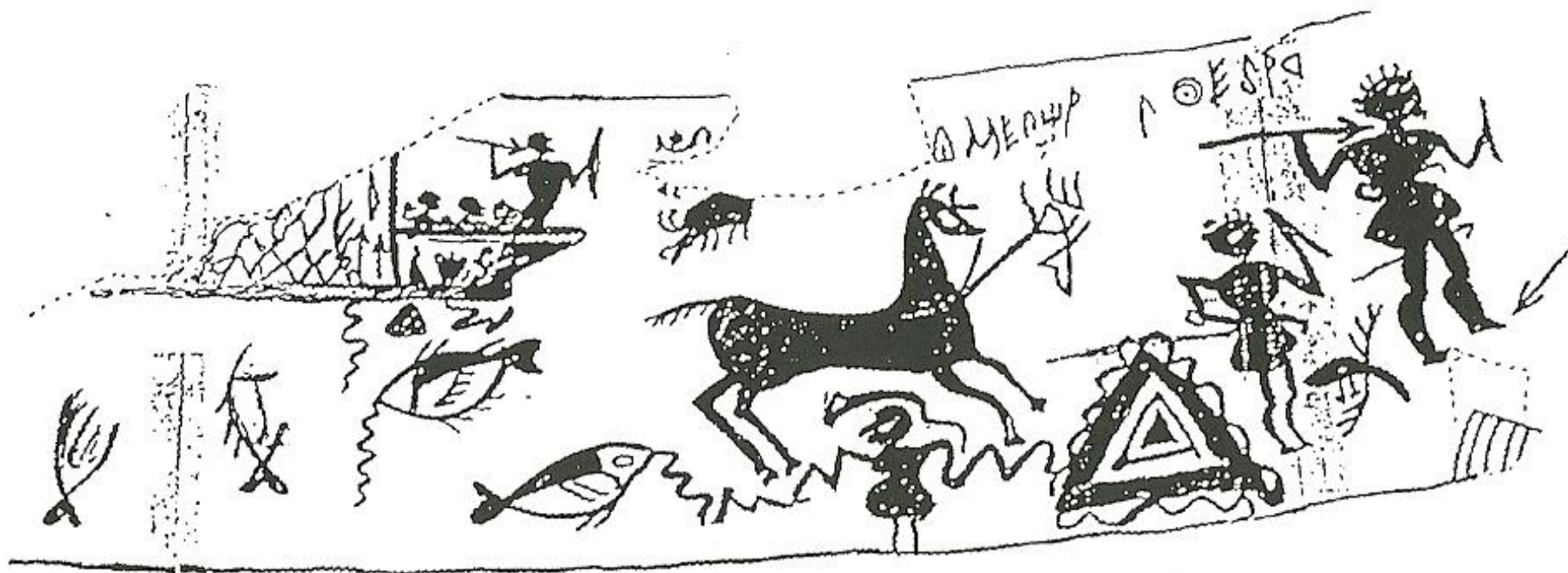


Fig. 526.- Vaso del Tossal de Sant Miquel con representación de una proa de embarcación, donde como es común en mucha iconografía antigua se transparenta el casco para que se vea el interior. Nos describe un paisaje mixto, pensamos que de laguna donde el barco aparece casi oculto (¿cañizos?) y donde conviven actividades de pesca y caza. (En Pérez Ballester 2003: 293).

24.4.1. *CONVENTUS TARRACONENSIS* (Cambio de Era y s. I d.C.)

La producción de vino a gran escala en la provincia de *Hispania Citerior* se inicia en las tierras de la *Laietania* donde encontramos una explotación intensiva del *ager* con numerosas *villae rusticae* en donde se elaboran vinos desde la década del 50/40 a.C. envasados en ánforas Pascual 1, *Laietania* 1 y más tarde ya en Dr. 2-4 que imitan formalmente a las itálicas. Hacia el cambio de Era se iniciará la producción masiva de vino en la provincia de la *Tarraconensis* (Perez Ballester 2009: 562)

Existe un conjunto de pecios en la costa catalana, cartografiados e inventariados por el CASC, relacionados con la exportación del vino tarraconense entre finales del s. I a.C. y mediados del s. I d.C. con unos restos de arquitectura naval conservados que no son coincidentes con las características principales de la *familia arquitectural helenístico republicana* (Cuadro sinóptico 2, p.77) por la ausencia de líneas pinzadas como son *Palamós*, *Cap del Vol* y los *Ullastres* y que presentan interés por ser yacimientos relativamente próximos a los centros de producción y exportación del vino tarraconense³¹⁶, envasado en ánforas Pascual 1 y *Laietana* 1.

Existen también numerosos ejemplos del comercio de los vinos tarraconenses envasados en ánforas Dr. 2-4 con pecios naufragados en aguas de Francia³¹⁷ e Italia (Liou, Scilliano 1985) durante todo el s. I d.C. Son naves en relación con los puertos de destino, donde únicamente el pecio *Perduto 1* (*Vid. supra* p. 369) presenta restos de arquitectura naval que nosotros proponemos podrían estar en relación con astilleros bien de la *Galia Narbonensis* o bien con las costas de la Magna Grecia (*Vid. supra* p. 646).

En Cataluña, los pecios que atestiguan la exportación del vino tarraconense son un conjunto importante del total de yacimientos subacuáticos, representando casi un 25% del total de los inventariados por el CASC (Nieto, Raurich 1998: 113 y Tablas 1 a 4), si bien entre ellos los testimonios de Dr. 2-4 son escasísimos.

Por lo que hace referencia a la arquitectura naval de estos pecios de las costas catalanas, los datos con los que contamos en la actualidad no son muy extensos, ni atienden a trabajos de gran detalle salvo los relativos a *Cap del Vol* (en curso de excavación en la actualidad) pero permiten un primer análisis puesto que pueden

³¹⁶ Del conjunto de pecios inventariados señalamos que *Cala Cativa I* (Port de la Selva) con ánforas Pascual 1, podría tener restos de la arquitectura naval conservados según se desprende de la información publicada (Nieto, Raurich 1998: 116) sin que existan más datos.

³¹⁷ Con ánforas Pascual 1, con menos trabajos publicados tenemos como ejemplo *Cap Bear 1 y 3*, *Port Vendres IV y V* (Deschamps, Jezegou 1992: 33), *Cap Gros*, *Mounine 2* (Hesnard 1992: 24), *Anse de Monfort* (Falguera 1995: 35).

ponerse en relación con la *firma arquitectural* de la *Galia Narbonensis* (Vid. *supra* p. 646 y p. 676) en naves de una eslora generalmente pequeña (en torno a los 15 m de eslora máxima³¹⁸)

Con un cargamento de ánforas layetanas tenemos el pecio de *Palamós* (Vid. *supra* p. 238) inventariado como *Illes Formigues I*, cuyo análisis de la carpintería transversal a partir de la documentación publicada hemos puesto en relación con la citada *firma arquitectural*, si bien por algunos detalles como son cabillas en bisel en las varengas a la altura del eje axial y las formas retorcidas de las tracas de aparadura que recuerdan enormemente a *Cavalière* y *Roche Fouras*, pensamos que su origen está en el astillero de alguna ciudad Magno Greca.

Por otra parte *Cap del Vol* con un cargamento principal de Pascual 1 y sin otro secundario asociado, pertenece también a la misma *firma arquitectural* si bien estudiándolo a un nivel de máximo detalle pensamos que está construido por un grupo de artesanos que está reproduciendo unas técnicas aprendidas donde hay trazas de un saber consuetudinario propio y ajeno al mundo narbonense. Estas trazas pueden ponerse en relación con las características principales de los barcos propios de la Península Ibérica a los que nos hemos referido con anterioridad, construidos por los iberos en el periodo cronológico de nuestro interés.

El pecio de *Els Ullastres*³¹⁹ (Palafrugell) no cuenta con un verdadero estudio de arquitectura naval, pero por las descripciones (Foerster 1988: 179) podría ponerse en relación con el grupo de pecios de la referida *firma arquitectural*. Se trata de una nave con cargamento homogéneo de ánforas Pascual 1 estibadas en dos capas, del que se excava solamente una pequeña porción de su casco (1.60 x 2 m), desde el codaste hasta el emplazamiento de la bomba de sentina, que comprende siete hiladas de cuadernas. Su excavador al referirse a su arquitectura naval señala “*parece idéntica a la de Cap del Vol*”.

Queremos destacar que ya Foerster (Foerster *et al.* 1987: 17) puso en relación arquitectura naval y cargamentos procedentes de Cataluña, hablando de barcos con las tracas de aparadura a 0° en relación con la quilla, para referirse a la forma casi plana³²⁰ de la obra viva de los pecios de *Cap del Vol*, *Ullastres* y *Perduto 1* todos ellos

³¹⁸ Lo que lleva por correspondencia a que la organización del comercio marítimo, las infraestructuras y la acumulación del capital sea acorde a la capacidad de transporte de estos barcos (Nieto, Raurich 1998: 122).

³¹⁹ Pecio no incluido en nuestro *corpus* por lo somero de su estudio.

³²⁰ Casi plana no significa 0°. En la zona del casco correspondiente con la manga máxima con las deformaciones propias del yacimiento, puede dar esa impresión, pero no nos parece una descripción correcta.

relacionados con la exportación del vino tarraconense. Si bien intuyó una relación que opinamos es estrecha en tanto que las “máquinas” utilizadas están adaptadas a una paleocosta y modelo de comercio que utiliza los cauces de los ríos, la terminología utilizada no es correcta porque hay más elementos en juego (fundamentalmente forma en sección de la quilla, tipo de alefriz y de las tracas de aparadura). Por ello no se adapta a la realidad, ya que podrían ser muchos los pecios de la *familia arquitectural imperial* que en la zona correspondiente con su manga máxima podrían ser definidos de esta manera, lejos geográficamente y cronológicamente del discurso que nos ocupa (p.e. *La Bourse* Marsella, s. II d.C.)

En los pecios de la costa catalana se observan unas líneas de casco suaves e incluso planas creadas por la unión de las tracas de aparadura a la quilla, que presenta un suave alefriz en bisel simple. La sección del casco, la escasa eslora y tonelaje de pecios como *Cap del Vol*, debe ponerse en relación con un sistema de comercio marítimo que requiere de naves que sean polivalentes en cuanto a que pueden navegar en diversos espacios náuticos. Aproximaciones a la costa, varados ocasionales, navegación en zonas lagunares y el remonte de ríos (Nieto, Raurich 1998: 123) nos hablan de una navegación en paleopaisajes muy comunes tanto en la Península Ibérica, como en el entorno del puerto de *Narbo*.

La presencia de cargamentos principales homogéneos de ánforas Pascual 1 no excesivamente grandes (p.e. 500 unidades), la ausencia de cargamentos secundarios, la escasa cerámica de la marinería o foránea en estos pecios de la costa catalana, llevó a proponer a Nieto y Raurich que los puertos de salida no tenían casi contactos con el exterior (1998: 123) y que se situaban muy próximos a los centros productores. Pecios como *Ullastres*, *Cap del Vol* o *Cala Cativa I* (entre otros) se presentan como naves con capacidad de carga para la producción de una pequeña propiedad y con una arquitectura naval adaptada a diversos espacios náuticos. Las características de este grupo de yacimientos con pequeña eslora y tonelaje de porte (25 t), fondos planos, quilla más ancha que alta, hace viable que las naves se aproximasen por las aguas interiores hasta el entorno de los mismos lagares. Sin ser buscado *ex professo*, pensamos que entre el último ¼ del s. I a.C. y el cambio de Era se estaba organizando un comercio marítimo del vino tarraconense en cantidad y con baja calidad³²¹ con destino *Narbo*, con unos costes de producción inferiores (y por ello de venta) al de otros modelos, ya que no son necesarios transportes intermedios por vías terrestres, fluviales o marítimas a puertos

³²¹ Vino joven en proceso de fermentación, como se deduce del agujero que se practicaba en las *opercula* de corcho de las ánforas que los envasaban, (Nieto, Foerster 1980: fig. 11).

con capacidad de almacenamiento y abrigo de naves³²². Parece la antesala a la fórmula de comercio del vino a granel transportado en barcos cisterna con *dolia* que representan pecios como el *Giraglia 2*.

Este comercio de las Pascual 1 se basaba en múltiples y frecuentes transportes de vino joven con destino a *Narbo*³²³, seguramente de pequeños productores que como unidad de comercio lo envasaban y lo llevaban a la venta al mercado narbonense. Primero mediante navegación interior y posteriormente en el espacio náutico marítimo, siguiendo una ruta de cabotaje o gran cabotaje desde la actual zona del Maresme. Somos de la opinión que barcos pequeños que participan de este comercio, por sus particularidades como ejemplifica *Cap del Vol*, son propios del entorno geográfico de los productores de vino, yendo en nuestro discurso más allá, al proponer que fueron contruidos por los carpinteros de ribera cercanos a los productores/comerciantes del vino.

Este modelo de comercio, con sus características algo endogámicas de pequeños productores, varía, también cronológicamente, si nos referimos al caso de los pecios con vino tarraconense envasado en ánforas Dr. 2-4³²⁴. En estos pecios hay más evidencias de contactos comerciales y también la presencia de cargamentos heterogéneos, algo que se interpretó por la distribución geográfica de los yacimientos³²⁵ (Nieto, Raurich 1998: 124-126) como prueba del tránsito de estas naves por el puerto principal de *Narbo* con rutas de navegación cuyos destinos finales estaban muy alejados de la *Galia Narbonensis*, no siendo equiparables por ello estos yacimientos a los relacionados con la exportación del vino en Pascual 1 o Layetana 1.

24.4.2. CAP DEL VOL, ¿EL ÚLTIMO BARCO IBÉRICO?

Hemos mencionado en numerosas ocasiones en nuestro trabajo que las particularidades del pecio de *Cap del Vol* merecían tratarlo en un epígrafe propio ya que desde un punto de vista de la investigación, pensamos que puede ser un pequeño hito en los estudios de arquitectura naval en nuestras costas, ya que primera vez proponemos

³²² El paleopaisaje en la mayor parte de la costa catalana y valenciana en época romana no requiere de grandes adecuaciones del entorno para establecer una zona de aguas abrigadas con fines portuarios. Cfr. Juan Fuertes 2002: 116; 2003: 232; 2009:135-140).

³²³ Con la excepción de *Cap Bear 3* que se presenta como una nave con un cargamento heterogéneo de redistribución que no se puede encuadrar en esta exportación de vino y que quizás ilustra un viaje de retorno desde el mercado del puerto de *Narbo*.

³²⁴ Si bien sustituye como contenedores a los anteriores, existe un cierto solape cronológico entre estas producciones.

³²⁵ Minoritarios en el tramo marítimo entre la costa catalana y Narbona.

una filiación cultural ibérica en un pecio datado en torno al cambio de Era (Nieto, Foerster 1980; Foerster 1980; Nieto 1982).

Recordamos que el pecio transportaba un cargamento de ánforas Pascual 1, cuyas cartelas pre-cocción permitieron interpretar que contenían vino producido en el *ager* de *Baetulo*. Las características del modelo de comercio (Nieto, Raurich 1998: 123) de estas pequeñas producciones de vino destinadas al mercado del puerto de *Narbo*, nos habla de barcos que remontaban los ríos, el Bessòs en este caso, para realizar la carga y desde allí dirigirse sin más contactos hacia el puerto de destino. Se trataría pues de un barco de fondo plano, menos apto en principio para una navegación de altura en condiciones adversas, pero muy apto para la navegación por aguas poco profundas, el refugio en ríos o albuferas y su varado en playas (Nieto, Foerster 1980: 170). La base de la quilla en la zona de la popa está protegida por una zapata de 12 cm de anchura y 2,5 cm de grosor y presenta su cara inferior muy erosionada algo que fue interpretado como desgaste por el varado o el tránsito en zonas de escaso calado.

En la cavidad principal de la carlinga y situada de canto, con el anverso hacia donde debía estar la mecha del mástil y el reverso apoyado en la cara vertical sur, apareció una moneda votiva muy erosionada. Se ha apuntado la posibilidad de *Saguntum* (Carlson 2007: 319) (Fig. 235, *Vid. supra* p. 310), si bien *Bolskan* parece la identificación más acertada. Independientemente de esta cuestión queremos remarcar que el rito religioso fundacional está relacionado culturalmente con el mundo itálico, pero en este caso bien podría ser que se eligiese una moneda culturalmente próxima a quienes realizan el rito o simplemente curso habitual en la zona geográfica.

Durante la campaña de excavación del año 2011 y 2012 dirigida por Vivar, De Juan y Geli, se han ido observando una serie de particularidades en la arquitectural naval del pecio que permiten elevar el grado de detalle y sistematización desde el nivel de *firma arquitectural* al de *práctica de astillero*. Por una parte se confirmó la hipótesis de trabajo de Marlier que situaba a este pecio dentro del grupo que presentan las cuadernas unidas al casco mediante ligaduras internas, pero a su vez de detectaron una serie ciertamente extensa de particularidades que nos han abierto otra línea de interpretación del yacimiento. Se detectan trazas y maneras de realizar una técnica constructiva bien conocida por un determinado grupo de artesanos, es decir se observan similitudes a nivel general con pecios contemporáneos y sobre todo con los de su *firma arquitectural*, pero se detectan a su vez enormes diferencias en el detalle y en lo particular.

A parte de muchos de detalles observados que por sí mismos ya individualizan la arquitectura de *Cap del Vol* (*Vid. supra* p. 314), queremos ahora dedicar una especial atención a la carpintería transversal. Las cuadernas presentan las trazas de una utilización previa a la unión con el casco mediante un sistema de unión por ligaduras internas en bucle. Es decir, nos parece que han sido reutilizadas en el astillero de construcción, procedentes de otro barco de líneas cuasi idénticas, en el que la técnica de unión con el casco fue mediante ligaduras externas, recordemos aquellas documentadas tanto en *Mazarrón* como en *Binissafüller* y que ponen a este pecio en relación directa con una tradición consuetudinaria de arquitectura naval propia de la fachada mediterránea de la Península Ibérica, la *familia arquitectural ibérica* (Pomey 2012: 25). Las trazas más importantes observadas en las cuadernas (Fig. 527) del *Cap del Vol* que nos llevan a incluirlo en la referida familia son:

- Ángulos superiores de las cuadernas rebajados mediante un bisel y restos de varias acanaladuras en las caras superiores de las cuadernas, transversales a su recorrido, una de ellas con marcas claras de erosión relacionadas con *ligaduras externas*.
- Colocación de un taco de madera que cierra por la cara superior de las cuadernas la regata para el paso de las *ligaduras internas*.
- Presencia de clavos para reforzar el bloqueo de algunas cabillas de madera que cierran las *ligaduras internas*.

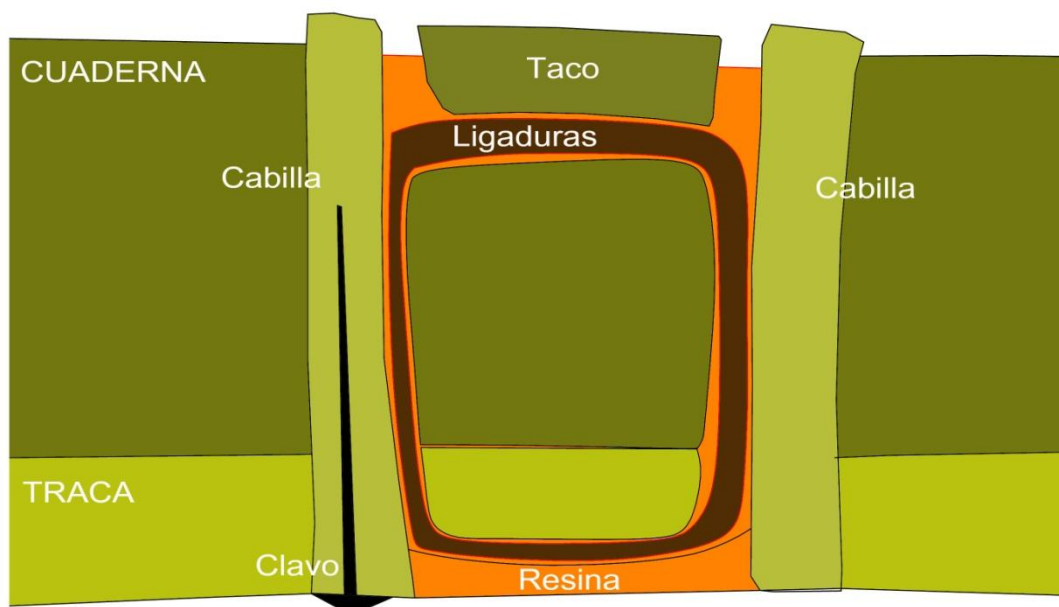


Fig. 527.- Sección esquemática de la técnica de ligaduras internas documentada en el pecio de *Cap del Vol* durante la campaña 2012. Obsérvese el clavo metálico a punta saliente que fija por dilatación la cabilla de la izquierda de la figura con la traca del casco. (Dibujo: Autor).

La ausencia de cualquier trabajo o adecuación de la cara inferior de las cuadernas del *Cap del Vol* nos llevan a sostener que las líneas de agua del barco que suministró las cuadernas y las del propio *Cap del Vol* eran idénticas, es decir compartían el mismo módulo de construcción, eran barcos casi iguales. A su vez en la ejecución de la técnica de ligaduras internas detectamos hibridaciones con la técnica de cabillas que hacen de taco guía a clavos metálicos que nosotros proponemos como propia de los barcos del Lacio (*Vid. supra* p. 672), cuestión no conocida en ningún pecio de la *firma arquitectural* relacionada con la *Galia Narbonensis* o la Magna Grecia. Parece pues que los *faber navalis* que construyen el pecio *Cap del Vol* tienen como objetivo mejorar su máquina abandonando las ligaduras externas para la unión de las cuadernas al casco pasando a copiar una técnica nueva para ellos que ejecutan con numerosos errores, es decir la *praxis* del bloqueo por cabillas de madera de las ligaduras es incompleto y lo resuelven mediante la utilización de una técnica conocida de origen itálico, que conocen y fusionan de una manera inédita. Cuando la acanaladura o regata de unión en la cara superior de las cuadernas es demasiado profunda se cierra con un taco de madera y en otras ocasiones la regata es inexistente y las ligaduras están desprotegidas de las fricciones con las tablas del piso de bodega. No parece que los carpinteros sean expertos en esta técnica.

Cap del Vol participa de un sistema de exportación donde los costes económicos se reducen al máximo (no hace falta infraestructuras portuarias, ni almacenamientos, ni transvase de mercancías). La lógica hace pensar que la empresa comercial se realiza por agentes de la misma etnia, también por lo que hace referencia al constructor naval, armador y marineros. Desde nuestra óptica *Cap del Vol* es una construcción naval que podría presentar rasgos de hibridación cultural entre lo indígena de la Península Ibérica y la arquitectura naval de la *Narbonensis* y el Lacio en torno al cambio de Era. Unas técnicas y conocimientos que sin ser originarios o autóctonos de la Península Ibérica, se aplican por un grupo de *faber navalis* de la fachada mediterránea, presentando este barco unos matices de *práctica de astillero* sin paralelos arqueológicos en la actualidad.

24.4.3. LOS BARCOS IBÉRICOS DE DERTOSA

En las acuñaciones de la ciudad de *Dertosa* estudiadas por Llorens y Aquilué (2001) encontramos numerosas representaciones de embarcaciones donde un tipo particular ajeno a la iconografía romana (Fig. 528 y Fig. 529), acompañado de la leyenda ILERCAVONIA nos hace presuponer que se trata de embarcaciones propias de los indígenas. Como muchas acuñaciones del periodo ibero romano, anverso y reverso se usan para unir topónimos latinos e ibéricos (en caracteres latinos).

En este caso concreto son monedas donde anverso y reverso describen dos ambientes náuticos diferentes que ahora van de la mano. Por un lado el mundo marítimo itálico, representado por naves de gran porte con la leyenda MUN(icipium) HIBERIVLIA que representan canónicamente naves romanas como vemos en la iconografía del periodo (Fig. 5, p. 28) y que serían las que se adentraban en el entonces estuario de río Ebro para llegar a la ciudad de *Dertosa*. Por el reverso, nosotros vemos el mundo del Ibérico Final, donde los barcos indígenas tienen una forma propia y característica (Fig. 530), en los que una pala sirve de timón y según el gesto que observamos, también de percha. Se trata de una nave de la que no podemos señalar su eslora, ya que la figura humana como es común en la iconografía antigua está sobredimensionada.

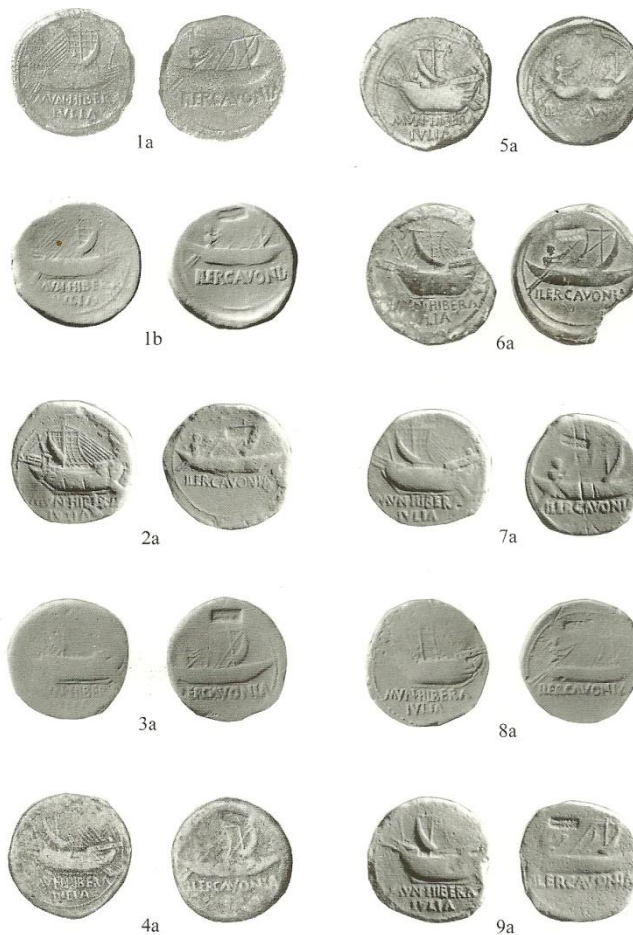


Fig. 528.- Monedas de Ilercaevonia donde podemos observar la dualidad entre barcos marítimos y fluviales. (Llorens Aquilué 2001: 131)

El casco en relación con el tamaño del velamen parece alargado y la borda no muy elevada, sobre todo si comparamos este *tipo arquitectural* con las naves de gran porte representadas en los anversos de las mismas monedas. Su vela cuadra en un mástil monóxilo colocado a $\frac{3}{8}$ de la eslora parece que presenta sencillas jarcias. El mástil está situado en la posición coherente para las naves de un solo palo. La forma del casco es simétrica lo que permite suponer que requiere hacer maniobras en entornos con corrientes, donde proa y popa pueden eventualmente cambiar su rol. La función de estos barcos sería la de conectar los puntos de producción y adquisición de productos (también el entorno costero) con el puerto fluvial de *Dertosa* donde tendría entrada y/o salida las mercancías transportadas en los barcos especializados en espacios náuticos marítimos representados en el anverso, dentro de un modelo de comercio magistralmente explicado por Nieto (Fig. 39) y que pensamos que *Dertosa* ilustra.

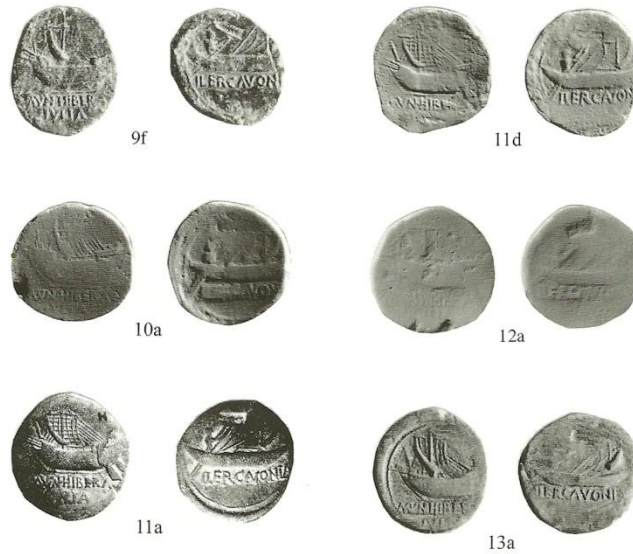


Fig. 529.- Monedas de Ilercavonia donde podemos observar la dualidad entre barcos marítimos y fluviales. (Llorens, Aquilué 2001: 133).



Fig. 530.- Embarcación fluvial representada en la primera acuñación de *Dertosa*. (Dibujo: Autor)

Si establecemos una comparación directa entre *Arelate* y *Dertosa* por lo que hace referencia a su papel de bisagras entre la costa, un cauce fluvial y el interior dentro de un modelo de comercio, podemos encontrar sorprendentes paralelismos que nos llevan a argumentar que las naves representadas en las monedas posiblemente sean los barcos de los iberos que se encargaban del transporte de productos por el río hasta *Caesaraugusta* y otros enclaves menores relacionados con el curso fluvial incluyendo la costa y *viceversa*. *Arelate* recibe igualmente los barcos marítimos que cruzan las barras de arena de la desembocadura de Ródano llegando al puerto situado en la orilla opuesta a la ciudad donde naves fluviales construidas a “fondo plano” de tradición galocéltica

como el *Arles-Rhône 3* (Marlier 2011) se encargaban de remontar el río para llegar hasta Lyon y mas allá y bajar el vino envasado en ánforas Gauloises con base plana, adaptadas al transporte en este tipo de embarcaciones fluviales de fondo completamente plano. Este modelo dual y combinado entre lo romano y lo indígena es el que nos parece se da igualmente en el Ebro jugando *Dertosa* el papel de punto de encuentro entre las comunidades culturales.

Sin embargo la tradición de construcción de embarcaciones por los iberos, como las representadas en las monedas de *Dertosa*, queremos remontarla hasta al menos el s. VI a.C. Proponemos una comparación directa con el pecio de tradición ibérica de *Golo* (Pomey 2012). Los dibujos de las láminas del 1777 (Fig. 500, p. 622) con las formas del referido pecio pueden ponerse en relación con las imágenes de los barcos de Ilercavonia que aparecen en los reversos de las monedas de *Dertosa* del s. I a.C. La forma casi simétrica de su proa y su popa, con una borda no muy elevada y la situación del mástil en ambas representaciones permite poner estos barcos en relación. La descripción de la arquitectura naval del pecio de *Golo* está en sintonía con la de los pecios de *Mazarrón 1, 2* y *Binissafúller*. En estos cuatro ejemplos la técnica de unión de las cuadernas al casco sería la de *ligaduras externas*.

24.5. BAETICA; NAVES ITÁLICAS PARA EL COMERCIO MARÍTIMO

No tenemos evidencia alguna en el registro arqueológico de embarcaciones o barcos que podamos asignarles un origen preciso en la costa de la Bética, a pesar de los cientos de kilómetros de su costa. Se trata una zona geográfica donde la ausencia de pecios con arquitectura naval conservada y estudiada es prácticamente completa y ello está motivado por varios factores, desde los geomorfológicos hasta los de ausencia de tradición investigadora en estas cuestiones náuticas. Por ello no podemos analizar elemento alguno de la construcción naval que nos aproxime a una tradición consuetudinaria relativa a esta zona geográfica y tan solo apuntar de qué zona geográfica nos parece provienen los barcos que se encargaron del transporte de los productos de la *Baetica* ya en la época imperial.

Por lo que hace referencia a las tradiciones de construcción naval en esta zona geográfica que incluye al denominado *Círculo del Estrecho*, presuponemos que seguramente se remontan mucho antes de la conquista romana de Hispania y la creación de la provincia de la Ulterior a principios del s. II a.C. Pero el registro arqueológico nos presenta que fue a finales del s. I a.C. cuando el comercio romano del Lacio y fundamentalmente el campano se dedicó en primera instancia a disfrutar de la riqueza comercial de la provincia en época romana. Tras el principado de Augusto y ya en la época imperial serán las naves itálicas y no las propias de los indígenas del Atlántico, Gades, el Guadalquivir o la costa mediterránea, las que fueron protagonistas del transporte marítimo de los productos que inundaron todo el Occidente romano.

Desde nuestro punto de vista, el pecio de tamaño mediano de *Titan* (Vid. *supra* p. 270) con fondo plano y una carga de Dr. 12, lo adscribimos a una tradición constructiva originaría de la zona del Lacio (Tabla 37, p. 639). Podría ser el primer ejemplo de la adaptación de la arquitectura naval de las naves que participan del comercio de *negotiatores* itálicos a los nuevos espacios de navegación, diferentes de los relacionados con la exportación, hasta no hace tanto tiempo común y habitual de los

vinos campanos, ahora en decadencia por diversos procesos (*Vid supra* p. 45). Las líneas pinzadas bien representadas en los pecios de **Caveaux 1** (*Vid. supra* p. 219) o **Cap Gros** (*Vid. supra* p. 260) han desaparecido en el pecio de **Titan** si bien sus tracas de apardura todavía pueden considerarse en línea de la tradición constructiva *à retour de galbord*.

El suministro de alimentos a la ciudad de Roma fue utilizado durante la contienda entre César y Pompeyo como arma política ya que la *plebs* romana empezaba a concentrarse en la metrópoli como consecuencia de procesos diversos. Los primeros productos alimenticios o manufacturados de la Bética que llegan a Roma al final de la República con César, lo hacen como tributos (Remesal 1995: 357). Tras la batalla de Munda (45 a.C.) entre los ejércitos César y Pompeyo, con la victoria final del primero, se trató al territorio como conquistado por la guerra ya que la mayoría de las ciudades de la Ulterior estuvieron de lado de Pompeyo.

También este nuevo contexto socioeconómico abren la puerta a *mercatores* y *negotiatores* a una nueva fórmula de comercio inexistente hasta la fecha: la posibilidad de vender productos de la recientemente creada provincia hispana de *Baetica* (27 a.C.) tanto en Roma como en la *Galia Narbonensis*³²⁶. Ello dibujó un nuevo escenario comercial con la aparición de una ruta marítima inédita en la época helenística o republicana. Una adscripción de personajes itálicos a este comercio incipiente, podemos sustentarla a principios del s. I d.C. por la epigrafía y contramarcas de los lingotes de plomo del pecio **Sud Lavezzi 2** que hacen referencia a varios personajes de la elite senatorial (Liou, Domergue 1990: 94). A mediados del mismo siglo, en el pecio **Bou Ferrer** (*Vid. supra* p. 351), nave que adscribimos al grupo de barcos con origen en la zona de *Neapolis*, encontramos lingotes de plomo con las estampillas IMP. AVG. GER que Domergue y Rico³²⁷ interpretan como realizadas por un agente imperial en el puerto de partida del barco (*¿Gades?*) para señalar la propiedad imperial de los mismos.

Asentados en el Lacio o en Campania y con agentes comerciales distribuidos por las provincias, serían los *mercatores* itálicos los que desarrollarían una nueva línea de comercio y no los indígenas hispanos o galos. Pensamos que debieron ser epicentros de comercio como Roma y *Neapolis* con comerciantes dependientes, muy cercanos al poder o mandados directamente por senadores que evitaban entrar directamente en este tipo de actividades impropias, quienes conocedores de las nuevas posibilidades de negocio, pondrían en marcha esta fórmula de exportación/importación de productos manufacturados y alimenticios hispanos. El comercio de estos alimentos procedentes de

³²⁶ Distribuidos posteriormente por todo el territorio galo por los ejes fluviales.

³²⁷ Estudio en curso.

Baetica (derivados del pescado primero y fundamentalmente aceite después) y la *Tarraconensis* (vino) para la *plebs* romana y para los ejércitos del *limes* (a través del eje del Ródano) crearon un negocio a gran escala. A ello había que añadir los programas estatales de la *annona*, donde lo público y lo privado se confundía, en el que el suministro de aceite bético era de gran importancia.

El pecio de *Titan* pensamos que ilustra este discurso por lo que hace referencia a la *Baetica* ya que es el primer documento arqueológico que ejemplifica un tipo de comercio que se repetirá con profusión durante todo el s. I d. C. con números pecios conocidos, la mayoría de ellos cartografiados por el DRASSM en el estrecho de Bonifacio y otros en el Mediterráneo francés. Se trata de cargamentos homogéneos de productos béticos (vino envasado en ánforas Haltern 70, salazones y salsas de pescado envasadas en Dr. 7-11 y finalmente aceite envasado en Dr. 20, amén de numerosos cargamentos de minerales complementarios) en naves como p.e. *Sud Perduto 2* (Bernard, Domergue 1991), *Sud Lavezzi 2* (Liou, Domergue 1990) o *Tour de Sainte Marie*³²⁸ (Laubenheimer 1998), con esloras totales y tonelajes de porte relativamente inferiores a los de los grandes mercantes de época republicana.

Sin embargo debemos diferenciar los dos tipos de cargamentos característicos de procedencia bética en el alto imperio: el aceite por una parte y el vino y los productos derivados del pescado por otra. El pecio *Albufereta 1* con cargamento homogéneo de ánforas olearias con origen en la Bética y con cierta fiscalización, es coetáneo con otros pecios situados en el estrecho de Bonifacio (p.e. *Sud Perduto 2*), con cargamentos de la misma procedencia, pero donde porcentualmente predominan los productos derivados del pescado, como pueden ser los salazones envasados en ánforas Dr. 7-11. El tonelaje de porte del *Albufereta 1* a pesar de su cargamento complementario de lingotes de cobre circulares (Márquez, Molina 2005; Fernández *et al.* 2008; Juan Fuertes 2008), presumiblemente procedentes de Río Tinto³²⁹ (Liou, Domergue 1990), no permite ponerlo en relación con la envergadura de los referidos pecios de la costa corsa. Con gran parecido con esta nave alicantina, cartografiamos dos yacimientos subacuáticos en la zona del Cap de la Nao (Xàbia-Alacant)³³⁰. Uno de ellos, próximo a la Illa del Portixol, a -13 m, presentaba un pequeño cargamento homogéneo de ánforas Dr. 20,

³²⁸ Nunca comparables por su tonelaje de porte y eslora a pecios republicanos como la *Madrague de Giens*.

³²⁹ Según se deduce de la comparación directa con otros bien documentados en pecios con cargamentos de la Bética, *Cfr.* Liou, Domergue 1990.

³³⁰ Durante el verano del año 2005, en el marco de una colaboración con el Museo Arqueológico Soler Blasco, Queremos agradecer la ayuda prestada a Ph. Lafourie y C. Miravet. Durante el año 2010, con motivo de las prácticas del Diploma de Arqueología Subacuática de la Universitat de València se visitó el yacimiento del Portixol.

muy fragmentado, disgregado y expoliado en su nivel superficial³³¹ (Juan Fuertes 2009). No estamos en disposición de poder datar el yacimiento con certitud, pero por el sustrato rocoso y el volumen de material arqueológico informe, se corresponde sin dudas con una nave de menor porte. Próximo a ésta, en Cap Prim a -33 m, existe otro pecio, desgraciadamente también expoliado, que presentaba restos únicamente de pocas ánforas Dr. 20, posiblemente del s. I y lingotes anepigráficos de cobre, de semejanza a los del pecio de *Albufereta 1*.

En la costa occidental menorquina, en *Punta Nati*, a -50 m, hay constancia de un pecio que pudo tener unos 10-12 m de eslora. Está inventariado por el Cosell Insular de Menorca y ha sido objeto de algunas inspecciones carentes de rigor. Se conservan al menos 60 lingotes de cobre circulares semejantes a los encontrados en L'Albufereta y Xàbia, sin que hayan llegado hasta nosotros otras evidencias de su cargamento³³². También queremos destacar el descubrimiento en una prospección sistemática realizada durante el año 2009 dentro del Puerto Antiguo de Ciutadella (pecio *Ciutadella 1*) de otro pequeño pecio del s. I, aparentemente con un cargamento homogéneo de ánforas Dr. 20 estibadas entre sarmientos, que presenta conservados restos del casco de la nave, de características muy similares al *Albufereta 1* según nuestra observación personal durante la ejecución de los sondeos, con las cuadernas unidas al casco mediante cabillas de madera y clavos a punta perdida (Fig. 531 y Fig. 532) lo que podría poner a este pecio también en relación con el grupo de naves que hemos adscrito al entorno campano de *Neapolis* (Vid. *supra* p. 664)

Hacemos referencia a estos yacimientos ya que su eslora no nos parece elevada y si bien algunos de ellos los podemos relacionar con la tradición de construcción naval del entorno de *Neapolis* por la técnica de unión de las cuadernas al casco, pensamos que se diferencian claramente de los pecios con mayor eslora como p.e. el *Bou Ferrer*. Cuando ponemos en relación la eslora total, el tonelaje de porte y el cargamento homogéneo podemos observar que los pecios que transportan salazones envasados en ánforas Dr. 7-11 junto con cargamentos complementarios de minerales, vino envasado en ánforas Haltern 70 o aceite en ánforas Dr. 20, parece que estas grandes naves

³³¹ Prácticamente solo quedaban panzas y algunos fragmentos muy pequeños de bordes y asas, desplazadas continuamente por la acción mecánica del mar. Los materiales aparecen depositados en pequeñas oquedades entre el sustrato rocoso y la *Posidonia oceanica*. El expolio se confirma, ya que prácticamente no hay formas en toda el área en la que aparecen los materiales.

³³² Desde el punto de vista del aprovechamiento del espacio de carga de una nave en ruta, parece un contrastado un transporte único de minerales, que tiene un ratio de Kg/m³ ocupado elevado, restando libre un volumen importante en la bodega del barco, que seguramente debería ser aprovechado con otro cargamento secundario perecedero. Este pecio tiene un paralelo directo con el de *Maguelone*, en las proximidades de Hérault.

debieron partir de un puerto principal como pudo ser *Gades* (Fig. 533) que centralizó todos estos productos, unos como el aceite y los minerales procedentes del puerto interior de *Hispalis* que bajaron por el estuario del Guadalquivir y otros (salazones) llegados por mar desde los centros productores.

Estos pecios de menor porte a los que nos hemos referido (p.e. *Albufereta 1*) se dibujan como naves de pequeña eslora con cargamentos homogéneos de aceite y minerales que nos permiten proponer la existencia de una ruta costera en el levante peninsular³³³ con dirección S-N durante el Alto Imperio.



Fig. 531.- Vista de detalle del casco de la nave romana de *Ciudadella 1* aparecida en un sondeo. (Foto: Autor).

³³³ Con cautela y prudencia, ya que en la Antigüedad las rutas marítimas están lejos de ser fijas e invariables, ya que una amplia casuística de situaciones meteorológicas y de urgencia comercial, pueden propiciar formulas diversas.

En cuanto al comercio de minerales y con la prudencia que requiere el estado actual de la investigación arqueológica subacuática, podemos señalar que hay constancia de que los lingotes de cobre de forma circular procedentes de las minas de Rio Tinto viajan por mar hacia la zona de Agde (sin que podamos asegurar si éste era su destino final), sin otra carga asociada como en el caso del pecio de *Maguelone*, naufragado en Hérault (Rico *et al.* 2006) siendo también destacable la presencia de lingotes de cobre circulares, en el fondeadero de *Riches Dunes 6* de Agde (Klein *et al.* 2007: 207) localizados a 250 m de un pecio de menor porte con ánforas Dr. 20 y lingotes de plomo (Pomey *et al.* 1989).



Fig. 532.- Cara superior de un fragmento de cuaderna inconexa aparecida en un sondeo en el *Ciudadella I* que presenta la técnica de cabillas verticales y clavos a punta perdida (Foto: Autor)

En la mayoría de los casos las naves que participan de este transporte son de un porte inferior a otras de su periodo (s. I-II d.C.) y ello ha de tener una justificación que desde nuestro punto de vista está en la adaptación de la máquina al escenario comercial. El pecio de *Saint Gervais 3* (Vid. *supra* p. 424) se localiza en Fos en el puerto romano de *Fossae Marianae* con una cronología de en torno a la mitad del s. II d.C. Llevaba un cargamento de ánforas Dr. 20 con fiscalización como atestiguan los *tituli picti* conservados en una corta colección de ánforas, cuya producción, llenado y envío, se realizó desde una zona muy por encima de *Hispalis* (Liou, Gassend 1990: 259). Pensamos que bajando el referido aceite por el río, en naves fluviales (al igual que los lingotes de plomo; Domergue 1998: 203-209; Domergue 2004: 106-108) podría ser almacenado en el puerto hispalense. El puerto de partida de esta nave de *Saint Gervais 3*, así como las otras de menor porte con cargamentos homogéneos de aceite y minerales debería ser *Hispalis*, donde no tenía ninguna lógica almacenar productos derivados del pescado producidos en la costa (a diferencia de *Gades*, Fig. 533) y que habría que

transportar río arriba. Por ello los cargamentos de estas naves de menor porte como *Albufereta I* que tenían que remontar el estuario y atracar en la referida ciudad portuaria de *Hispalis* son siempre de aceite y minerales a diferencia de las grandes naves como *Bou Ferrer*, con derivados del pescado, que tendrían su puerto en *Gades*. Pensamos que aquellas otros grandes navíos con cargamentos béticos más heterogéneos como *Arles IV* (Long 1998) con aceite y salazones (envasados en varios tipos anfóricos) dibujarían igualmente el comercio de un puerto principal costero, sea *Gades* u otro. Esta argumentación viene a ilustrar que existió una clara relación entre las características de la nave, el cargamento y la paleotopografía del centro productor.



Fig. 533.- Situación de los hornos de producción de ánforas Dr. 7-11 en el entorno del Estrecho con una concentración en el área gaditana y desembocadura del Guadalquivir (*Baetis*) (Etienne, Mayet 2005: 45)

24.5.1. UNA NOTA SOBRE EL PALEOPAISAJE PENINSULAR

El paleopaisaje común y habitual en el frente marítimo tanto mediterráneo como atlántico en la Península Ibérica en la antigüedad romana, se basaba en la presencia de numerosas zonas lagunares interconectadas entre sí y con el mar. Alimentadas por cauces de ríos y afloramientos subterráneos de agua dulce, donde la presencia de estuarios (p.e. ríos Llobregat, Ebro o Guadalquivir) daba como resultado la existencia de barras arenosas en las zonas marítimas adyacentes, generadas por la simbiosis de la aportación de sedimentos por los ríos y la acción propia y característica del oleaje

costero, unida al efecto de la corriente general del Mediterráneo³³⁴. No queremos decir que este fuera el paleopaisaje exclusivo de la Península Ibérica en la Antigüedad, pero sin duda sí que era el característico de zonas de donde proceden los productos alimenticios hispanos en la época imperial romana, como era el vino tarraconense o el aceite bético. Por otra parte hemos de recordar que este paisaje era igualmente muy común en el Languedoc³³⁵ del que se conservan numerosas zonas húmedas en la actualidad a pesar de estar en regresión. También era el paisaje habitual en el contexto geográfico gaditano, que se presenta como un enclave al que cabe reconocerle el rol de puerto principal bético para la Antigüedad. La orografía natural costera *Gades*³³⁶, su conexión con las zonas productoras de aceite del alto Guadalquivir con el puerto intermediario de *Hispalis* y su aprovechamiento náutico, dio como resultado ser uno de los puertos más reconocidos de la antigüedad, siendo en época alto imperial el que sin duda era capaz de dar cabida a la estiba de grandes cargamentos (Juan Fuertes, Cibecchini 2008; Etienne, Mayet 2005: 45).

³³⁴ En parte, este paleopaisaje y los procesos geomorfológicos que se desarrollan hasta la actualidad han borrado muchas de las evidencias arqueológicas de la presencia de infraestructuras portuarias en las costas de la Península Ibérica

³³⁵ Recordemos el auge de *Narbo* en época imperial, como eje vertebrador dadas sus características de puerto principal.

³³⁶ Situado geográficamente en una zona de paso de la sardina y el atún

V. CONCLUSIONES

INTRODUCTION

Nous sommes arrivés à la fin de notre travail. Dans le bloc de *Résultats* nous avons analysé les diverses questions qui nous ont suscité de l'intérêt et nous avons essayé de les résoudre dans la mesure du possible, limités de certaine manière par l'information bibliographique existante dans l'actualité sur l'architecture navale antique. Celle-ci ne permet pas par son hétérogénéité d'établir des comparaisons statistiques précises sur les traits et détails architectoniques des bateaux avec l'objectif de faire des regroupements des gisements, comme le fut notre premier désir.

Néanmoins ce fut possible d'établir des comparaisons entre l'architecture naval de plusieurs épaves par période chronologique qui avec l'ensemble de nos propres expériences expérimentales nous ont emmené à créer des regroupements basées plus dans l'interprétation archéologique des données que dans la statistique. Chacun des groupes créés a été mis en relation avec des zones géographiques et *signatures architecturales* (Pomey, Rieth 2005: 35-36), c'est-à-dire avec des manières propres de construire quelques bateaux caractéristiques de leur période chronologique (*famille architecturale*) par des groupes de charpentiers qui suivent des traditions coutumiers différentes.

Nous avons toujours relues les données existantes dans la biographie de manière critique, basés sur notre expérience personnelle en architecture navale antique, pour essayer d'extraire le plus d'information possible. Notre participation et direction des interventions archéologiques subaquatiques nous ont permis de traiter l'information depuis l'optique de ceux qui connaissent les difficultés propres du registre dans n'importe quel étude archéologique subaquatique et des erreurs qui peuvent être commises. En faisant cas des indications du travail du professeur Steffy (1990: 319) nous avons essayé d'évaluer quelles caractéristiques de l'architecture des bateaux devraient être reliées pour créer des regroupements des gisements que nous pensons peuvent à la fois s'ajuster avec la définition que donnent Pomey et Rieth (*op. cit.*) du concept des *signatures architecturales*.

Notre travail de thèse doctoral a cherché à résoudre des questions sur l'architecture navale de la période romaine avec des connaissances et expériences sur la

materie³³⁷ que se han été retro alimenté jusqu' à arriver a une formation solide sur cette question, que a été notre objective personnel.

³³⁷ Dirección en los estudios de arquitectura naval de los pecios de *Albufereta 1*, *Binissafüller*, *Ciutadella 1*, *Giraglia 2*, *Cap del Vol*, *Bou Ferrer* y recientemente en 2013, *Tour d'Agnello*. Participación en los estudios de arquitectura naval de los pecios *Arles-Rhône 5* y *Tiboulen de Maire*.

LES QUESTIONS DU DEPART ET LEURS REPONSES

Pendant les cours de mon master de la Universitat de Barcelone que nous avons réalisés en 2005 et 2007 sur l'archéologie nautique et subaquatique méditerranée, des études que nous valorisons énormément, une série d'interrogations personnelles ont surgit sur les bateaux et l'organisation du commerce maritime dans l'Antiquité, des sujets que nous avons traités dans la mesure de nos connaissances au moment des travaux de la fin du master des deux cours.

Un des sujets de débat qui ont été traités dans ces époques a été la description géographique ou ethnique des agents du commerce maritime de l'Antiquité, question que nous avons lié avec la dualité *possibilitas y probabilitas* (Hacking 1971: 345). L'approximation aux modèles de commerce maritime de l'époque romaine depuis une optique contemporaine et globale dans laquelle l'armateur peut avoir n'importe quelle origine « ethnique ou géographique », où le bateau comme instrument peut être enregistré dans un pays différent à celui de l'armateur ou du chantier naval de construction ; où l'équipage peut avoir une origine différente à celle de la langue véhiculaire qui est l'anglais, avec tout types de marchandises qui n'ont pas de relation avec le chantier naval, l'armateur, le pays de registre des bateaux, l'origine de l'équipage et les ports de départ et d'arrivé des produits, nous ont emmené a considérer que dans l'Antiquité les choses n'étaient pas si différentes à l'actualité.

C'est-à-dire, comme hypothèse, un bateau construit dans un chantier naval magno-grecque, peut être propriété d'un punique qui le loue a un latino pour qu'il vende des produits de la Campania avec comme destination les côtes des ibériques. La *possibilitas* que ceci puisse se réaliser dans l'Antiquité existe clairement et ce ne sera pas nous qui le nierons, mais en quel degrés ou *probabilitas* ceci se passerait a été une question de départ qui nous a emmené à la formulation d'autres (*Vid. supra* p. 52), qui sont celles qui nous ont guidées dans notre travail, en cherchant à travers l'étude de la culture matériel que représentent les restes des bateaux submergés.

LES BATEAUX QUI PARTICIPANT D'UN COMMERCE ET/OU D'UNE ROUTE NAVALE AVAIENT DES TRAITS ARCHITECTURAUX SEMBLABLES.

Dans l'époque républicaine, les bateaux mis en relation avec l'exportation des produits italiques vers l'Occident, bien qu'ils utilisaient quelques routes maritimes coïncidentes, avaient des ports de départ très variés géographiquement. Cette variété dans les ports d'origine, qu'ils soient latins, campans ou calabraises, siciliens, etc. avec leur produits de *hinterland* correspondants, nous pensons qu'ils marquent les différences entre les types architecturaux des bateaux utilisés pour le transport. La conclusion principal de notre co-relation entre les types architecturales et chargements transportés au dernier voyage, nous permet de soutenir archéologiquement un argument plein de logique et qui en certaine forme contredis énormément le modèle du commerce, en le nommant "apatride", proposé comme un reflet de l'époque contemporaine.

Nous soutenons que les agents qui participent dans l'opération commercial (*mercatores*) doivent se fournir des « machines » qui doivent transporter les produits desquels la vente doit être assuré ou bien supposé par les *negotiatores*. Un *mercator* ou

negotiator peut être au port près de la zone de production des produits ou bien pourrait être situé au port de destination. Dans la période républicaine, les principaux *mercatores* et *negotiatores* ont du être situés principalement dans les alentours de la zone méridionale de la Péninsule Italique. Pendant l'époque impériale, les agents commerciaux maritimes étaient à Rome, à Ostia Antica et à *Neapolis*.

Les *mercatores* y *negotiatores* ont du se fournir généralement des embarquements pour le transport, propriété des uns ou plusieurs *naviculari* près de leur entourage géographique et culturel, où la langue parlée et l'appartenance à une seule ethnie ont dû avoir une importance supérieur à celle estimée aujourd'hui. Cet argument peut se transposer aussi dans la relation sociale entre l'armateur et le constructeur naval. Selon les caractéristiques fonctionnelles que demande le mercator pour le « véhicule de transport », il cherchera un ou plusieurs *naviculari* qui les possède. Ceux-ci demanderont à leur tour aux *fabri navales* de leur environnement géographique et ethnique de construire un type de navire concret (Cfr. projet architectural³³⁸ ; Pomey 2009a: 338) lequel aura plus de probabilité de mettre au service des *mercatores*, toujours, dans notre opinion, comme objectif d'obtenir le bénéfice économique de sa participation dans l'opération commerciale.

La proximité géographique et culturelle est nécessaire pour arriver à articuler avec facilité et rapidité la logistique de l'opération commerciale. Il se traite en définitif d'un « système de systèmes » où le bateau est seulement une machine pour le transport, où le bénéfice économique du commerce maritime est vraiment ce qui met en marche les engrenages et où le composant ethnique, comme un commun dénominateur entre producteurs, agents portuaires, commerçants, armateurs et constructeur navals, ont une importance décisive.

Si nous divisons la période Héliénistique-republicaine par siècles et après nous séparons les bateaux qui ont un espace de navigation restreint dans un modèle de commerce maritime basé dans la redistribution secondaire (p.ex. **Tour Fondue**) et nous nous concentrons sur ceux avec les chargements plus ou moins homogènes avec de ports de départ dans la Péninsule Italique, nous voyons que pratiquement se sont les mêmes types architecturales qui participent dans l'exportation du vin italique vers la Gaule et les provinces hispaniques, d'abord emballé dans les amphores grecoitaliques

³³⁸ Fonction, propulsion, longueur, manche, tonnage de porte, vitesse, gouvernement, équipage, coût économique...

et plus tard dans les Dr. 1. Un type architectural restera défini par le épave de **Baie de Briande** (Pomey 2002: 15) dans les s. III y II av. J.-C. (*Type architectural Baie de Briande*). Il se traite de bateaux avec des lignes d'eau pincé où les quilles, plus hautes que largues, ont râblure dans lesquelles s'accouplent les galbords de section polygonal "tordues" à retour de galbord.

La charpenterie transversale qui alterne varangues et demi couples à la hauteur de la quille, a un patron particulier de colocation où existe une grande distance entre les varangues et ses allonges, entre 45 et 70 cm. Les demi-couples ne démarrent pas depuis le même galbord, sinon depuis la seconde ou troisième table. La technique pour unir la charpenterie transversale à la coque est celle des gournables de bois qui font cheville guide à clous de fer de pointe rabattue, normalement en direction vers la quille. Ce type architectural évoluera entre les s. II y I av. avec les épaves de **Caveaux 1, Chrétienne A y Cap Gros** (*Type architectural Chrétienne A*).

Depuis la fin du s. II av. J.-C., nous trouvons avec l'épave de **Cavalière** (*Type architectural Cavalière*) un bateau avec des lignes du coque peu pincés, avec la quille avec chanfrein en bisel, avec les galbords presque sculptés, où la charpenterie transversale s'unit au coque par les ligature internes en boucle bloquées par les gournables qui s'alternent avec des gournables isolée. La charge hétérogène de son ultime voyage n'a pas de relation avec l'exportation du vin italique. La présence abondante du *Pinus leucodermis* permet de proposer (Guibal, Pomey 2002: 100; 2003: 38) une origine du chantier naval sur la côte campane, calabraise ou ilirique. Notre conclusion est que ce dont nous faisons référence de ce type de système pour lier la charpenterie au coque est d'origine ionien (**Jules Verne 9**) avec une relation culturelle massaliote au milieu du s. III av. J.-C. (**Tour Fondue**) et que selon l'interprétation de l'origine magno gréco du chantier naval de l'épave **Cavalière** permet de mettre en relation les deux zones géographiques (Magna Grèce et *Massalia*) où la connexion ethnique nous paraît importante. Peut-être la différence principale entre les bateaux de tradition coutumiers magnogrecque ou massaliote avec des chargements de vin comme put être **Roche Fouras** (avec Dr. 1C), en parlant des bateaux qui présentent des chargements homogènes d'amphores vinaires (p.ex. **Chrétienne A** con Dr. 1B) réside justement dans l'escalade de volume du commerce de celui dont il participe, puisqu' on dirait qu'il existe une tendance dans l'architecture navale, clairement définie dans les s. I av. J.-C. de construire des bateaux chaque fois plus grands et robustes capables de transporter dans, deux, trois ou plusieurs étages d'amphores pilées du lourd model Dr. 1B. Au s. I av. J.-C. l'exportation du vin vers la Gaule couvrait des dimensions jamais vues dans l'Antiquité méditerranéenne. Deux des épaves protagonistes de ce transport **La Madrague de Giens** (*Type architectural Madrague de Giens*) et **Dramont A**, tous deux avec double coque, ont comme origine proposé de construction dans les environs de *Neapolis* (Guibal, Pomey 2009: 222-225).

Les deux bateaux, entre autres, présentent comme méthode pour unir la charpenterie transversal au borde, gournables et clous de pointes perdues qui connectent le double coque avec la membrure (Fig. 508). Cette technique se répétera après dans les navires à coque simple, où nous proposons que les chantiers navals de construction qu'utilise cette technique qui se fait coutumiers pour les constructeurs navals du s. I après J.-C. qui seraient dans l'orbite de *Neapolis*.

Nous pouvons affirmer qu'il existe une *famille architecturale* républicaine pas complètement homogène pour cela nous faisons référence aux quilles/ râblures/ galbords, mais que comme concept pour agglutiner aux épaves avec des caractéristiques constructives propres de cette période c'est complètement validé. Cette *famille* peut à la fois se diviser en plusieurs *signatures architecturales* dans lesquelles l'élément qui les caractérisent est la technique utilisée par l'union de la charpenterie transversale à la coque (Table 45). Selon notre interprétation des données de notre *corpus* elles sont toutes italiennes sauf celle basée en ligatures internes en boucle bloqués par les gournables qui peuvent avoir une origine non distinct des chantiers naval de descendance Ionie, des environs de Massalia ou de la Magna Grèce.

Si nous unissons cette question, au discours sur la logique de l'organisation logistique d'une opération commerciale maritime, nous pensons que les *mercatores* des zones géographiques de la Péninsule italique méridionale qui faisaient du commerce des excédents de vin, cherchent des armateurs de leurs zones immédiates et ceux-ci à la fois des bateaux construits par les *fabri navales* proches à eux, voulant dire par là que l'architecture navale dite italique, est la meilleure représentée dans le registre archéologique.

Siècles	Epaves caractéristiques	Signature architecturale	Origine géographique
s.III-II av.JC	Baie de Briande	gournables et clous à pointe rabattue	Campania du nord/ Sud de Lacio
S. II-I av.JC	Cavalière	Ligatures internes	Campania-Calabrais
S. I av. J.-C.	Madrague de Giens	gournables et clous à pointe perdue	Campania (Neapolis)

Table 45.- Signatures architecturales italiennes dans la période républicaine avec les zones d'origine proposées.

LES NAVIRES EN RELATION AVEC LA TARRACONAISE DANS LE HAUTE EMPIRE.

Sous le soupçon que la particulière épave de *Cap del Vol* est un reflet de la forme propre de construire des gens du *Conventus Tarraconensis* vers le changement d'Ere, nous nous sommes introduits dans l'affaire qui a un résultat plus complexe de résolution que ce que nous avons pensé au départ de notre travail.

D'après notre interprétation des données, il n'existe aucune signature architecturale avec comme origine la province romaine de la *Citerior* selon notre *corpus*. L'épave *Cap del Vol* présente des traits à cause d'une exécution par les artisans avec un savoir coutumier que nous avons relié avec une tradition ibérique d'architecture navale pas connue par l'Archéologie jusqu'aux travaux de l'épave de *Golo* par Pomey (2012). Cette *famille architecturale ibérique* (avec influence punique) se base principalement sur une construction à coque premier, avec des tables ensembles jusqu'au top par des tenons et mortaise avec une charpenterie transversale unie au coque par des ligatures externes.

Néanmoins même si les plans détectés dans cette épave de *Cap del Vol* nous emmène à proposer que leur chantier naval de construction serait relié culturellement et géographiquement avec la zone de production de vin laietain qui se vendait dans le marché portuaire de *Narbo*, en réalité nous pensons que ce bateau est construit par des

charpentiers navals qui imitent les types architecturaux construits dans la province Narbonnaise et qui représente un héritage Ionien par rapport à la technique d'unir la charpenterie transversale au bord par les ligatures internes. Ce type de construction naval constitue une *signature architecturale* bien définie, que nous pensons fait évoluer la tradition ibérique des chantiers navals de la Province Tarraconaise avec l'adoption de la technique des ligatures internes en boucle bloquées par des gournables en bois qui s'alternent avec des gournables isolées pour unir la membrure au bord. Il se produit un transvasement de connaissance vers les charpentiers de la Tarraconaise dans laquelle aussi l'architecture italique des navires avec *dolia* sont sûrement une influence.

Le vin de la province Tarraconaise qui dans le changement d'ère et dans le s. I après J.-C. arrivait en grandes quantités au port *Narbo* il le faisait en suivant le modèle de commerce bien défini. Se basant sur la commercialisation de petites productions de vin jeune, envasé en amphores Tarraconaise qui s'arriment dans les bateaux de moyenne longueur et fond plat qui peuvent s'introduire dans les lits des rivières comme le Llobregat ou le Bessos pour arriver aux mêmes points de production, des « ports de sortie » qui n'avaient presque pas de contact avec l'extérieur (Nieto, Raurich 1998: 123). Ils s'épargnent les côtes des transvases et installations portuaires, pour après naviguer vers le port principal où ce vin se garde et se commercialise. Ce type de commerce est en accord avec le modèle de Nieto (Pomey et al. 1997: 165-157) sur le fait qu'un transport maritime mineur approvisionne un centre exportateur principal, dans ce cas *Narbo*.

LES BATEAUX CITERNE AVEC DOLIA

Dans ce modèle de la fin de la période républicaine et début de l'Empire avec le port de *Narbo*, nous voulons apporter à collation les bateaux citernes avec *dolia*. Selon l'étude de l'architecture navale de ces épaves, avec leur système particulier d'union de la charpenterie transversale au bord tel comme l'illustre *Giraglia 2*, tel comme pour la nécessité de poser les *dolia* des *Piranii* de *Minturnae* dans la coque durant le processus de construction du bateau, on peut signaler sans doute que ce sont des bateaux italiens construits pour accomplir des fonctions particulières commerciales demandées. Les lignes d'eau et la présence de *Quercus* et *Quercus ilex* nous emmène à proposer que les chantiers navals de construction de ces navires étaient liés aussi avec l'architecture navale fluviale.

La fonction principale de ces navires serait justement de transporter du vin jeune Tarraconaise stocké à *Narbo* vers la Péninsule Italique, avec une *ratio* de conteneur/produit très favorable. Son architecture navale devait être adaptée à son particulier chargement mais aussi à la particulière paléotopographie du port principal du tronçon maritime. Néanmoins, même si la route la plus fréquentée par ces navires avec *dolia* serait celle de connecter *Narbo* avec les ports de la Péninsule Italique, nous pensons qu'aussi mais en petite mesure, ils réaliseront leur approvisionnement direct dans la même Tarraconensis se mettant dans les lits fluviaux jusqu'au mêmes centres producteurs de vins.

LE PALEOPAYSAGE DES PROVENCES HISPANIQUES ET L'ARCHITECTURE NAVALE

Autour de la principauté d'Auguste coïncident deux procès que nous pensons sont reliés :

1.- Les lignes d'eau pincées caractéristiques entre les s. III - I av. J.-C. (Types architecturaux Baie de Briande, Chrétienne A et Madrague de Giens) reliés avec un transport direct de vin italique du port principal à port principal, ils disparaissent peu à peu, comme le retour de galbords.

2.- Tombent les exportations du vin italique et augmentent les importations des aliments vers les ports de *Puetoli* et *Roma*,

Cela veut dire que le bateau comme machine au service du « système de systèmes » qui est le commerce maritime, s'adapte aux nécessités des *mercatores* del période haute impériale qui demande aux *naviculari* et ceci à la fois aux *faber navalis*, des lignes d'embarcations qui remplissent les nécessités techniques du modèle commercial. Si celui-ci entreprend l'entrée et sorite des bateaux dans les ports de commerce situés dans les estuaires des fleuves come l' Ebre (*Dertosa*) ou même plus intérieurs comme *Hispalis* dans le *Baetis* ou dans les ports situés dans les zones lagunaires alimentées par un lit fluvial comme l'étaient *Narbo*, *Barcino*, *Valentia* et un large etc. où les langues du sable peuvent arriver à être un handicap sérieux pour l'intégrité des navires et leur chargement, la conception des bateaux a dû s'adapter, ne créant pas de nouveaux modèles (ce qui est incompatible avec la idiosyncrasie des charpentiers navals) sinon s'adaptant et en évolution ceux bien connus par les *fabri navales* dans la période républicaine par des espaces nautiques fluviomaritimes, qui ont révolutionné aujourd'hui en devenant des navigations aussi de hauteur.

Il ya une claire relation dans le Haut Empire entre les procès d'évolution à quelques lignes d'eau plus plats dans les bateaux et le paleopaysage de la *Galia Narbonensis* et les provinces hispaniques. La quille proéminente des bateaux avec fond pincés se révèle être débile face aux efforts latéraux tel et comme à démontré Pomey (2002b) et nous pensons que ce type d'architecture n'est pas apte pour le paleopaysage lagunaire fluvial ou deltaïque de plusieurs des ports principaux provençales, en incluant le port Claudio en Rome. Néanmoins dans cet argument que nous présentons nous ne trouvons pas qu'il y est une relation directe avec les évolutions qui se produisent dans le s. II ap. J.-C. avec la généralisation des caractéristiques propres de la *famille architecturale impériale* sur tout par la référence au début des unions de charpenterie transversales avec la quille à travers des broches et des clous et le système des deux carlingots parallèles pour loger la carlingue du mât.

BATEAUX DE LA BETIQUE?

La possibilité qu'il existe une tradition d'architecture propre dans la zone géographique de la côte Bétique en époque romaine qui fut héréditaire des traditions coutumiers tartesiques et ibériques préalables à la période romaine, nous contemplons, mais avec raison de l'observé dans le *corpus* et de l'interprétation que nous faisons de l'information, son reflet en le registre archéologique du commerce maritime es pour l'instant nul. Au contraire la relation proche entre les épaves du s. I ap. J.-C. de ***Bou Ferrer***, ***Albufereta 1***, ***Ciudadella 1*** avec une technique d'assemblage de la membrure au

borde basé sur les gournables en bois et les clous à pointe perdue, que nous pensons par rapport aux épaves de l'alentour portuaire de *Neapolis* (*Napoli A, B, C*) ont leur origine dans les chantiers navals reliés avec ce port, ce qui fait énormément chuter la probabilité que les hispaniques participent en apportant des navires vers l'exploitation commerciale des produits, au moins jusqu'à la fin du s. I d.C., ceux qui à la fois indiquerais que l'épicentre de l'organisation de ce commerce serait en main des *mercatores* campaniens.

L'IDENTIFICATION DES TRADITIONS COUTUMIERS A TRAVERS DE LA TECHNIQUE D'ASSEMBLAGE ENTRE LA MEMBRURE ET LE BORDE. LES ARCHITECTURES NAVALES DIRECTRICES

En canalisant les données de notre *corpus* nous trouvons quelques épaves qui par diverses particularités permettaient avec haute probabilité situer géographiquement ses chantiers navals de construction. Nous avons défini ces épaves comme architectures navales directrices.

Pendant l'étude des données du corpus nous avons observé comme dans la période de notre intérêt (ss. III av. J.-C.-s. II ap. J.-C.) existait une grande similitude entre les épaves plus ou moins contemporains ce qui fait référence au système des tenons et mortaises pour assembler les virures du coque, mais il existait de légers matisses dans les formes des quilles, râblures et galbords et des claires différences entre les techniques pour unir la charpenterie transversale à la coque. Nous avons pu regrouper les techniques dans 5 groupes principaux (Tabla 42). Ensuite nous avons créé des groupes d'épaves en partant du système d'union des membrures au borde.

Typo	Méthode d'union des membrures au borde	Siècles
1	Gournables cylindriques verrouillés par clous à pointe rabattue	s. III av. J.-C.- s. IV ap. J.-C.*.
1'	Gournables cylindriques verrouillés par clous à clous à pointe visible	s. I av. J.-C.
1''	Gournables cylindriques verrouillés par clous à pointe perdue	s. I av. J.-C.
2	Gournables verticales	s. III av. J.-C.- s. II ap. J.-C.
3	Gournables en bois et clous à pointe perdue	s. I av. J.-C.- s. II ap. J.-C.
4	Gournables obliques	s. I av. et changement d'Ere
5	Ligatures internes bloquées par gournables et gournables isolées	s. III av. J.-C.- s. II ap. J.-C.

Table 46.- Résumé des méthodes par l'union de la charpenterie transversale au coque dans la période de notre intérêt, s. III av. - II ap. J.-C. (*Cas particulier de l'épave de *Fiumicino I*).

En analysant les particularités de chacune des techniques nous avons pu observer comment les unions de la charpenterie transversale à la coque avait une grande importance pour les *fabri navales* ceci étant que chacune des techniques, paraissait presque redondante dans l'effort des membrures pour ne pas lâcher le borde en sens vertical ascendant. La technique 1 de la Table 46 et ses variantes (1' y 1''), nous paraît qu'elles cherchent la colocation du clou pour dilater au maximum la gournable pour qu'après le gonflement du bois, en étant le coque en contact avec l'eau, l'union soit la plus ferme possible servant la pointe rabattue du clou dans le dors supérieur du la membrure du cas 1 de la Table 42, pour égrapper au maximum la pièce au borde (Fig. 505, p. 630).

La technique 2 de la Table 46 se base sur la colocation des gournables verticales comme connecteurs entre la membrure et le borde. Les gournables ont un léger profil tronc-conique avec le diamètre plus accentué à le tronçon del gournable coïncidente avec la table du coque, où moins de centimètres il ya de contact. Quand les tables du borde, gournables et membrures se mouillent et se dilatent, l'union se fermis. (Fig. 507, p. 635).

La technique 3 de la Table 46, nous pensons est une évolution de la 2, en entrant les clous à pointe perdue en scène pour la première fois dans les navires à double borde républicaines, faisant des clous des connecteurs entre les deux coques et les membrures. Avec la disparition de la nécessité de ce type de bateaux, nous pensons que les charpentiers navals qui les construisaient dans le s. I av. J.-C. continueraient à utiliser la même technique dans le s. I ap. J.-C. (Fig. 508, p. 635).

La technique 4 de la Table 46, en colloquant les gournables en bisel et pas en vertical, augmente les centimètres de contact entre les gournables et le borde et mécaniquement les assemblages avec le coque paraissent résister mieux les tensions verticales ascendante des membrures.

Le problème référant aux tensions en sens vertical ascendant, dans le cas 5 de la Table 46, cette résolu directement lient les membrures à la borde, pour après avec les gournables en bois, bloquer les ligatures (Fig. 510, p. 643).

L'effort que font les référâtes techniques pour éviter que se lâchent les membrures du coque nous voulons le mettre en relation, après quelques exercices expérimentaux, avec les caractéristiques des coques construits aux tenons et mortaises qui sont extrêmement flexibles³³⁹.

Les regroupements des épaves par les techniques utilisées pour l'assemblage de les membrures au borde dans leurs correspondante *familles architecturales*, la situation possible des chantiers navals de construction en nos réflexions sur le savoir coutumiers et immobile des *fabri navales*, reçois presque par définition à introduire des changements dans la conception et construction des bateaux, nous a emmené à proposer que dans notre *corpus* soient présentes diverses traditions de construction naval où existe un fort attachement culturel pour le propre avec un composant ethnique qui parait se dissout vers le s. II ap. J.-C. C'est en définitive des regroupements d'épaves qui accomplissent avec le concept de *signature architecturale*.

³³⁹ Pendant les efforts mécaniques multidirectionnels que représente le tonture et relèvement en condition adverses, les torsions du coque cassent les unions de la charpenterie transversale avec le coque, il « lâchent » les membrures, et ça nous parait que diverses traditions costumiers cherchent des solutions techniques à cette problématique.

LES PRECEDENTS, L'ARCHITECTURE NAVALE DES PUNIQUES ET LES HYBRIDATIONS CULTURELLES

Pendant l'époque Archaïque, avec l'étude des épaves *Jules Verne 7* et *Grand Ribaud F* nous avons pu comprendre comment les charpentiers navals massaliotes de la fin des s. VI av. J.-C. et V av. J.-C. commencent à construire des bateaux avec des techniques étrangères, lesquelles se réalisaient en imprimant des traits de leur propre tradition Ionie. Ceci se base sur de nouvelles nécessités (p.ex. chargements d'amphores pilées comme dans *Grand Ribaud F*) requièrent de nouvelles machines de transport adaptées.

Sans doute nous pouvons qualifier le procès comme d'une hybridation de traditions où des prestations techniques dans les bateaux construits à tenons et mortaises s'adaptent mieux aux nécessités des modèles de commerce, ce d'une certaine façon pointé déjà le bateau grec de *Cala San Vicenç* dans les limites de la taille de l'architecture navale par cousus, avec la présence de tenons et mortaises pour unir la fausse quille avec quille. Ce model d'évolution technologique et hybridation culturelle nous pensons se reproduit de manière analogique dans d'autres périodes de l'Antiquité et ils nous ont permis à leur tour comprendre d'autres procès de cette époque romaine.

C'est dans notre intérêt d'analyser que la nouvelle technique utilisée par les charpentiers navales de *Massalia* en Epoque Classique pour unir les membrures au borde se base sur les clous à pointe rabattue, inédite dans l'architecture naval Ionie et que nous proposons comme une influence punique, de même que la technique de tenons et mortaises

Cette technique de clous a pointe rabattue avec une possible origine punique est présente aussi dans l'épave *Gela 2* (425 av. J.-C.) et dans le *Ma'agan Mikhael* (450-425 av. J.-C.) mais pour la première fois dans cet épave de la Méditerranée Orientale, avec une origine proposée dans la cote Ionie d'Asie Mineur (Pomey, Rieth 2005: 162), nous trouvons l'union des varangues et allonges qui ont utilisé un gournables en bois verrouillé pour le clou a pointe rabattue (Technique 1, Table 46). Ceci sera la méthode utilisée pour unir membrures au borde sur l'épave de *Kyrenia* (310 av. J.-C.).

L'origine de la technique du clou à pointe rabattue nous pensons est punique, mais nous n'avons pas les données pour établir l'évolution de la technique envers la colocation des gournables en bois qui guide le clou. Dans la Méditerranée Occidentale e, chronologiquement l'épave plus ancienne que la présente est le navire militaire de *Marsala* (ca. 250 av. J.-C.), ce qui nous suggère que peut être cette technique très reliée avec le savoir coutumiers des puniques. Il nous paraît que ce serait une technique très commune dans beaucoup de chantiers navals de la Méditerranée Occidentale e au moins jusqu'q fin du s. III av. J.-C. et pendant le s. II av. J.-C.

C'est renouant les bateaux auxquels nous pouvons designer une claire origine dans le Lacio (architectures navales directrices) comme est le cas de *Navires de Nemi* ou *Fiomicino 1*, présentent cette technique de gournables cylindriques verrouillés par clous à pointe rabattue en chronologie impérial ou tard antiques, où pratiquement a disparu cette technique dans le registre archéologique sauf pour l'épave peu connue de *Sud Lavezzi 5*. Ceci nous a emmené à voir la praxis comme la propre du savoir

coutumiers des chantiers navals à Lacio, avec confiance depuis le s. I ap. J.-C. mais sûrement ce le fut avant.

Si nous établissons une relation d'une possible origine punique par cette technique ; sa présence dans l'épave militaire de *Marsala*; les faits historiques narrés par Polibio (I, 20.13) avec la capture romaine en 260 av. J.-C d'un navire militaire carthaginois pour la reproduire comme model dans ses chantiers; ou le commentaire de Catón (*De Agri*, XVIII, 9) quand tilde de punique à l'union de tenons et mortaises, tout cela nous suggère que peut-être il s'est produit un procès d'hybridation culturelle et évolution technologique à Lacio, motivé par des causes militaires.

LES SIGNATURES ARCHITECTURALES

Dans l'épigraphie antérieur dont nous avons fait référence aux regroupements des épaves basées sur la technique d'assemblage de les membrures au borde et comme nous avons relié ces groupes avec les architectures navales directrices pour assigner de possibles zones géographiques de l'origine des épaves. Sans planter le résultat de notre travail comme une équation mathématique, il nous parait que les regroupements sont coïncidentes si aussi nous analysons d'où procédaient leur chargement de leur dernier voyage et que le possible model de commerce participait.

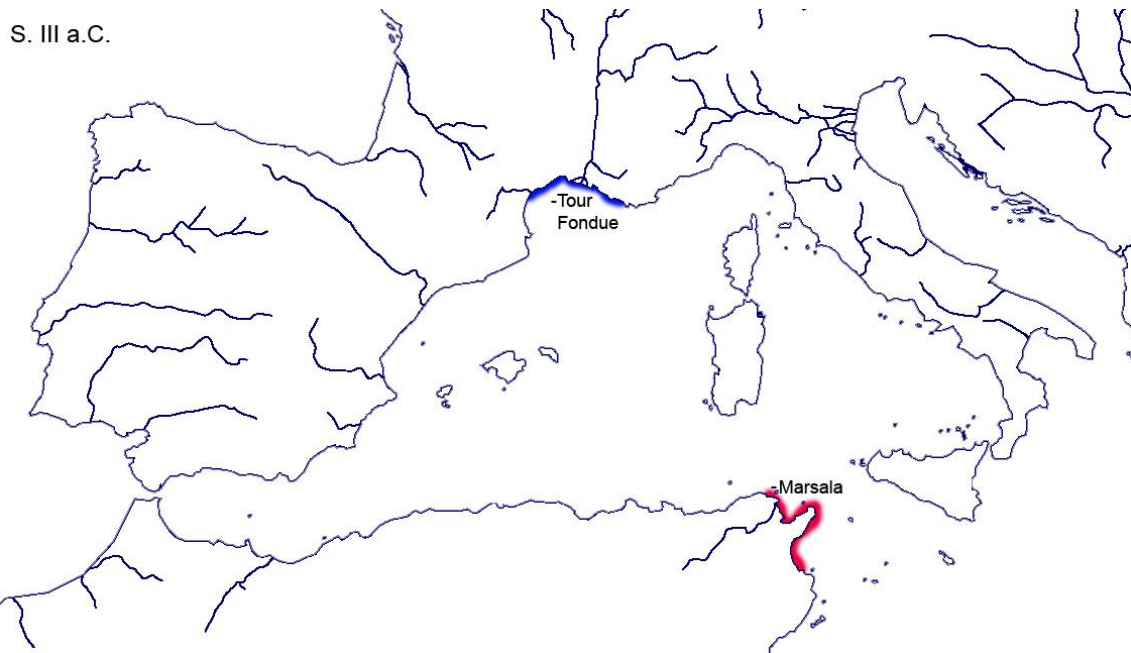


Fig. 534.- Origine proposée pour les épaves dans le s. III av. J.-C. qui représentent de *signatures architecturales*.

Au s. III av. J.-C., avec peu d'épaves avec d'architecture navale conservée, nous pouvons que signaler que ce sont deux techniques d'assemblage de les membrures au bordes les usées et qui représentent respectivement deux signatures architecturales : ligatures internes en boucle (*Tour Fondue*) et gournables verrouillés par clous à pointe rabattue (*Marsala*) (Fig. 534).

S. II a.C.

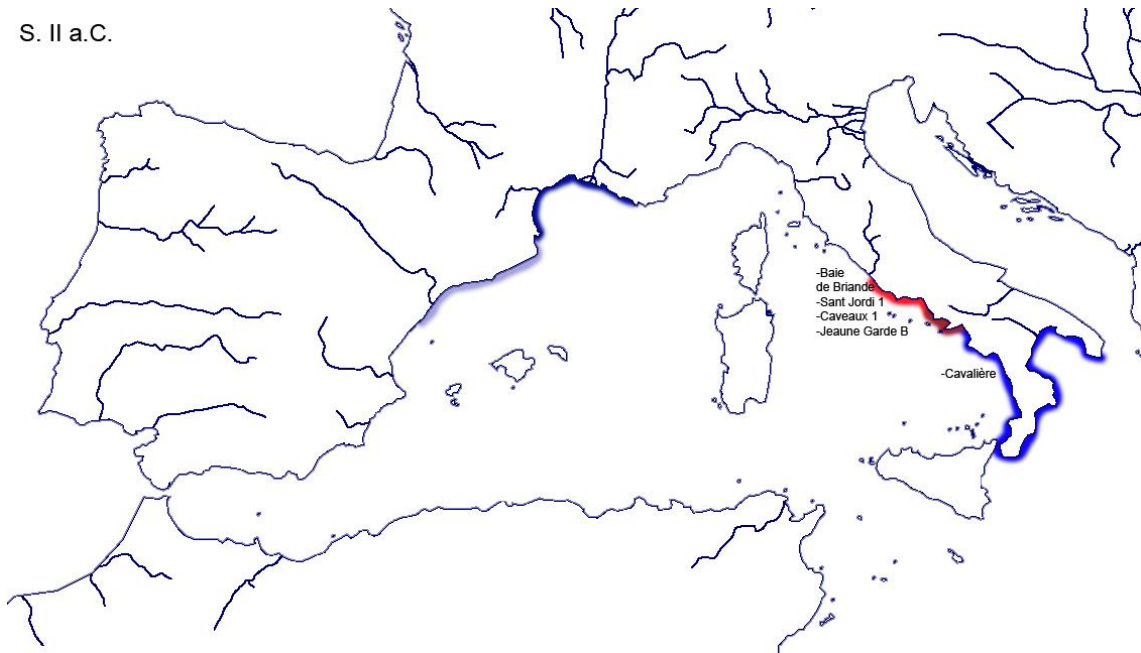


Fig. 535.- Origine proposée pour les épaves au s. II av. J.-C. qui représentent des *signatures architecturales* reliés dans la côte du Lacio et Campania et la Magna Grèce.

Au s. II av. J.-C. continuent à être présentes les deux mêmes signatures architecturales qu'au s. III av. J.-C. mais maintenant le registre archéologique nous emmène à deux zones d'origine géographique différente. Il existe un groupe que nous proposons comme leur zone de construction la côte tirrène, *grosso modo* entre *Roma* et *Neapolis*, avec la technique de gournables verrouillés par clous à pointe rabattue; et la technique des ligatures internes en boucle bloquées par gournables représentées par l'épave *Cavalière*, signature qui aurait une origine non distinct entre la Magna Grèce et la zone massaliote du golfe du Léon (Fig. 535)

S. I a.C.

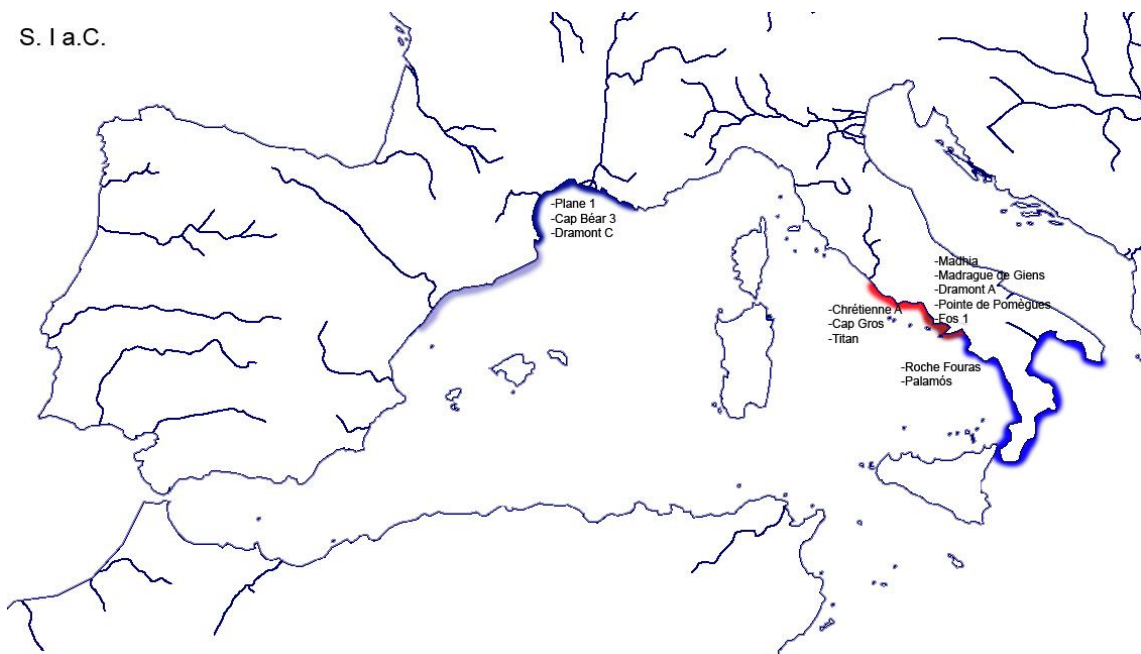


Fig. 536.- Origine proposée par les épaves au s. I av. J.-C. qui représentent *signatures architecturales* d'héritage grecque, de la côte Tirrène et de l'environ napolitain.

Au s. I av. J.-C. comme une continuation de la situation du siècle antérieur nous trouvons une *signature architecturale* en relation avec la côte *tirréene* entre *Rome* et *Neapolis* qui utilisent des variations de techniques du s. III-II av J.-C. de gournables verrouillés par clous à pointe rabattue et la *signature architecturale* relié avec les zones d'héritage Ionie. Il apparait avec force une nouvelle *signature architecturale* que nous relierions directement avec le port principal de *Neapolis* basée sur la construction à double coque et par l'assemblage entre la membrure et le borde par gournables et clous à pointe perdue, presque alternes.

Dans le changement d' Ere et au s. I ap. J.-C. les *signatures architecturales* de notre *corpus* sont presque les mêmes avec quelques évolutions. Celle basée dans les ligatures internes en boucle bloquées par gournables d' héritage Ionie, continue représentée dans les même zones géographiques avec les épaves qui bien procéderaient du Golf de Léon ou de la côte Ionique, avec l'exception actuelle que deux épaves du *corpus* pointent vers une construction naval de la Péninsule Ibérique, une avec sécurité (*Cap del Vol*) et l'autre par analogies (*Baie de l'Amitié*), présentant les deux la technique caractéristique d'assemblage de les membrures au borde de la *signature architecturale* d' héritage grecque. Dans les alentours de *Neapolis* ils continuent à construire les bateaux avec unions des membrures par gournable et clous à pointe perdue, mais maintenant à coques simples. Dans la zone de contact entre Campania et Lacio, autour de *Minturnae* se construisent les bateaux citernes avec *dolia* présentant avec sécurité *Ladispoli* et *Giraglia 2* une technique particulière de gournables en bisel pour l'assemblage de les membrures et qui peut illustrer une manière caractéristique dans cette zone de la cote tirréene de l'embouchure de Garigliano.

Une série d'épaves présentent uniquement des gournables en bois par l'assemblage des membrures au borde et qui sont très semblables à la forme de la quille, chanfrein, galbord et étraves, ce qui nous a emmené à les mettre en relation, proposant le Sud de Lacio ou le nord de la Campania comme le possible zone géographique de construction (p.ex. *Rabiou*). Autour de *Roma* et le Tiber continue la *signature architecturale* déjà constatée au s. III y II av. J.-C. de gournables verrouillés par clous à pointe rabattue qui perdureras jusqu'au Bas Empire avec le cas de *Fiumicino 1* (Fig. 537).

Cambio de Era y s. I d.C.

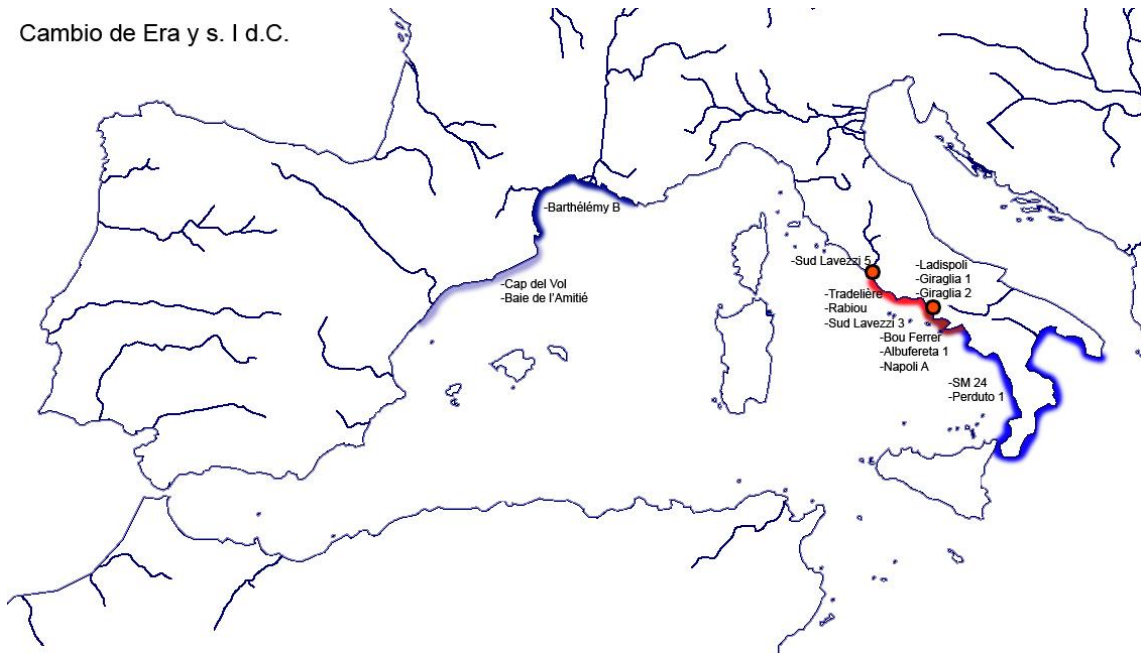


Fig. 537.- Au changement d'Ere et s. I ap. J.-C. nous avons la *signature architecturale* de l'héritage grecque de la côte Ionique et Golfe de Léon, avec des épaves maintenant dans ce groupe qui pourraient avoir une origine dans la péninsule Ibérique. Autour de *Neapolis* nous avons la *signature architecturale* caractérisée par gournables alternés par clous à pointe perdue et fini au Tiber la *signature* des gournables verrouillés par clous à pointe rabattue. Un groupe d'épaves très semblables architectoniquement, nous pensons qu'ils ont origine dans le sud de Lacio ou Nord de Campania.

Arrivé le s. II ap. J.-C. l'architecture navale continua sa lente évolution arrivant à un nouveau modèle archétype qui définit la *famille architecturale impériale* où la principale différence avec les bateaux du s. I réside dans la technique pour l'assemblage de la carlingue de mâts au coque, non plus encastrée directement sur la charpenterie transversale mais placée entre deux carlingots parallèles (p.ex. *Laurons 2*). Les différences entre les traditions coutumières semblent peu à peu se dissoudre, disparaissant du registre complètement celle basée en ligatures internes, se créant une image de grande similitude entre toutes les architectures, peut-être il est arrivé en cet instant une vraie romanisation en construction navale. Maintenant les questions d'intérêt et d'étude ne résident ni dans la possibilité de connaître diverses *signatures architecturales* (qui seraient chaque fois plus difficiles de détecter si tous les chantiers navals construisent de manière très semblable) si non le début du processus de plusieurs siècles qui culminent dans le Haut Moyen Âge pour lequel disparaît de la Méditerranée Occidentale la construction à *borde premier* avec les tables assemblées par *tenons et mortaises* bloquées par des chevilles, pour donner lieu à une construction du *squelette* où le processus de transition est très complexe.

Signature architecturale	Origine possible	Chronologie	Epaves représentatives
Ligatures internes	Ionio; Massalia et Magna Grèce	s. III av. – s. II ap. J.-C.	<i>Tour Fondue Cavalière SM 24</i>
Gournables verrouillés par clous à pointe rabattue	Lacio-Campania	s. III av. – s. IV ap. J.-C.*.	<i>Baie de Briande Sant Jordi 1 Sud Lavezzi 5</i>
Gournables et clous à pointe perdues	<i>Neapolis</i> ; Campania	s. I av. – s. II ap. J.-C.	<i>Madrague de Giens; Bou Ferrer Napoli A</i>
Gournables verticales	Côte Tirrène	s. II av. – s. I ap. J.-C.	<i>Tradelière Rabiou Sud Lavezzi 3</i>

Tabla 47.- Signatures architecturales dans le période comprise entre le s. III av. J.-C. et s. II ap. J.-C.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- AA. VV. (1998): *Pomeya*. Nápoles
- ADAM, J. P. (1989): *La construction romaine. Matériaux et techniques*. París.
- AGUELO, X.; PALOMO, A.; PONS, O.; JUAN FUERTES, C. de (2008): La excavación del pecio de Binissafúller (Menorca). *Actas V Jornadas de Arqueología Subacuática*, (J. Pérez y G. Berlanga eds.). 199-207. Valencia.
- ARANEGUI, C. (1982): *Excavaciones en el Grau Vell (Sagunto, Valencia)*. Valencia.
- ARANEGUI, C. (1985): Las jarritas bicónicas grises de tipo ampuritano: *Ceramiques Gregues i Helenistiques a la península Ibèrica*. 101-113. Barcelona.
- ARANEGUI, C. (2007): Lixus y la conquista del Océano. *Actas V Jornadas de Arqueología Subacuática*, (J. Pérez y G. Berlanga eds.). 411-418. Valencia
- ARANEGUI, C. *et alii* (1985): El Grau Vell de Sagunt, campaña de 1984, *SAGVNTVM* 19. 201-216. Valencia.
- ARANEGUI, C. *et alii* (1998): El Grau Vell (Sagunto, Valencia): Últimas campañas de excavación. *SAGVNTVM* 31. 205-212. Valencia.
- ARANEGUI, C.; VIVES-FERRÁNDIZ, J. (2006): Encuentros coloniales, respuestas plurales: los Ibéricos Antiguos de la fachada mediterránea central. *Arqueo Mediterrània* 9, (M. C. Belarte, J. Sanmartí eds.). 89-107. Barcelona.
- ARNAUD, P. (2005): *Les routes de la navigation Antique. Itinéraires en Méditerranée*. Paris.
- ARNOLD, B. (1999): Altaripa, archéologie expérimentale et architecture navale gallo-romaine. *Archéologie neuchâteloise* 25.
- BALLARD, R.; STAGER, L.; MASTER, D.; YOERGER, D.; MINDELL, D.; WHITCOMB, L.; SINGH, H.; PIECHOTA, D. (2002): Iron Age shipwrecks in deep water off Ashkelon, Israel. *American Journal of Archaeology* 106.2.151-168. Boston.
- BARD, K. A.; FATTOVICH, R.; WARD, C. (2007): Sea port to Punt: New evidence from Mersa Gawasis, Red Sea (Egypt), *Natural Resources and Cultural Connections of the Red Sea*, (J. Starkey, P. Starkey y T. Wilkinson eds.), 143–8. *BAR Int. Ser.1661, Society for Arabian Studies Monographs* 5, Oxford.
- BASCH, L. (1972): Ancient wrecks and the archaeology of ships. *The International Journal of Nautical Archaeology*, 1-58. Londres
- BASCH, L. (1978): Éléments d'architecture navale dans les lettres grecques. *L'Antiquité Classique*, XLVII, 1. 5-36. Liège.

- BASCH, L. (1981): Cartaghe and Rome: tenons and mortises. *Mariner's mirror* 67. 245-250. Londres.
- BASCH, L. (1987): Le Musée imaginaire de la marine antique. Atenas.
- BASCH, L. (1998) : Construction privée, construction d'État, en Concevoir et construire les navires. De la trière au picoteux, Technologies, Idéologies, Pratiques, Revue d'Anthropologie des Connaissances, XIII - 1, (Rieth ed.). 15-48. Saint-Agne.
- BASS, G. F. (1965): The Cape Gelidonya Wreck: Preliminary Report. *American Journal of Archaeology* 65, 1961, 267-276. Reimpreso en *Marine Archaeology* (1965), ed. Joan du Plat Taylor.
- BASS, G. F. (1967): *Cape Gelidonya: A Bronze Age Shipwreck. Transactions of the American Philosophical Society* 57 (part 8).The full excavation report. Philadelphia.
- BASS, G. F. (1985): The construction of a seagoing vessel of the late bronze age. *1st International symposium on ship construction in antiquity. Proceeding.* (ed. Tzalas, H.). 25-36. Atenas.
- BASS, G. F. (1991): Evidence of Trade from Bronze Age Shipwrecks in the Bronze Age Trade in Mediterranean (ed.Cale), *Studies in Mediterranean Archaeology*, vol. XC, 69-82.
- BASS, G. F.; VAN DOORNINCK F. H. JR., (1971): A Fourth-Century Shipwreck at Yassi Ada, *American Journal of Archaeology* 75, 27-37. Boston
- BASS, G.F.; PULAK, C.; COLLON, D.; WEINSTEIN, J. (1989): The Bronze Age Shipwreck at Ulu Burun: 1986 Campaign," *American Journal of Archaeology* 93, 1-29. Boston.
- BEBKO, W. (1971): Les Epaves Antiques du Sud de la Corse. Córcega.
- BELTRAME, C.; BONDIOLI, M. (2006): A hypothesis on the development of Mediterranean ship construction from Antiquity to the Late Middle Ages. Connected by the sea. *Proceedings of Tenth International Symposium on Boat and Ship Archaeology.* (Ed. Blue, Hocker y Englert). 89-94. Oxford.
- BEN ZEEV, A.; KAHANOV, Y.; TRESMAN, J.; ARTZY, M. (2009): *The Ma'agan Mikhael ship Volumen III: A reconstruction of the hull.* Haifa.
- BENINI, A. (2001): The second wreck at Gela: notes on naval architecture, en *The archaic greek ship at Gela.* 97-106. Palermo.
- BENOIT, F. (1956): Epaves de la côte de Provence, Typologie des amphores, *Gallia*, XIV fasc. 1, 29. Paris.

- BENOIT, F. (1958): Nouvelles épaves de Provence, *Gallia*, XVI, fasc. 1, 5-39. Paris
- BERNARD, H.; DOMERGUE, C. (1991): Les lingots de plomb de l'épave romaine de Sud Perduto 2 (Bouches-de-Bonifacio, Corse). *Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de la Corse* 659. 41-95. Bastia.
- BERTI, F. (1990): Fortuna Maris. La nave romana di Comacchio. Bologna.
- BIETAK, M. (2004): Review of Sturt Manning, *A test of Time* (Oxbow Books, 1999). *Bibliotheca Orientalis* LXI, 1-2. 199-222. Oxford.
- BLANQUEZ, J. M^a. (1975): Tartesos y los orígenes de la colonización fenicia en Occidente. Salamanca.
- BLÁZQUEZ MARTÍNEZ J. M. (1992): The latest work on the export of baetican olive oil to Rome and the Army. *Greece&Rome*, Vol. XXXIX, n. 2 .173-188. Cambridge.
- BLOCH, M: (2001): *Apología para la historia o el oficio de historiador*. México.
- BOETTO, G. (2005): Le navi romane de Napoli, en La scoperta del porto di Neapolis: dalla ricostruzione topografica allo scavo e al recupero dei relitti. *Archeologia Marittima Mediterranea* 2-2005. 63-76. Pisa-Roma
- BOETTO, G. (2009): L'épave de l'Antiquité tardive *Fiumicino 1: Analyse de la structure et étude fonctionnelle*. *Archaeonautica* 15, 29-62. Paris.
- BOETTO, G. ; CARSANA, V; GIAMPAOLA, D (2005): Il porto de Neapolis e i suoi relitti. *Arqueologia nàutica mediterrània*, Monografies del CASC, 8. (Nieto, X., Cau, M. A. eds.). Girona.
- BOETTO, G.; MARLIER, S.; RADIC, I. (e.p.): The Pakoštane shipwreck (Croatia): a preliminary report. *Underwater archaeology: Past, Present, Future, Proceedings of the 13rd EAA Conference (Zadar 2007)* (Rossi, Gaspari, Pydyn eds.). Zadar.
- BONET, H., MATA, C. (2002): El Puntal del Llops, un fortín edetano, *Serie de Treballs Varios del SIP*, 99, València.
- BONINO, M. (1985): Notes on the architecture of some roman ships: Nemi and Fiumicino. *1st International Symposium on Ship Construction in Antiquité*, Tropis I (Tzalas ed.). 37-53. Atenas.
- BOUND, M. (1991): *The Giglio Wreck* (Enalia Supplement 1). Atenas.
- BRANDON, C. (1997): Techniques d'architecture navale dans la construction des caissons en bois du port du roi Hérode à Césarée. *Cahiers d'Archéologie Subaquatique* 13.13-33. Fréjus.

- BUILL, F.; NUÑEZ, M.A.; RODRIGUEZ, J.J. (2003): *Fotogrametría Analítica*. Barcelona.
- CABRERA, P.; PINEDO, J.; ROLDÁN B.; PERERA, J.; BARBA, S. (1992): Campaña de cubrición del yacimiento subacuático de La Playa de la Isla (Mazarrón, Murcia)", *II Jornadas de Arqueología Subacuática en Asturias*. 10-21. Oviedo.
- CAMILLI, A. (2004): Le strutture "portuali" dello scavo di Pisa –San Rossone. *Le strutture dei porti e degli arodi antichi-ANSER*. 67-86. Roma.
- CARANDINI, A. (1989): L'economia itálica fra tarda republica e medio Impero considerata dal punto de vista di una merce: il vino. *Amphores Romaines et Historie Economique (Coll. Ec. Fr. Rome, 114)*. 505-521. Roma
- CARLSON, D. (2007): Mast-step coins among the romans. *The International Journal of Nautical Archaeology* 36.2. 317-324. Londres.
- CARRAZE, F. (1975): L'épave du Grand Ribaud, *Cahiers d'Archéologie Subaquatique*, 4. 34. Fréjus.
- CARRAZE, F. (1976): De Carqueiranne aux îles d'Hyères. A propos de la première campagne sur l'épave B de la Jeune-Garde, *Cahiers d'Archéologie Subaquatique* 5. 161-165. Fréjus.
- CARRAZE, F. (1977): Mediterranean hull types compared. 3. The Jeune-Garde B wreck at Porquerolles (France), *The International Journal of Nautical Archaeology*, 6.4. 299-303. Londres.
- CARRE M.- B. (1993): L'épave a *dolia* de Ladispoli (Etrurie méridionale), étude des vestiges de la coque, *Archaeonautica* 11. 9-29. Paris.
- CARRE M.- B. ; ROMAN, R. (2008): Hypòteshe de restitution d'un navire à *dolia*: la construction d'une maquette. *Archaeonautica* 15.175-192. Paris.
- CASSON, L. (1971): *Ships and seamanship in the Ancient World*. Princeton.
- CASSON, L. (1992): "Odysseus" boat. (Homer, *Od.* 5.244-53). *The International Journal of Nautical Archaeology* 21. 73-74. Londres.
- CASSON, L. (1994): *Ships and seafaring in ancient times*. Londres.
- CERDA, D. (1980): La nave romano-republicana de la colonia de Sant Jordi, Ses Salines-Mallorca. Palma de Mallorca.
- CHARLIN, G.; GASSEND, J.- M.; LEQUÉMENT, R. *et alli* (1978): L'épave antique de la baie de la Cavaliere, *Archaeonautica* 2. 9-93. Marsella.

- CHEVALIER, Y.; SOLIER, Y. (1981): L'épave Mateille B (point 8). *Archaeonautica* 3, 224-227. Paris.
- CIBECCHINI, F. (2008): Tonnellagi e rotte in età repubblicana: Il contributo dei relitti del Mediterraneo Occidentale. *Actas V Jornadas de Arqueología Subacuática*, (J. Pérez y G. Berlanga eds.). 483-499. Valencia.
- CIBECCHINI, F. (2009): Les amphores espagnoles, les trois produits clés de l'Espagne romaine: sauce de poisson, huile et vin. *César, Le Rhône pour mémoire* (L. Long y P. Picard eds.). 252-262. Arles.
- COATES, J. (1995): Experimental boat and ship archaeology: Principe and methods. *The International Journal of Nautical Archaeology* 24.4. 293-301. Londres
- COLLS, D. (1982): Pecio Cap Béar 3, informe de excavaciones 1982, archivo DRASSM.
- COLLS, D. (1987): L'épave de la colonia de Sant Jordi 1 (Majorque). Bordeaux.
- COLLS, D. (1988) : Les amphores laétaniennes de l'épave Cap Béar III, *Revue des Etudes anciennes*, 138, 1-4, 201-213. Burdeos.
- COLLS, D.; DESCHAMPS, C. (1985): L'épave Port-Vendres 3. Archéologie sous-marine sur les côtes de France, Catalogue de l'exposition de Nantes. 71-72. Nantes
- COLLS, D.; ÉTIENNE, R.; LEQUÉMENT, R. (1977): L'épave Port Vendres II et le commerce de la Bétique à l'époque de Claude. *Archaeonautica* 1. Paris.
- CRUMLIN-PEDERSEN, O. (1991): Ship types and sizes A.D. 800-1400 en O. Crumlin-Pedersen (ed.) *Aspects of maritime Scandinavia A.D. 200-1200*. 69-82. Roskilde.
- DANGREAU, B. (1994): Presqu'île de Giens, Tour Fondue, *Bilan scientifique* 1993 DRASSM. 44-45. Paris.
- DANGREAU, B. (1995): Presqu'île de Giens, Tour Fondue, *Bilan scientifique* 1994 DRASSM. 47. Paris.
- DANGREAU, B. (1996): Presqu'île de Giens, Tour Fondue. *Bilan scientifique* 1995 DRASSM. 51-52. Paris.
- DANGREAU, B. (1997): Presqu'île de Giens, épave de la Tour Fondue. *Bilan scientifique* 1996 DRASSM. 89-90. Paris.
- DANGREAU, B. (2001): La Tour Fondue: épave Tour Fondue. *Bilan scientifique* 1997 DRASSM. 57-59. Paris.

- DE NICOLAS, J.C. (1973) : État actuel de l'archéologie sous-marine a Minorque, *Cahiers d'Archéologie subaquatique* 2, 167-174. Fréjus.
- DELAUZE, H. G. ; CAYOL, J.C. ; MASSY, J. L. ; LONG, L. ; LEROY, F. ; RIVET, L. (2007): Épave Sud Lavezzi 5. *Bilan Scientifique* 2005 DRASSM. 94-96. Paris.
- DELL'AMICO, P. (2002): *Costruzione navale antica*. Albenga.
- DESCHAMPS, C. ; JEZEGOU, M.P. (1993): La Miranda, Port Vendres 5. *Bilan Scientifique* 1992 DRASSM. 33. Paris.
- DOMERGUE, C. (1998): A view of Baetica's external commerce in the 1st c. A.D. based on its trade in metals, en S. Keay éd., *The Archaeology of Early Roman Baetica. Journal of Roman Archaeology, Supplementary Series Number 29*, 201-215. Portsmouth, Rhode-Island.
- DOMERGUE, C. (2004) : Un parcours à travers les lingots de plomb romains d'Espagne (1965-2003), *Pallas*, 66,105-117.
- DRAP, P.; BRUNO, E.; LONG, L.; DURAND, A.; GRUSSENMEYER, P. (2002): Underwater Photogrammetry and XML Based Documentation System: The case of the 'Grand Ribaud F' Etruscan wreck, *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 34.5, 342–347. Postdam.
- DRAP, P.; DURAND, A.; PROVIN, R.; LONG, L.; (2005):, Integration of Multi-Source Spatial Information and XML Information System in Underwater Archaeology, *Proceedings of the 20th International Symposium, CIPA 2005: International Cooperation to Save the World's Heritage: Torino (Italy), 26 September–1 October 2005*. 2 vols. Turin.
- DRAP, P.; SEINTURIER, J.; SCARADOZZI, D.; GAMBOGI, P.; LONG, L.; GAUCH, F. (2007): Photogrammetry for Virtual Exploration of Underwater archaeological sites, *Proceedings of the 21st International Symposium, CIPA 2007: AntiCIPAting the Future of the Cultural Past: Athens (Greece), 01–06 October 2007*. Atenas.
- DUBOIS C. (1976) : Remarques sur les quilles des navires romains. *Revue archéologique de Narbonnaise* 9, 155-175. Paris.
- DUMAS, F. (1964): *Épaves antiques*. Paris.
- DUMONTIER, H.; JONCHERAY, J. P. (1991): L'épave romaine du Miladou. *Cahiers d'archéologie Subaquatique* 10, 109-174. Fréjus.
- DUVAL, P-M. (1949): La forme des navires romains d'après la mosaïque d'Althiburus. *Mélanges Ecole Française de Rome* 61. 119-149. Roma.
- ETIENNE, R. ; MAYET, F. (2007) : L'industrie des salaison et sauces de poisson dan la Péninsule Ibérique, *Salsas y salazones de pescado en Occidente durante la*

Antigüedad. Actas del Congreso Internacional (Lagóstena Barrios L., Bernal Cassasola D., Arevalo. A, eds). British Arch. Reports Int. Series 1686. Oxford.

FACCENNA, F. (1997): Indagini preliminari sul secondo relitto di Gela ("Gela II") *Atti del convegno nazionale di archeologia subacquea*. 143-146. Bari.

FALGUERA, J.M. (1996): Anse Montfort. *Bilan Scientifique* 1995 DRASSM. 35. Paris.

FELICI, E. (2002): *Archeologia subacquea, metodi, tecniche e strumenti*. Roma.

FERNÁNDEZ M.; BELÉN M. (1977): El barco de Binissafúller. *Arqueología Submarina en Menorca*. 69-82. Menorca.

FERNÁNDEZ, A.; AGUILERA, A.; BERNI, P. (2008): El pecio romano de la Albufereta (Alicante): un documento de época pre-flavia, *Actas V Jornadas de Arqueología Subacuática*, (J. Pérez y G. Berlanga eds.). 231-246. Valencia.

FERRER, C.; BLÁZQUEZ, A. (2008): La depresión de l'Albufereta d'Alacant: Una laguna marina en Época Ibérica. *Actas V Jornadas de Arqueología Subacuática*, (J. Pérez y G. Berlanga eds.). 325-335. Valencia.

FOERSTER, F. (1980): A Roman wreck of Cap del Vol, Gerona, Spain, *The International Journal of Nautical Archaeology*, 9.3, 244-253. Londres.

FOERSTER, F. (1988): A third ancient ship of the 0°-class, with cargo from Catalonia, *The International Journal of Nautical Archaeology*, 17, 2, 178-180. Londres.

FOERSTER, F.; PASCUAL, R.; BARBERÁ, J. (1987): *El pecio romano de Palamós*. Barcelona.

FOERSTER, F.; PASCUAL, R. (1982): El pecio del Cap del Volt. *Vida Submarina* 5. 47-56. Girona.

FOERSTER, F. (1987): The cylindrical nails of the "Kyrenia". One too early technical sprout. *2nd International Symposium on Ship Construction in Antiquité*, Tropic II (Tzalas ed.). 175-179. Delphi.

FROST, H. (1972): Une épave punique au large de la Sicile. *Archeologia* 48. 28-32.

FROST, H. (1973): Notes sur la coque d'un navire punique (campagne 1971-1972). *Cahiers d'Archéologie Subaquatique* 2. 97-111. Fréjus.

FROST, H. (1978): Seul bateau de guerre connu de l'antiquité méditerranéenne: le navire punique de Marsala. *Dossiers de l'archéologie* 29. 53-61. Quetigny.

FROST, H. (1993) : Notion de construction. Les marques peintes de l'épave punique de Marsala. *Marine antique. Les dossiers de l'Archéologie* 183. 52-57. Quetigny.

- FROST, H. (1999): Simulated clinkers in the Third Century B.C. Mediterranean. *Archaeonautica* 14.161-163. Paris.
- FROST, H. *et alli* (1976): Lilybaeum (Marsala). *The Punic ship: final excavation report*. 1981. (Atti dell'Accademia Nazionale dei Lincei, 1976). Roma.
- GALE, N. H. (1991): Copper oxide ingots: their origin and their place in the Bronze Age metals trade in the Mediterranean en *Bronze Age Trade in Mediterranean* (ed. Gale), *Studies in Mediterranean Archaeology*, vol. XC, 197-239. Cambridge.
- GARCÍA CARDIEL, J. (2013): *Embarcaciones de la Península Ibérica, Marruecos y archipiélagos aledaños hasta el principado de Augusto*. BAR International Series, 2462. Oxford.
- GARCÍA GALÁN, I. (2002): Restauración de un ánfora fenicia del siglo VII a. C. aparecida en el interior del pecio Mazarrón-2, *Cuadernos de Arqueología Marítima*, 6. 343-365. Cartagena.
- GARROTE, E. (2003): Los puertos de Narbo Martius y Arelate y su relación con los circuitos comerciales del aceite bético. Actas IV Jornadas de Arqueología Subacuática, Puertos fluviales antiguos: Ciudad, desarrollo e infraestructuras (J. Pérez Ballester y G. Berlanga eds.). 227-235. Valencia.
- GASSEND, J-M. (1978): Vestiges d'une épave antique dans le port de Pomègues (Marseille). *Archaeonautica* 2. 101-107. Paris.
- GASSEND, J-M. (1985): La construction navale antique de type alterné: exemple d'un mode de construction. *1st International Symposium on Ship Construction in Antiquité, Tropolis I* (Tzalas ed.). 115-127. Atenas.
- GASSEND, J-M. *et alii* (1974): *Le navire antique du Lacydon*. Marsella.
- GASSEND, J-M. ; BERNARD, L. ; XIMÉNÈS, S. (1984): L'épave 2 de l'anse des Laurons (Martigues, Bouches-du-Rhône). *Archaeonautica* 4. 75-105. Paris.
- GASSEND, J-M. ; CUOMO, J-P. (1982) : La construction alternée des navires antiques et l'épave de la Bourse à Marseille, *R.A.N.* XV, 263-272. Narbona.
- GASSEND, J-M.; ROMAN, R. (2010): Carnet d'architecture navale antique. *Cahiers d'Archéologie Subaquatique* 18. 69-114. Fréjus.
- GESTOSO, G. (2008): El barco naufragado en Ulu Burun y el intercambio de bienes en el Mediterráneo Oriental. *DavarLogos* 7.1. 19-32. Libertador San Martín.
- GIANFROTTA P. A.; POMEY P.(1981): *Archeologia subacquea*, Milan.

- GIANFROTTA, P. A. (1981): Commerci e pirateria : prime testimonianze archeologiche Sottomarine. *Mélanges de l'Ecole française de Rome. Antiquité T.* 93, N°1. 227-242. Roma.
- GIANFROTTA, P.A. (1987): A roman shipyard at Minturno: indications from underwater archaeology en *2nd International Symposium on ship construction in antiquity* (Tzalas ed.). 195-205. Delphi
- GUERRERO V.; MIRÓ J.; RAMÓN J. (1991): El pecio de Binissafüller (Menorca), un mercante púnico del siglo III a.C. *Meloussa 2.* 9-30. Mahón.
- GUERRERO V.; QUINTANA C. (2000): Comercio y difusión de ánforas ibéricas en Baleares. *Quaderns de prehistòria i arqueologia de Castelló.* Castellón.
- GUERRERO, V. (1997): Los mercantes fenicio-púnicos en la documentación literaria iconográfica y arqueológica, *III Jornadas de Arqueología subacuática. Puertos Antiguos y comercio marítimo* (Ballester y Berlanga eds.). 195- 228. Valencia.
- GUERRERO, V. (2006): Comer antes que viajar. Pesca y barcas de base monóxila en la Prehistoria occidental. *Mayurqa* 31.7-56. Palma.
- GUERRERO, V. (2008): Las naves de Kérné (II). Navegando por el Atlántico durante la protohistoria y la antigüedad. *Los fenicios y el Atlántico. IV Coloquio del CEFYP* (González, López y Peña eds.).69-142. Madrid.
- GUIBAL F. ; POMEY P. (1998) : L'utilisation du matériau-bois dans la construction navale antique: analyse anatomique et dendrochronologique. *Méditerranée antique, Pêche, navigation, commerce. Actes des 120'- 121' Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Aix-en-Provence, 1995, Nice, 1996,* CTHS. 159-175. Paris.
- GUIBAL, F. ; POMEY, P. (1999) : Essences et qualité des bilks employés dans la construction navale antique : étude anatomique et dendrochronologique, *Forêt et Marine*, (Corvol ed.). 15-32. Paris
- GUIBAL, F.; POMEY, P. (2002): Essences et qualité des bois utilisées dans la construction navale antique. L'apport de l'étude anatomique et dendrochronologique. *Fôret méditerranéenne t. XXIII, n° 2.* Paris.
- GUIBAL, F.; POMEY, P. (2003): Timber supply and ancient naval architecture. *Proceedings of Ninth International Symposium on Boat and Ship Archaeology.* (Ed. C. Beltrame). 35-41. Venecia.
- GUIBAL, F.; POMEY, P. (2009): Ancient shipwrecks, naval architecture and dendrochronology in the western Mediterranean, Between the seas. Transfer and Exchange in Nautical Technology, Proceedings of the 11th International Symposium on Boat and Ship Archaeology, Mainz 2006, (Bockius ed.) Römisch-Germanisches Zentralmuseum. 219-226. Maguncia.

- GUIBAL, F. (1998): Dendrochronologie des épaves antiques de la Méditerranée. Construction navale maritime et fluviale. Approches archéologique, historique et ethnologique, Actes du septième colloque international d'archéologie navale, Île Tatihou, 1994 (Dir. Pomey, Rieth). *Archaeonautica* 14. 303-308. Paris.
- HACKING, I (1971): Equipossibility Theories of Probability. *British Journal for the Philosophy of Science*, vol. 22. 339-355. Oxford.
- HAMEY, L.A.; HAMEY J. A. (1990): *Los ingenieros romanos*. Madrid.
- HASSLÖF, O. (1963): Wrecks, archives and leaving tradition. *Mariner's mirror*, 49,3. 162-177. Londres.
- HELLENKEMPER, G.; PRITTWITZ UND GAFFRON, H-H.; BAUCHHENS, G. (1994): *Das wrack. Der antikeschiffsfund von Mahdia*. Colonia.
- HENNINGSEN, H. (1965): Coins for luck under the mast. *The Mariner's Mirror* 51, 205-210. Londres.
- HERNARD, A. (1992): Archipel de Marseilleveyre. *Gallia informations*, Recherches sous-marines 1. 24. Paris.
- HESNARD A. (1994): Une nouvelle fouille du port de Marseille place Jules-Verne, *Comptes Rendus Académie Inscriptions & Belles-Lettres*, janvier-mars. 195-216. Marsella.
- HESNARD, A. (1977): Note sur un atelier d'amphores Dr. 1 et Dr. 2-4 près de Terracine, *MEFRA*, 89, 1, 157-168. Roma.
- HESNARD, A. (2004): Terre submergée, mer enterrée: une "geoarchéologie" du port Antique de Marseille. *Evolución paleoambiental de los puertos y fondeaderos antiguos en el Mediterráneo Occidental-ANSER*. 3-28. Roma.
- HESNARD, A. (2004b): Vitruve, *De architectura*, V, 12 et le port romain de Marseille. *Le strutture dei porti e degli aprodi antichi-ANSER*. 175-203. Roma.
- HEURGON, J. (1952): Les Lassii pompéiens et l'importation des vins italiens en Gaule. *La parola del Passato* XXIII. 113-118. Nápoles.
- HOWELL, M.; PREVENIER, W (2001): *From Reliable Sources: An Introduction to Historical Methods*. Ithaca.
- JENKINS, N. (1980): *The Boat beneath the Pyramid. King Cheops' Royal Ship*. Londres.
- JÉZÉGOU, M- P. (2003) : Epave les Battuts 2 / Baie de l'Amitié, *Bilan scientifique* 1998 DRASSM. 28-29. Paris.
- JÉZÉGOU, M-P. (2007): Port Vendres 3. *Bilan Scientifique* 2005 DRASSM. 41. Paris.

- JÉZÉGOU, M-P. (2011): L'épave de la Conque des Salins (Mèze, Étang du Thau, Département de l'Hérault). Une embarcation lagunaire. *Batellerie gallo-romaine, pratiques régionales et influences maritimes méditerranéennes. Bibliothèque d'archéologie Méditerranéennes et Africaine 9*. (Boetto, Pomey, Tchernia eds.). 167-175. Paris.
- JONCHERAY A.; JONCHERAY J.P. (1996): L'épave Barthélemy B, *Bilan scientifique 1996 DRASSM*.105-106. Paris.
- JONCHERAY, A. ; JONCHERAY, J. P. (2009): L'épave romaine de la Rabiou, Saint Tropez (Var). *Cahiers d'Archéologie Subaquatique 17* .63-102. Fréjus.
- JONCHERAY, A.; JONCHERAY, J.- P. (1997): *Bilan Scientifique 1996 DRASSM*. 105-106. Paris.
- JONCHERAY, J. P. (1975): L'épave C de la Chrétienne. *Cahiers d'archéologia Subaquatique 1er supplément*. Fréjus.
- JONCHERAY, J. P. (1975): Une épave du Bas-Empire: Dramont F, *Cahiers d'Archéologie Subaquatique 4*, 91-140. Fréjus.
- JONCHERAY, J. P. (1976): Au sujet des amphores grecques au large de Boulouris. Nouvelle typologie du type massaliote, *Cahiers d'Archéologie Subaquatique*, 5. 51-57. Fréjus.
- JONCHERAY, J. P. (1976): L'épave grecque ou étrusque de Bon Porté. *Cahiers d'Archéologie Subaquatique*. 5. 5-36. Fréjus.
- JONCHERAY, J. P. (1989): L'épave de Cap Gros. *Cahiers d'archéologie subaquatique*, 8. 57-84. Fréjus.
- JONCHERAY, J. P. (1989): L'épave grecque de la Tour-Fondue, *Cahiers d'Archéologie Subaquatique*, 8. 135-148. Fréjus.
- JONCHERAY, J. P. (1994): L'épave Dramont C. *Cahiers d'Archéologie Subaquatique*, 12, 5-51. Fréjus.
- JONCHERAY, J. P. (1997): Bénat 2, une épave à dolia du 1er siècle avant J.C. *Cahiers d'archéologie Subaquatique 13*. 97-136. Fréjus.
- JONCHERAY, J. P. (1997): Deux épaves du bas-empire romain: l'épave Héliopolis 1. *Cahiers d'Archéologie Subaquatique 13*. 137-164. Fréjus.
- JONCHERAY, J. P.; JONCHERAY, A. (1997): Dramont I, description et étude de la coque d'une épave de marbres *Cahiers d'archéologie Subaquatique 13*, 172-195. Fréjus.

- JONCHERAY, J. P.; JONCHERAY, A. (2004) : L'épave Barthélémy B à Saint Raphael *Cahiers d'Archéologie Subaquatique* 15. 26-48. Fréjus.
- JONCHERAY, J. P.; ROCHIER, R. (1976): L'épave de la Roche Fouras, coque du navire, estampilles sur amphores. *Cahiers d'Archéologie Subaquatique* 5. 167-180. Fréjus.
- JUAN FUERTES, C. de (2002): Primera aproximación a la infraestructura portuaria saguntina. *SAGVNTVM* 34, 115-126. Valencia.
- JUAN FUERTES, C. de (2003): La arqueología subacuática saguntina y el *Grau Vell*. Estado de la cuestión. *SAGVNTVM* 35, 229-235. Valencia.
- JUAN FUERTES, C. de (2008): La construcción naval del pecio de la Albufereta (Alicante). Un velero de comercio del s. I procedente de la Bética. *SAGVNTVM* 40. 161-176. Valencia.
- JUAN FUERTES, C. de (2009): La bahía de l'Albufereta (Alicante). Una *statio* náutica en el levante peninsular. *SAGVNTVM* 41. 129-148. Valencia.
- JUAN FUERTES, C. de, CIBECCHINI F., VENTO E. (2007): Intervención arqueológica subacuática en el pecio Bou-Ferrer. Resultados preliminares campaña 2006. *Actas V Jornadas de Arqueología Subacuática*, (J. Pérez y G. Berlanga eds.). 269-277. Valencia.
- JUAN FUERTES, C. de; AGUELO, X.; PALOMO, A.; PONS, O (2010): La construcción naval del pecio de Binissafúller (Menorca-Islas Baleares). Análisis de los restos de casco conservados. *Les transferts de technologie dans la construction navale Méditerranéenne de l'Antiquité aux temps modernes: Identité technique et identité culturel*. (P. Pomey ed.). 59-73. Paris.
- KAHANOV, Y. (2003): The hull. *The Ma'agan Mikhael ship. The recovery of a 2400 year-old merchantman. Volumen I*. (E. Black ed). 53-129. Jerusalem.
- KAHANOV, Y. (2004): Mortise analysis. *The Ma'agan Mikhael ship. The recovery of a 2400 year-old merchantman. Volumen II*. (J. Tresman ed). 125-132. Jerusalem.
- KAHANOV, Y. (2010): From shell to skeleton construction. *Transferts technologiques en architecture navale Méditerranéenne de l'Antiquité aux temps modernes: Identité technique et identité culturel* (Pomey ed.). 80-81. Paris.
- KAPITÄN, G. (1989): The origin of the early Mediterranean plank boat. *3rd International symposium on ship construction in antiquity. Proceeding*. (ed. H. Tzalas). 221-241. Atenas.
- KATVEZ, M., KATVEZ, S. (1974): Last harbor of the oldest ship. *National Geographic*. 146.5, 622. Washinton DC.

- KLEIN, S.; RICO, C.; LAHAYE, Y.; VON KAENEL, H-M.; DOMERGUE, C.; BREY, G.P. (2007): Copper ingots from western Mediterranean Sea: chemical characterization and provenance studies through lead and copper isotope analyses. *Journal of Roman Archaeology* 20, 202-221. Portsmouth.
- LAUBENHEIMER, F. (1998): Une épave de Bétique du Cap Corse: La Tour Ste. Marie. *Actas III Jornadas de Arqueología Subacuática* (J. Pérez Ballester, G. Pascual eds.) . 313-328.Valencia.
- LEJEUNE, M. ; POUILLOUX, J. (1988): Une transaction commerciale ionienne au V^e siècle à Pech-Maho, *Comptes-rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*.3. 526-536. doi:10.3406/crai.1988.14636. http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/crai_0065-0536_1988_num_132_3_14636
- LIOU, B. (1973): Recherches archéologiques sous-marines. *Gallia* 31 fascículo 2. 571-608. Paris.
- LIOU, B. (1975): Direction des recherches archéologiques sous-marines. *Gallia* 33 fascículo 2, 571-605. Paris.
- LIOU, B. (1982): Direction des recherches archéologiques sous-marines. *Gallia* 40, fascículo 2. 437-454. Paris.
- LIOU, B. (1990): Le commerce de la Bétique au Ier siècle de notre ère. Notes sur l'épave Lavezzi 1 (Bonifaccio, Corse du Sud), *Archaeonautica* 10. 125-155. Paris
- LIOU, B. (2000): Las ánforas béticas en el mar. Les épaves en Méditerranée à cargaison d'amphores de Bétique, *Congreso Internacional ex baetica amphorae, Conservas, aceite y vino de la Bética en el Imperio Romano*, Sevilla – Écija 1998, Vol. 1. 1061-1111. Sevilla.
- LIOU, B.; DOMERGUE, C. (1990): Le commerce de la Bétique au 1^{er} Siècle de notre ère. L'épave Sud-lavezzi 2. *Archaeonautica* 10. Paris.
- LIOU, B.; POMEY P. (1985): Recherches archéologiques sous-marines. *Gallia* 43 fascículo 2. 547-576. Paris.
- LIOU, B; GASSEND, J.- M. (1990): L'épave Saint Gervais 3 à Fos-Sur-Mer (milieu du 1er siècle ap. J. C.). Inscriptions peintes sur amphores de Bétique. Vestiges de la coque. *Archaeonautica* 10. 157-264. Paris.
- LIPHSCHITZ, N. (2004): Dendroarchaeological investigations. *The Ma'agan Mikhael ship. The recovery of a 2400 year-old merchantman. Volumen II.* (J. Tresman ed). 156-163. Jerusalem.
- LIPKE, P. (1984): The Royal Ship of Cheops *B.A.R. INTER. SER N.* 225. Oxford

- LLORENS, M. ; AQUILUÉ, X. (2001): *Ilercavonia-Dertosa i les seves encunyacions monetàries*. Barcelona.
- LONG, L. (2002): Jarre 4, *Bilan Scientifique DRASSM 2001*, 59-60. Paris.
- LONG, L. (2003): Carte Archéologique. Au large de la Camargue. L'épave Saintes Marie 24, *Bilan Scientifique DRASSM 2002*, 53-54. Paris.
- LONG, L. (1988): L'épave de la Pointe de Brouil, baie de Cavalière. *Autour d'Heraclea Caccabaria, archéologie de la côte des Maures*. CDAV. 15-18. Toulon.
- LONG, L. (1998): *L'archéologie sous-marine à grande profondeur : fiction ou réalité*. Archeologia Subacquea, Come opera l'archeologo sott'acqua, Storie dalle acque, VIII ciclo di lezioni sulla ricerca alicata in archeologia, (Certosa di Pontignano 1996) (G. Volpe ed.). Firenze.
- LONG, L. ; MARLIER S. ; RIVAL M. (2004): L'épave Saintes-Marie 24. Objets de bord et architecture navale, *Bilan Scientifique DRASSM 2003*, 68-71. Paris.
- LONG, L.; GANTES, L-F.; DRAP, P. (2002): Premiers résultats archéologiques sur l'épave *Grand Ribaud F* (Giens, Var). Quelques éléments nouveaux sur le commerce étrusque en Gaule, vers 500 avant J.- C. *Cahiers d'archéologie subaquatique* 14. 5-40. Fréjus.
- LONG, L.; POMEY, P. (1992): Les premiers échanges maritimes du midi de la Gaule du 4^{ème} au 3^{ème} s. av. J.- C. à travers les épaves. *Marseille grecque et la Gaule, Etudes Massaliètes*, 3. 189-198. Marsella.
- LOPEZ, A. (1995): Barthélémy B. *Bilan Scientific 1994*. 54-55. Paris.
- LOPEZ, A. (1996): Barthélémy B. *Bilan Scientific 1995*. 59-60. Paris.
- MADDIN, R.; WHEELER, T.; MUHLY, J. (1977): Tin in the Ancient Near East: Old Questions and New Finds, *Expedition*, 19, 2, 35-47.
- MANNING, S. W.; KUNIHOLM, P.I.; KROMER, B.; NEWTON, M. W. (2001): Anatolian Tree Rings and a New Chronology for the East Mediterranean Bronze-Iron Ages, *Science* 294, 2532-2535.
- MARLIER, S. (2007): Les bateaux cousus et les assemblages par ligatures dans la construction antique méditerranéenne: une question de terminologie. *Empuries* 55. 9-25. Girona.
- MARLIER, S. (2008): Architecture et espace de navigation des navires à *dolia*. *Archaeonautica*, 15. 153-173. Paris.

- MARLIER, S. (2011): L'épave Arles-Rhône 3. Batellerie gallo-romaine, pratiques régionales et influences maritimes méditerranéennes. Bibliothèque d'archéologie Méditerranéennes et Africaine 9. (Boetto, Pomey, Tchernia eds.). 129-152. Paris.
- MARSDEN, P. (1965): The luck coins in ships. *The Mariner's Mirror* 51, 33-34. Londres.
- MARSDEN, P. (1974): The County Hall Ship. *The International Journal of Nautical Archaeology* 3,1. 55-65. Londres.
- MARSDEN, P. (1993): A hydrostatic study of a reconstruction of Mainz Roman Ship 9. *The International Journal of Nautical Archaeology*.22.2, .137-141. Londres
- MARTÍNEZ-HIDALGO Y TERÁN, J.M^a. (2002): *Diccionario Náutico*. Barcelona.
- MARTÍN-PLIEGO, F. J. (2007): Introducción a la Estadística Económica y Empresarial. Teoría y Práctica. Madrid.
- MATEO, M. A.; RENOM, P.; GUALLAR, C.; GARRIDO, D. (2004): *Posidonia oceanica*: un archivo orgánico milenario. *ANSER 2003. Evolución paleoambiental de los puertos y fondeaderos antiguos en el Mediterráneo Occidental*. (De Maria y Turchetti eds.). 219-229. Roma
- MC GRAIL, S. (2001): *Boats of the world*. Oxford.
- MEDAS, S. (2009): Andature e manovre con la vela quadra. *Arqueologia nàutica mediterrània*. Monografies del CASC, 8. (Nieto, Cau eds.). Girona.
- MEDEROS, A.; RUIZ, L. (2004): El pecio fenicio del Bajo de La Campana (Murcia, España) y el comercio del marfil norteafricano. *Zephyrus*, 57. 263-281. Salamanca.
- MERLIN, A. (1911): Les recherches sous-marines de Mahdia (Tunisie), en *Comptes rendus de l'Académie des Inscription et Belles Lettres*, 556-565, Paris.
- MIÑANO, A. I. ; FERNÁNDEZ MATA LLANA, F. ; CASABAN, J. L. (2012): Métodos de documentación arqueológica aplicados en arqueología subacuática: el modelo fotogramétrico y el fotomosaico del pecio fenicio Mazarrón-2 (Puerto de Mazarrón, Murcia). *SAGVNTVM* 44, 99-109. Valencia.
- MOLINA, F.; RUIZ, A.; HUERTAS, C. (1982): Almuñecar en la antigüedad. La necrópolis fenicio-púnica de Puente de Noy. Granada.
- MORRISON, J. S.; COATES, J. F. (1986): The Athenian Trireme. The History and Reconstruction of an Ancient Greek Warship. Cambridge.
- MUCKELROY, K. (1978): *Maritime Archaeology*. Cambridge.

- NEGUERUELA, I. (1995): Excavaciones arqueológicas subacuáticas realizadas por el Centro Nacional De Investigaciones Arqueológicas Submarinas en el yacimiento de la Playa de la Isla (Mazarrón). Memoria de la campaña de 1995. *Serie Memorias de Arqueología de la Región de Murcia. 10-1995*.162-180. Murcia.
- NEGUERUELA, I. (2000): Protection of shipwrecks. The experience of the Spanish National Maritime Archaeological Museum, *Underwater archaeology and coastal management.Focus on Alexandria* (Alexandría, 1997), 111-116. Paris.
- NEGUERUELA, I. (2000b): Managing the maritime heritage: the National Maritime Archaeological Museum and National Centre for Underwater Research, Cartagena, Spain, *The International Journal of Nautical Archaeology* 29.2. 179-198. Londres
- NEGUERUELA, I. (2000c): Descubrimiento de dos barcos fenicios, en *IV Congreso Internacional de Estudios Fenicios y Púnicos. Cádiz 2-6, octubre 1995. Vol. IV*, 1671-1679. Cádiz.
- NEGUERUELA, I. (2004): Hacia la comprensión de la construcción naval fenicia según el barco de “Mazarrón-2” del siglo VII a.C. *La navegación fenicia. Tecnología naval y derroteros*. Centro de Estudios Fenicio Púnicos (Peña, Mederos, Wagner, Eds.). 227-278. Madrid.
- NEGUERUELA, I. *et alii* (2000): Carta arqueológica subacuática de la Región de Murcia. I: Mazarrón. Campaña de 1999, *XI Jornadas de Patrimonio Histórico y Arqueología Regional*. 21-23. Murcia.
- NEGUERUELA, I.; GONZÁLEZ, R.; SAN CLAUDIO, M.; MÉNDEZ, A.; PRESA, M.; MARÍN, C. (2004): Mazarrón 2: el barco fenicio del siglo VII a.C. Campaña de noviembre-1999/marzo 2000, *2º Congreso Internacional del mundo púnico* (Cartagena, abril de 2000), *Estudios Orientales*, 5-6. 453-483. Murcia.
- NEGUERUELA, I.; PINEDO, J.; GÓMEZ, M.; MIÑANO, A.; ARELLANO, L.; Y BARBA, J. S. (1995): Seventh-century BC Phoenician vessel discovered at Playa de la Isla, Mazarrón, Spain. *The International Journal of Nautical Archaeology*. 24, 3: 189-197.
- NIETO, F. J. (1984): *Introducción a la arqueología subacuática*. Barcelona.
- NIETO, F. J. (1988): Cargamento principal y cargamento secundario. *Cahiers d'Historie XXXIII*. 3-4. 379-395. Marsella.
- NIETO, F. J.; FOERSTER, F. (1980): El pecio romano del Cap del Vol : Campañas de 1978 y 1979, *Cypsela*, 3, 163-177. Girona.
- NIETO, J. (1982): El pecio del Cap del Vol. Nuevas aportaciones, *Cypsela*, 4, 165-168. Girona.

- NIETO, X. (2004): Algo más que ánforas. *Scombraria*. 17-21. Murcia.
- NIETO, X.; RAURICH, X. (1998): El transport naval de vi de la Tarraconense, en Segon col.loqui internacional d'Arqueologia Romana, El vi a l'Antigüetat, economia, producció i comerç al Mediterrani Occidental. Monografies Badalonines, 14. 113-137. Badalona.
- NIETO, X.; SANTOS, M. (2008): *El vaixell grec arcaic de Cala Sant Vicenç*. Monografies del CASC 7. Girona.
- PANETTA, M. R. (2005): Pompeji. Geschichte, Kunst und Leben in der versunkenen Stadt. Belser, Stuttgart.
- PANVINI, R. (2001): *The archaic Greek ship at Gela*. Palermo.
- PARKER, A. J. (1992): Ancient shipwrecks of the Mediterranean and the Roman Provinces. BAR International series 850. Oxford.
- PASCUAL, R. (1988): The stamps on amphorae from the kiln at El Mujal, *The International Journal of Nautical Archaeology*, 17, 2. 181. Londres.
- PÉREZ BALLESTER, J. (2003): Escenas con embarcaciones en la cerámica ibérica del Tossal de S. Miquel (Llíria, València). *Cuadernos de Arqueología Marítima* 6. 277-295. Cartagena.
- PÉREZ BALLESTER, J. (2004): La producción y el comercio del vino itálico en el mediterráneo occidental. *Scombraria*. 23-29. Murcia.
- PÉREZ BALLESTER, J. (2009): Puertos, rutas y cargamentos: el comercio marítimo en época republicana. *Arqueología nàutica mediterrània*, Monografies del CASC, 8. (Nieto, X., Cau, M. A. eds). 551-565. Girona.
- PERLES, C. (1990a): L'outillage de la pierre taillée en Grèce: approvisionnement et exploitation des matières premières, *Bulletin de Correspondance Hellénique*. 114, 11-42. Paris.
- PERLES, C. (1990b): Les industries lithiques taillés de Franchthi (Argolide, Grèce), Tome 2, *Excavations at the Franchthi Cave, Greece*, (Jacobsen, T. W. ed.). Tomo 2, Fasciculo 5. Indianápolis.
- PINEDO, J; ALONSO, D. (2004): El yacimiento submarino de la isla de Escombreras. *Scombraria. La historia oculta bajo el mar*.129-151. Murcia.
- POMEY, P. (1973): Plaute et Ovide architectes navals!. *Melanges de l'École Française de Rome-Antiquité*, 85, 483-515. Paris.
- POMEY, P. (1981): L'épave de Bon-Porte et les bateau cousus de Méditerranée, *The Mariner's Mirror*, 67, 3. 225-243. Londres.

- POMEY, P. (1982) : Le Navire Romain de la Madrague de Giens. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres* 126 (1), 133–154. Paris.
- POMEY, P. (1985): Mediterranean sewn boats in Antiquity. *Sent Plank Boats* (S. McGrail, E. Kentley ed.), BAR, International Series 276. 35-47. Oxford
- POMEY, P. (1988): Principes et méthodes de construction en architecture navales antique. *Cahiers d'Historie*. XXXIII, N° 3-4, 397-412. Paris.
- POMEY, P. (1994): Épave de Cap de l'Estérel. *Bilan Scientifique 1993*. 43-45. Paris.
- POMEY, P. (1994): Var. Au large de Hyères. Prospection thématique: dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée, *Bilan scientifique 1993*. 43-44. Paris.
- POMEY, P. (1995): Les épaves grecques et romaines de la place Jules-Verne à Marseille, *Comptes. Rendus Académie Inscriptions et Belles Lettres*, avril-juin. 459-484. Marsella.
- POMEY, P. (1996): Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée. *Bilan Scientifique 1995*. 56-57. Paris.
- POMEY, P. (1997): Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée. *Bilan Scientifique 1996*. 102-103. Paris.
- POMEY, P. (1997): Un exemple d'évolution des techniques de construction navale antique: de l'assemblage par ligatures à l'assemblage par tenons et mortaises, dans, *Techniques et économie antiques et médiévales: temps de l'innovation, Colloque international, Aix-en-Provence, 21-23 mai 1996*. (D. Meeks, D. Garcia eds.). 195-203. Paris.
- POMEY, P. (1998a): Conception et réalisation des navires dans l'Antiquité Méditerranéenne, dans E. Rieth (dir.) *Concevoir et construire les navires. De la trière au picoteux*. (Technologies, Idéologies, Pratiques, Revue d'Anthropologie des Connaissances, XIII – 1. 49-72. Ramonville Saint-Agne
- POMEY, P. (1998b): Les épaves grecques du VI^e siècle av. J.- C. de la place Jules-Verne à Marseille. *Archaeonautica 14*. 147-154. Paris.
- POMEY, P. (2001): Les épaves grecques archaïques du VI^e siècle av. J.- C. de Marseille. *6th International symposium on ship construction in antiquity, Lamia 1996* (H. Tzalas ed.). 429-431. Atenas.
- POMEY, P. (2002a): Les navires étrusques : Mythe ou réalité ?. Gli etruschi da Genova ad Empuries. *Atti del XXIV convegno di studi etruschi ed italici*. 423-434. Pisa.

- POMEY, P. (2002b): Remarque sur la faiblesse des quilles des navires antiques à retour de galbord. *Vivre, produire et échanger: reflets méditerranéens* (Rivet y Sciallana Eds.). 11-19. Marsella.
- POMEY, P. (2002c): Une nouvelle tradition technique d'assemblage antique: l'assemblage de la membrure par ligatures et chevilles, *7th International Symposium on Ship Construction in Antiquité, Pylos, Tropis, 7*, (H. Tzalas Ed.). 597-604. Atenas.
- POMEY, P. (2009a): Principes et méthodes de construction en architecture navale antique méditerranéenne. De la conception à la réalisation. *Arqueologia nàutica mediterrània*, Monografies del CASC, 8. (Nieto, X., Cau, M. A. eds). 337-342. Girona.
- POMEY, P. (2009b) : Archéologie navale et archéologie expérimentale : les modèles d'étude, les maquettes de restitution et les répliques navigantes. *Arqueologia nàutica mediterrània*, Monografies del CASC, 8. (X. Nieto, M. A. Cau ed). 411-417. Girona.
- POMEY, P. (2010): Introduction. *Transferts technologiques en architecture navale Méditerranéenne de l'Antiquité aux temps modernes: Identité technique et identité culturel* (Pomey ed.). 15-26. Paris.
- POMEY, P. (2012): Le dossier de l'épave du Golo (Mariana, Haute-Corse). Nouvelles considérations sur l'interprétation et l'origine de l'épave. *Archaeonautica* 17. 11-30. Paris.
- POMEY, P. ; GIANFROTTA, P. ; NIETO, X ; TCHERNIA A. (1997): *La navigation dans l'antiquité*, Aix-en-Provence.
- POMEY, P. ; LONG, L. ; L' HOUR, M. ; BERNARD, H. ; RICHEZ, F. (1992): Recherches sous-marines. *Gallia Informations* 1. Paris.
- POMEY, P. ; LONG, L. ; L' HOUR, M. ; RICHEZ, F. ; BERNARD, H. (1988): Recherches sous-marines. *Gallia Informations* 1. 1987-1988. Paris.
- POMEY, P. ; RIVAL, M (2002): Épave Grand Ribaud F. *Les etrusques en mer*. (Long, Pomey, Sourisseau ed).117-119. Aix-en-Provence.
- POMEY, P.; GUIBAL, F. (1996): Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée, Epave de la Roche-Fouras, *Bilan Scientifique 1995*. 56-57. Paris.
- POMEY, P.; GUIBAL, F. (1997): Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée. *Bilan Scientifique 1996*. 102-103. Paris.
- POMEY, P.; GUIBAL, F. (2002): Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée. *Bilan Scientifique 2001*. 85-86. Paris.

- POMEY, P.; GUIBAL, F. (2003): Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée. *Bilan Scientifique 1998*. 52-53. Paris.
- POMEY, P.; GUIBAL, F. (2004): Dendrochronologie et dendromorphologie des épaves antiques de Méditerranée: l'épave de la Tradelière. *Bilan Scientifique 1999*. 66-67. Paris.
- POMEY, P.; KAHANOV Y.; RIETH, E. (2012): Transition from Shell to Skeleton in Ancient Mediterranean Ship-Construction: analysis, problems, and future research. *The International Journal of Nautical Archaeology* 41.2: 235–314. Londres.
- POMEY, P.; RIETH, E. (2005): *L'archéologie navale*. Paris
- POMEY, P.; TCHERNIA, A. (1978): Le tonnage maximum des navires de commerce romains. *Archaeonautica* 2. Paris.
- PULAK, C. (1996): A dendrochronological dating of the Uluburun ship. *INA Q* 23:12–13 45. Texas.
- PULAK, C. (1998): The Uluburun Shipwreck: An Overview, *The International Journal of Nautical Archaeology* 41. 27.3. 188-224. Londres.
- PULAK, C. (1999): The Late Bronze Age shipwreck at Uluburun. Aspects of hull construction. *The Point Iria wreck. Interconnections in the Mediterranean ca. 1200 BC*. (Ed. Phelps, Lolos, Vichos). 209-238. Atenas.
- PULAK, C. (2000): The balance weights from the late bronze age shipwreck at Uluburun. *Metals Make the World Go Round*. 247-266. Oxford.
- PULAK, C. (2002): The Uluburun Hull Remains. *Tropis VII. Proceedings of the 7th International Symposium on Ship Construction in Antiquity (27–31 August, Pylos)*, (H.E. Tzalas ed.). 615-636. Atenas.
- PULAK, C. (2003): Mortise-and-tenon joints of Bronze age seagoing ships. *Proceedings of Ninth International Symposium on Boat and Ship Archaeology*. (Ed. C. Beltrame). 28-34. Venecia.
- REMESAL, J. (1995): El sistema annonario como base de la evolución económica del Imperio Romano. *PACT* 27. 335-337. Barcelona.
- RENAUD J.- D. (1989) : Barque gallo-romaine de Bevaix : premiers résultats du moulage intégral d'un bateau long de 20 m. *Helvetia archaeologica*, 20/77. 29-37. Zurich.
- RENFREW, C. (1984): Trade as action at a distance, en *Approaches to Social Archaeology* (Renfrew ed.). 86-134. Edinburgo.

- RENFREW, C; BAHN, P (1993): *Arqueología, teoría, métodos y práctica*, Madrid.
- RICCARDI, E. (2002): I relitti del porto di Olbia. *L'Africa Romana. Atti del XIV convegno di Studio* (Sassari, 7-10 diciembre 2000), 1263-73. Roma.
- RICO, C.; DOMERGUE, C.; RAUZIER, M.; KLEIN, S.; LAHAYE, Y.; BREY, G.; VON KAENEL, H-M. (2006): La provenance des lingots de cuivre romains de Maguelone (Hérault, France). *Étude archéologique et archéométrique. RAN 38-39, 2005-2006*. 459-472. Paris.
- RIVAL M. (1991): *La charpenterie navale romaine: Matériaux, méthodes, moyens*, (Travaux du Centre Camille Jullian 4), Paris.
- RODRÍGUEZ-PANTOJA, M. (1975): En torno al vocabulario marino en latín: Los catálogos de naves. *Habis*, N°6. 135-152. Sevilla.
- ROMAN, R. (1997): *Étude architecturale comparative de sept navires de commerce gréco-romains et byzantins*. Lille
- ROPERO, E.; ELEFThERIOU, M.; GAVA, L.; ROMERO, E. (2008): *Manual de Estadística Empresarial con ejercicios resueltos*. Madrid.
- ROSTOVTZEFF, M. (1977): *Roma, de los orígenes a la última crisis*. Buenos Aires.
- ROUGÉ, J. (1966): *Recherches sur l'organisation du commerce maritime en Méditerranée*. Paris.
- ROUQUETTE, D.; JÉZÉGOU, M-P.; WICHA, S. (2004): Epave Conque des Salins (étang de Thau, Drassm 17/98). *Bilan Scientifique 1999*. 35-39 Paris.
- RUIZ DE ARBULO, J. (1990): Rutas marítimas y colonizaciones en la Península Ibérica. Una aproximación náutica a algunos problemas. *Itálica* 18,79-130. Roma.
- RUIZ, M. (2003): *Nociones Topografía y Fotogrametría Aérea*. Granada.
- SÁEZ, A.; DÍAZ, J.; SÁEZ, A. (2004): Nuevas aportaciones a la definición del *Círculo del Estrecho*: la cultura material a través de algunos centros alfareros (ss. VI-I a.n.e.). *Gerión* 22. 1. 31-60. Madrid.
- SANMARTI, E.; SANTIAGO, R. A. (1987): Une lettre grecque sur plomb trouvée à Emporion (Fouilles 1985), *ZPE* 68, 19-127.
- SANTAMARIA, C. (1975): L'épave A du Cap Dramont (Saint-Raphaël) : fouilles 1971-1974. *Revue archéologique de Narbonnaise*. 8, 185-198. Paris.
- SANTAMARIA, C. (1975): Note préliminaire sur le mode de construction de la coque de l'épave romaine Dramont A (Cap Dramont, Saint-Raphaël), *Cahiers d'archéologie subaquatique*, 2. 133-136. Fréjus.

- SANTAMARIA, C. (1995): L'épave Dramont E a Saint Rafael. V siècle ap. J.- C. *Archaeonatica* 13. Aix-en-Provence.
- SANTOS, J.; NEGUERUELA, I.; PERERA J.; PINEDO, J.; ROLDÁN, B. (1999): El pecio de la Playa de la Isla. Puerto de Mazarrón (Murcia). *Serie Memorias de Arqueología de la Región de Murcia*. 8-1993. 196-199. Murcia.
- SCIALLANO, M.; LIOU, B. (1985): Les épaves de Tarraconaise à chargement d'amphores Dr. 2-4. *Archaeonautica*, 5, Paris.
- SCIALLIANO, M.; MARLIER, S. (2008): L'épave à *dolia* de l'île de la Giraglia (Haute-Corse). *Archaeonautica* 15. 113-151. Paris.
- SLEESWYK, A.W. (1980): Phoenician joints, coagmenta punicana, *The International Journal of Nautical Archaeology* 49.3, 243-244. Londres.
- STAGER, L. (2004): Dos pecios fenicios en alta mar de la costa norte del Sinaí. La Navegación Fenicia, tecnología y derroteros. Encuentro entre marinos, arqueólogos e historiadores, 179-195. Madrid
- STEFFY, J. R. (1985): The Kyrenia ship. An interim report on its hull construction, *American Journal of Archaeology*, 89 *Centennial Issue*, 81-93. Boston.
- STEFFY, J. R. (1990): Problems and progress in dating ancient vessels by their construction features. *2nd International symposium on ship construction in antiquity. Proceeding.* (H. Tzalas ed.). 315-320. Atenas.
- STEFFY, J. R. (1994): *Wooden ship building and the interpretation of shipwrecks.* Texas.
- TAILLIEZ, PH. (1960): *Nouvelles plongées sans câble.* Grenoble.
- TAILLIEZ, PH. (1961): Travaux de l'été 1958 sur l'épave du « Titan » à l'île du Levant (Toulon) en *Actas du II^e Congrès International d'Archéologie Sous-marine (Albenga 1958)*. 175-198. Albenga.
- TAILLIEZ, PH. (1965): Some notable wrecks excavations, Titan. *Marine archaeology: developments during sixty years in the Mediterranean.* (Joan du Plat Taylor Ed.).
- TCHERNIA, A. (1969): Recherches archéologiques sous-marines. *Gallia*. 27, 2. 465-499. Paris.
- TCHERNIA, A. (1986): Le vin de l'Italie Romaine. *Ec. Fr. D'Athènes et Rome*, 261. Roma.
- TCHERNIA, A. (1990): Contre les épaves. Gaule interne et Gaule méditerranéenne aux II et I siècles avant J.- C. *Revue Archéologique de Narbonnaise*. Supplément 21. (Duval, Morel, Roman eds.). 291-301. Paris.

- TCHERNIA, A. ; POMEY, P. ; HESNARD, A. *et alii* (1978) : *L'épave romaine de la Madrague de Giens (Var)*, CNRS (XXXIV Supplément a *Gallia*). 75-107. Paris.
- TEJEDOR, R. (1978): Yacimientos de Binissafüller. *Excavaciones submarinas en Menorca*. Mahon.
- UCELLI, G. (1950): *Le navi di Nemi*, Roma.
- UDELL, M. (2003): The woodworking tools. The Ma'agan Mikhael ship. The recovery of a 2400 year-old merchantman. Volumen I. (E. Black ed). 203-218. Jerusalem.
- ULRICH, R. (2007): *Roman woodworking*. Londres.
- VILLAIN-GANDOSSI, C.; RIETH, E.; MOLLANT, M. (2001): *Pour une histoire du "fait maritime" : sources et champ de recherche*. CTHS-Histoire, 1. Paris.
- WACHSMANN, S. (1998): *Seagoing Ships & Seamanship in the Bronze Age Levant*. Texas.
- WACHSMANN, S. (2009): *The Sea of Galilee Boat*. Texas.
- WARD HALDANE, C. (1988): Boat timbers from *el-Lisht*: a new method of ancient Egyptian hull construction. Preliminary report. *The Mariner's Mirror* 74.2. 141-152. Londres.
- WARD, C. (2000): *Sacred and secular: ancient Egyptian ships and boats*. Boston.
- WARD, C. (2003): Sewn Planked Boats from Early Dynastic Abydos, Egypt. Boats, ships and shipyards, *9th International Symposium on Boat and Ship Archeology*. (Beltrame ed.), ISBSA 9. 19-23. Venecia.
- WARD, C. (2006): Boat-building and its social context in early Egypt- interpretations from the First Dynasty boat-grave cemetery at Abydos. *Antiquity* 80: 118-129.121, 123. York.
- WARD, C., ZAZZARO, C. (2010): Evidence for Pharaonic Seagoing Ships at Mersa/Wadi Gawasis, Egypt. *The International Journal of Nautical Archaeology* 39.1: 27-43. Londres.
- WICHA S. (2003): L'épave antique de la *Baie de l'Amitié*, Cap d'Agde (Hérault), *Bilan scientifique 2001*. 43-44. Paris.
- WICHA, S. (2003): L'épave a tuiles Barthélémy B. *Bilan Scientifique 2002*. 71-73. Paris.
- WICHA, S. (2010): *Caractérisation d'un groupe d'épaves antiques de Méditerranée présentant un assemblage des membrures par ligatures végétales: Approche*

architecturale et paléobotanique. Tesis doctoral Universidad de Aix-en-Provence, 2005. Saarbrücken.

- WICHA, S.; GUIBAL, F.; POMEY, P. (1999): Analyse des pièces de bois des épaves antiques: Chrétienne A et Chrétienne C. Etudes dendromorphologique, xylologique et dendrochronologique. *Actes de la 7ème Conférence du Groupe de Travail Matériaux Archéologiques Organiques Humides de l'ICOMM-CC. Grenoble*. 317. Grenoble
- WILD, F.C., WILD, J.P. (2001): Sails from roman port at Berenike, Egypt. *The International Journal of Nautical Archaeology* 30.2. 211-220. Londres.
- XIMÈNÈS, S. (2007): Tiboulen de Maire. *Bilan Scientifique 2006*. 71. Paris.
- XIMÈNÈS, S.; MOERMAN, M. (1987): Les épaves I, II, IV de l'Anse des Laurons. *Cahiers d'archéologie Subaquatique* 6, 171-182. Fréjus.
- XIMÈNÈS, S.; MOERMAN, M. (1990): Port romain des Laurons (Martigues): Éléments d'accastillage antiques. *Cahiers d'archéologie Subaquatique* V, 5-25. Fréjus.
- XIMÈNÈS, S.; MOERMAN, M. (1996): Ile de Pomègues, Calanque de l'Âne 1 y 2. *Bilan Scientifique 1995*. 44. Paris.
- XIMÈNÈS, S.; MOERMAN, M. (1998): Fouille de l'épave de la calanque de l'Âne (Marseille). *Archaeonautica* 14. 299-302. Paris.
- YOVEL, I. (2004): Tenons. The Ma'agan Mikhael ship. The recovery of a 2400 year-old merchantman. Volumen II. (J. Tresman ed). 105-111. Jerusalem.

VII.-ANEXO

DATOS GENERALES

1	Epígrafe	10.1	Nombre del yacimiento	Marsala y Sister Ship
Cronología	250 a.C.	Periodo	Helenístico	
Zona geográfica de hundimiento	6.-Mare Tyrrhenum uel inferum			
Origen geográfico del cargamento	Sin carga			
Espacio de navegación	Marítimo			
		Marítimo	Altura	
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	35	Manga	4.80
Tonelaje de porte			Índice de fiabilidad	1.-Excelente

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Pinus type sylvestris (Pino escoces)	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Más alta que ancha	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	NO	Alefriz con encaje	SI	Aparadura	Poligonal esculpida
Líneas del casco en la manga máxima	Angulosas à retour du galbord				
Fondo pinzado à retour de galbord	Acusado				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	No	Clavos union quilla aparadura	No		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	No						
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min		Grosor media	3	Forro de plomo	SI
Especies vegetales tracas 1	Pinus type sylvestris (Pino escoces)								
Especies vegetales tracas 2	Pinus nigra (Negral)								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Pico de flauta	Forma espigas	Rectangulares alargadas						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternacia varengas semicudernas	SI	Regular	Malla media	25
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Abierta	
Semicudernas descentradas	No	Cudernas activas	No	
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Central triangular	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Quercus sp. (Roble)			
Especie vegetal cudernas 2	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Desconoc	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	No
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Sin moneda		
Unión carlinga carpintería transversal	Desconocido				
Forma carlinga	Desconocidos				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

2	Epígrafe	10.2	Nombre del yacimiento	Tour Fondue
Cronología	250-225 a.C.	Periodo	Helenístico	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Greco itálico			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Cabotaje		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	10	Manga	
Tonelaje de porte	10	Índice de fiabilidad	1.-Excelente	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Quercus ilex (Encina)	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Mas ancha que alta	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	SI	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Rectangular
Líneas del casco en la manga máxima	Redondeadas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Suave				
Especie vegetal traca aparadura	Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	No		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Desconocido						
Tracas anchura med	15	Anchura max		Anchura min		Grosor media	2.9	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)								
Especies vegetales tracas 2	Una única especie conocida								
Especies vegetales tracas 3	Una única especie conocida								
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Rectangulares alargadas						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	SI	Regular	Malla media	40
Sucesión varengas bajo carlinga	No	Malla respecto altura y anchura	Muy abierta	
Semicudernas descentradas	No	Cudernas activas	No	
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	No	
Unión de las cudernas al casco	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Laterales rectangulares	Imbornales laterales	Rectangulares	
Especie vegetal cudernas 1	Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)			
Especie vegetal cudernas 2	Una única especie conocida			
Especie vegetal cudernas 3	Una única especie conocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	SI	Función sobrequilla	SI	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Sin moneda		
Unión carlinga carpintería transversal	Desconocido				
Forma carlinga	Rectangular o cuadrangular				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

3	Epígrafe	10.3	Nombre del yacimiento	Chrétienne C
Cronología	175-150 a.C.	Periodo	Helenístico	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Greco itálico			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Cabotaje		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	15.5	Manga	5.5
Tonelaje de porte	15	Índice de fiabilidad	1.-Excelente	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Carpinus sp (Carpe)	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Cuadrangular	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	SI	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Rectangular
Líneas del casco en la manga máxima	Planas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Inexistente				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	No	Clavos union quilla aparadura	No		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	SI						
Tracas anchura med		Anchura max	12	Anchura min	9	Grosor media	3.25	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Desconocida								
Especies vegetales tracas 2	Desconocida								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Pico de flauta	Forma espigas	Trapezoidales						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	No	Sin alternancia		Malla media	46
Sucesión varengas bajo carlinga	SI	Malla respecto altura y anchura	Muy abierta		
Semicudernas descentradas	No	Cudernas activas	No		
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	No		
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera verticales				
Método secundario de unión	No conocido otro método				
Imbornales varengas	Central triangular	Imbornales laterales	Rectangulares		
Especie vegetal cudernas 1	Desconocida				
Especie vegetal cudernas 2	Desconocida				
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida				

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Desconoc	Función sobrequilla	SI	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Clavos				
Forma carlinga	Rectangular o cuadrangular				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

4	Epígrafe	10.4	Nombre del yacimiento	Baie de Briande
Cronología	150 a.C.	Periodo	Helenístico	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Greco itálico			
Espacio de navegación	Marítimo			
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	Manga	Marítimo	Altura
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	1.-Excelente	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	NO	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Desconocida	Alefriz zona central casco	Des		
Alefriz en bisel simple	Des	Alefriz con encaje	Des	Aparadura	Desconocida
Líneas del casco en la manga máxima	Angulosas à retour du galbord				
Fondo pinzado à retour de galbord	Acusado				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Desconocido						
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min		Grosor media	3	Forro de plomo	Des
Especies vegetales tracas 1	Abies alba (Abeto común)								
Especies vegetales tracas 2	Una única especie conocida								
Especies vegetales tracas 3	Una única especie conocida								
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Si	Regular	Malla media	
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Abierta	
Semicudernas descentradas	No	Cudernas activas	No	
Pernos unión varengas quilla	Desco	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Desconocido	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Quercus sp. (Roble)			
Especie vegetal cudernas 2	Una única especie conocida			
Especie vegetal cudernas 3	Una única especie conocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Si	Función sobrequilla	Si	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Sin moneda		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada sobre la carpintería				
Forma carlinga	Rectangular con encajes para varengas				
Encajes cudernas para carlinga	Triangulares vis a vis				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

5 Epígrafe 10.5 Nombre del yacimiento

Cronología Periodo

Zona geográfica de hundimiento

Origen geográfico del cargamento

Espacio de navegación

Marítimo

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora Manga

Tonelaje de porte Índice de fiabilidad

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada Especie vegetal Zapata

Forma en sección transversal Alefriz zona central casco

Alefriz en bisel simple Alefriz con encaje Aparadura

Líneas del casco en la manga máxima

Fondo pinzado à retour de galbord

Especie vegetal traca aparadura

Pernos refuerzo rayos de Júpiter Clavos union quilla aparadura

ESTRUCTURA CASCO

Casco Protección del casco con resina

Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media Forro de plomo

Especies vegetales tracas 1

Especies vegetales tracas 2

Especies vegetales tracas 3

Ensambladuras Forma espigas

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas Malla media

Sucesión varengas bajo carlinga Malla respecto altura y anchura

Semicudernas descentradas Cuadernas activas

Pernos unión varengas quilla Clavos unión tracas aparadura varengas

Unión de las cuadernas al casco

Método secundario de unión

Imbornales varengas Imbornales laterales

Especie vegetal cuadernas 1

Especie vegetal cuadernas 2

Especie vegetal cuadernas 3

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Función sobrequilla Cajón base del mástil

Situación mástil respecto eslora Moneda votiva

Unión carlinga carpintería transversal

Forma carlinga

Encajes cuadernas para carlinga

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis*

DATOS GENERALES

6	Epígrafe	10.6	Nombre del yacimiento	Cavalière
Cronología	100 a.C.	Periodo	Helenístico republicano	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Heterogéneo			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Cabotaje		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	13	Manga	3
Tonelaje de porte	23	Índice de fiabilidad	1.-Excelente	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Pinus leucodermis (Pino bosnio)	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Más alta que ancha	Aletriz zona central casco	SI		
Aletriz en bisel simple	SI	Aletriz con encaje	NO	Aparadura	Poligonal esculpida
Líneas del casco en la manga máxima	Planas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Suave				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	No	Clavos union quilla aparadura	SI		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Desconocido						
Tracas anchura med		Anchura max	20	Anchura min	14	Grosor media	3	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Pinus leucodermis (Pino bosnio)								
Especies vegetales tracas 2	Una única especie conocida								
Especies vegetales tracas 3	Una única especie conocida								
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	SI	Regular	Malla media	16,5
Sucesión varengas bajo carlinga	No	Malla respecto altura y anchura	Cerrada	
Semicudernas descentradas	No	Cudernas activas	No	
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	SI	
Unión de las cudernas al casco	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Central triangular	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Pinus leucodermis (Pino bosnio)			
Especie vegetal cudernas 2	Una única especie conocida			
Especie vegetal cudernas 3	Una única especie conocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	SI	Función sobrequilla	SI	Cajón base del mástil	
Situación mástil respecto eslora	a 5/8	Moneda votiva	Desconocida		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada sobre la carpintería				
Forma carlinga	Rectangular con encajes para varengas y semicudernas				
Encajes cudernas para carlinga	Semicirculares				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	SI
--	----

DATOS GENERALES

7 Epígrafe 10.7 Nombre del yacimiento

Cronología Periodo

Zona geográfica de hundimiento

Origen geográfico del cargamento

Espacio de navegación

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora Manga Marítimo

Tonelaje de porte Índice de fiabilidad

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada Especie vegetal Zapata

Forma en sección transversal Alefriz zona central casco

Alefriz en bisel simple Alefriz con encaje Aparadura

Líneas del casco en la manga máxima

Fondo pinzado à retour de galbord

Especie vegetal traca aparadura

Pernos refuerzo rayos de Júpiter Clavos union quilla aparadura

ESTRUCTURA CASCO

Casco Protección del casco con resina

Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media Forro de plomo

Especies vegetales tracas 1

Especies vegetales tracas 2

Especies vegetales tracas 3

Ensambladuras Forma espigas

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas Malla media

Sucesión varengas bajo carlinga Malla respecto altura y anchura

Semicudernas descentradas Cuadernas activas

Pernos unión varengas quilla Clavos unión tracas aparadura varengas

Unión de las cuadernas al casco

Método secundario de unión

Imbornales varengas Imbornales laterales

Especie vegetal cuadernas 1

Especie vegetal cuadernas 2

Especie vegetal cuadernas 3

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Función sobrequilla Cajón base del mástil

Situación mástil respecto eslora Moneda votiva

Unión carlinga carpintería transversal

Forma carlinga

Encajes cuadernas para carlinga

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis*

DATOS GENERALES

8 Epígrafe 10.8 Nombre del yacimiento Caveaux I

Cronología 110-90 a.C. Periodo Helenístico republicano

Zona geográfica de hundimiento 3.-Mare Gallicum

Origen geográfico del cargamento Itálico

Espacio de navegación Marítimo Altura

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora Manga

Tonelaje de porte Índice de fiabilidad 1.-Excelente

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada NO Especie vegetal Desconocida Zapata Des

Forma en sección transversal Desconocida Alefriz zona central casco Des

Alefriz en bisel simple Des Alefriz con encaje Des Aparadura Desconocida

Líneas del casco en la manga máxima Angulosas à retour du galbord

Fondo pinzado à retour de galbord Acusado

Especie vegetal traca aparadura Desconocida

Pernos refuerzo rayos de Júpiter Desconocido Clavos union quilla aparadura Descon

ESTRUCTURA CASCO

Casco Sencillo Protección del casco con resina Desconocido

Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media 4.5 Forro de plomo Des

Especies vegetales tracas 1 Pinus leucodermis (Pino bosnio)

Especies vegetales tracas 2

Especies vegetales tracas 3

Ensambladuras Bisel Forma espigas Desconocido

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas Si Regular Malla media

Sucesión varengas bajo carlinga No Malla respecto altura y anchura Cerrada

Semicudernas descentradas No Cuadernas activas No

Pernos unión varengas quilla Desco Clavos unión tracas aparadura varengas Des

Unión de las cuadernas al casco Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida

Método secundario de unión No conocido otro método

Imbornales varengas Desconocido Imbornales laterales Desconocido

Especie vegetal cuadernas 1 Quercus sp. (Roble)

Especie vegetal cuadernas 2 Ulmus campestris (Olmo campestre)

Especie vegetal cuadernas 3

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Desconoc Función sobrequilla Descono Cajón base del mástil Desconocido

Situación mástil respecto eslora Desconocida Moneda votiva Desconocido

Unión carlinga carpintería transversal Encastrada sobre la carpintería

Forma carlinga Desconocido

Encajes cuadernas para carlinga Triangulares bis a bis

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis* Si

DATOS GENERALES

9 Epígrafe 10.9 Nombre del yacimiento

Cronología Periodo

Zona geográfica de hundimiento

Origen geográfico del cargamento

Espacio de navegación

Marítimo

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora Manga

Tonelaje de porte Índice de fiabilidad

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada Especie vegetal Zapata

Forma en sección transversal Alefriz zona central casco

Alefriz en bisel simple Alefriz con encaje Aparadura

Líneas del casco en la manga máxima

Fondo pinzado à retour de galbord

Especie vegetal traca aparadura

Pernos refuerzo rayos de Júpiter Clavos union quilla aparadura

ESTRUCTURA CASCO

Casco Protección del casco con resina

Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media Forro de plomo

Especies vegetales tracas 1

Especies vegetales tracas 2

Especies vegetales tracas 3

Ensambladuras Forma espigas

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas Malla media

Sucesión varengas bajo carlinga Malla respecto altura y anchura

Semicudernas descentradas Cuadernas activas

Pernos unión varengas quilla Clavos unión tracas aparadura varengas

Unión de las cuadernas al casco

Método secundario de unión

Imbornales varengas Imbornales laterales

Especie vegetal cuadernas 1

Especie vegetal cuadernas 2

Especie vegetal cuadernas 3

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Función sobrequilla Cajón base del mástil

Situación mástil respecto eslora Moneda votiva

Unión carlinga carpintería transversal

Forma carlinga

Encajes cuadernas para carlinga

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis*

DATOS GENERALES

10	Epígrafe <u>10.10</u> Nombre del yacimiento <u>Roche Fouras</u>
Cronología	<u>150-100 a.C.</u> Periodo <u>Helenístico republicano</u>
Zona geográfica de hundimiento	<u>3.-Mare Gallicum</u>
Origen geográfico del cargamento	<u>Itálico</u>
Espacio de navegación	<u>Marítimo</u>
	Marítimo <u>Cabotaje</u>
Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora	<u> </u> Manga <u> </u>
Tonelaje de porte <u> </u>	Índice de fiabilidad <u>1.-Excelente</u>

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada <u>SI</u>	Especie vegetal <u>Desconocida</u>	Zapata <u>NO</u>
Forma en sección transversal <u>Cuadrangular</u>	Alefriz zona central casco <u>SI</u>	
Alefriz en bisel simple <u>NO</u>	Alefriz con encaje <u>SI</u>	Aparadura <u>Poligonal esculpida</u>
Líneas del casco en la manga máxima	<u>Angulosas à retour du galbord</u>	
Fondo pinzado à retour de galbord	<u>Suave</u>	
Especie vegetal traca aparadura	<u>Desconocida</u>	
Pernos refuerzo rayos de Júpiter <u>Desconocido</u>	Clavos union quilla aparadura <u>No</u>	

ESTRUCTURA CASCO

Casco <u>Sencillo</u>	Protección del casco con resina <u>Si</u>	
Tracas anchura med <u>12</u>	Anchura max <u> </u>	Anchura min <u> </u>
	Grosor media <u>3.35</u>	Forro de plomo <u>No</u>
Especies vegetales tracas 1	<u>Desconocida</u>	
Especies vegetales tracas 2	<u>Desconocida</u>	
Especies vegetales tracas 3	<u>Desconocida</u>	
Ensambladuras <u>Bisel</u>	Forma espigas <u>Trapezoidales</u>	

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicuaernas <u>Si</u>	<u>Regular</u>	Malla media <u>18,4</u>
Sucesión varengas bajo carlinga <u>Des</u>	Malla respecto altura y anchura <u>Abierta</u>	
Semicuaernas descentradas <u>No</u>	Cuaernas activas <u>No</u>	
Pernos unión varengas quilla <u>Desco</u>	Clavos unión tracas aparadura varengas <u>No</u>	
Unión de las cuaernas al casco	<u>Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada</u>	
Método secundario de unión	<u>Cabillas de madera en bisel</u>	
Imbornales varengas <u>Central rectangular redondeado</u>	Imbornales laterales <u>Desconocido</u>	
Especie vegetal cuaernas 1	<u>Desconocida</u>	
Especie vegetal cuaernas 2	<u>Desconocida</u>	
Especie vegetal cuaernas 3	<u>Desconocida</u>	

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga <u>Desconoc</u>	Función sobrequilla <u>Descono</u>	Cajón base del mástil <u>Desconocido</u>
Situación mástil respecto eslora <u>Desconocida</u>	Moneda votiva <u>Desconocido</u>	
Unión carlinga carpintería transversal	<u>Desconocido</u>	
Forma carlinga	<u>Desconocido</u>	
Encajes cuaernas para carlinga	<u>Desconocido</u>	

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i> <u>Desconocido</u>

DATOS GENERALES

11 Epígrafe 10.11 Nombre del yacimiento Madhia

Cronología 90-80 a.C. Periodo Helenístico republicano

Zona geográfica de hundimiento 7.-Mare Africum

Origen geográfico del cargamento Greco itálico

Espacio de navegación Marítimo

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora 40.6 Manga 13.8

Tonelaje de porte 400 Índice de fiabilidad 3.-Dudoso

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada SI Especie vegetal Ulmus campestris (Olmo campestre) Zapata NO

Forma en sección transversal Más alta que ancha Alefriz zona central casco SI

Alefriz en bisel simple NO Alefriz con encaje SI Aparadura Poligonal esculpida

Líneas del casco en la manga máxima Angulosas à retour du galbord

Fondo pinzado à retour de galbord Acusado

Especie vegetal traca aparadura Desconocida

Pernos refuerzo rayos de Júpiter Desconocido Clavos union quilla aparadura Descon

ESTRUCTURA CASCO

Casco Doble Protección del casco con resina Desconocido

Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media Forro de plomo SI

Especies vegetales tracas 1 Desconocida

Especies vegetales tracas 2 Desconocida

Especies vegetales tracas 3 Desconocida

Ensambladuras Desconocido Forma espigas Desconocido

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicuaernas Desc Malla media

Sucesión varengas bajo carlinga Des Malla respecto altura y anchura Desconocido

Semicuaernas descentradas Desconocido Cuadernas activas Des

Pernos unión varengas quilla Desco Clavos unión tracas aparadura varengas Des

Unión de las cuadernas al casco Desconocido

Método secundario de unión Desconocido

Imbornales varengas Desconocido Imbornales laterales Desconocido

Especie vegetal cuadernas 1 Desconocida

Especie vegetal cuadernas 2 Desconocida

Especie vegetal cuadernas 3 Desconocida

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Desconoc Función sobrequilla Descono Cajón base del mástil Desconocido

Situación mástil respecto eslora Desconocida Moneda votiva Desconocido

Unión carlinga carpintería transversal Desconocido

Forma carlinga Desconocido

Encajes cuadernas para carlinga Desconocido

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis* Desconocido

DATOS GENERALES

12	Epígrafe <u>10.12</u> Nombre del yacimiento	<u>Chrétienne A</u>
Cronología	<u>75 a.C.</u>	Periodo <u>Helenístico republicano</u>
Zona geográfica de hundimiento	<u>3.-Mare Gallicum</u>	
Origen geográfico del cargamento	<u>Itálico</u>	
Espacio de navegación	<u>Marítimo</u>	
	Marítimo	<u>Altura</u>
Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora	<input type="text"/>	Manga <input type="text"/>
Tonelaje de porte	<input type="text"/>	Índice de fiabilidad <u>1.-Excelente</u>

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	<u>SI</u>	Especie vegetal	<u>Pinus type sylvestris (Pino escoces)</u>	Zapata	<input type="text"/>
Forma en sección transversal	<u>Más alta que ancha</u>	Alefriz zona central casco	<u>SI</u>		
Alefriz en bisel simple	<u>NO</u>	Alefriz con encaje	<u>SI</u>	Aparadura	<u>Poligonal esculpida</u>
Líneas del casco en la manga máxima	<u>Angulosas à retour du galbord</u>				
Fondo pinzado à retour de galbord	<u>Acusado</u>				
Especie vegetal traca aparadura	<u>Pinus type sylvestris (Pino escoces)</u>				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	<u>No</u>	Clavos union quilla aparadura	<u>No</u>		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	<u>Sencillo</u>	Protección del casco con resina	<input type="text"/>						
Tracas anchura med	<input type="text"/>	Anchura max	<input type="text"/>	Anchura min	<input type="text"/>	Grosor media	<u>3.5</u>	Forro de plomo	<u>No</u>
Especies vegetales tracas 1	<u>Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)</u>								
Especies vegetales tracas 2	<u>Una única especie conocida</u>								
Especies vegetales tracas 3	<u>Una única especie conocida</u>								
Ensambladuras	<u>Desconocido</u>	Forma espigas	<u>Desconocido</u>						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	<u>Desc</u>	<u>Desconocido</u>	Malla media	<input type="text"/>
Sucesión varengas bajo carlinga	<u>Des</u>	Malla respecto altura y anchura	<u>Desconocido</u>	
Semicudernas descentradas	<u>No</u>	Cudernas activas	<u>No</u>	
Pernos unión varengas quilla	<u>No</u>	Clavos unión tracas aparadura varengas	<u>No</u>	
Unión de las cudernas al casco	<u>Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida</u>			
Método secundario de unión	<u>No conocido otro método</u>			
Imbornales varengas	<u>Desconocido</u>	Imbornales laterales	<u>Desconocido</u>	
Especie vegetal cudernas 1	<u>Quercus sp. (Roble)</u>			
Especie vegetal cudernas 2	<u>Una única especie conocida</u>			
Especie vegetal cudernas 3	<u>Una única especie conocida</u>			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	<u>Si</u>	Función sobrequilla	<u>Si</u>	Cajón base del mástil	<u>En el final (hacia popa)</u>
Situación mástil respecto eslora	<u>Desconocida</u>	Moneda votiva	<u>Púnica</u>		
Unión carlinga carpintería transversal	<u>Encastrada sobre la carpintería</u>				
Forma carlinga	<u>Rectangular o cuadrangular</u>				
Encajes cudernas para carlinga	<u>Desconocido</u>				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	<u>Desconocido</u>
--	--------------------

DATOS GENERALES

13	Epígrafe	10.13	Nombre del yacimiento	Miladou
Cronología	100-50 a.C.	Periodo	Helenístico republicano	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Itálico			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Cabotaje		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	15	Manga	
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	1.-Excelente	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Pinus halepensis (Pino carrasco o de	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Más alta que ancha	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	SI	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Rectangular
Líneas del casco en la manga máxima	Angulosas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Inexistente				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	No	Clavos union quilla aparadura	No		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Desconocido						
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min		Grosor media	2.5	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)								
Especies vegetales tracas 2	Una única especie conocida								
Especies vegetales tracas 3	Una única especie conocida								
Ensambladuras	Desconocido	Forma espigas	Trapezoidales						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicuadernas	Desc	Desconocido	Malla media	25
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Abierta	
Semicuadernas descentradas	No	Cuadernas activas	No	
Pernos unión varengas quilla	Desco	Clavos unión tracas aparadura varengas	No	
Unión de las cuadernas al casco	Cabillas de madera verticales			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Central triangular Varios tipos	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cuadernas 1	Ficus carica (Higuera)			
Especie vegetal cuadernas 2	Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)			
Especie vegetal cuadernas 3	Alnus glutinosa (Aliso común)			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Desconoc	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Desconocido				
Forma carlinga	Desconocido				
Encajes cuadernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis* Desconocido

DATOS GENERALES

14	Epígrafe <u>10.14</u>	Nombre del yacimiento	<u>Palamos</u>
Cronología	<u>100-50 a.C.</u>	Periodo	<u>Helenístico republicano</u>
Zona geográfica de hundimiento	<u>1.-Mare Ibericum</u>		
Origen geográfico del cargamento	<u>Tarraconense</u>		
Espacio de navegación	<u>Marítimo</u>		
		Marítimo	<u>Desconocido</u>
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	Manga	<u>4.4</u>
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	<u>2.-Básico</u>

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	<u>SI</u>	Especie vegetal	<u>Desconocida</u>	Zapata	<u>NO</u>
Forma en sección transversal	<u>Más alta que ancha</u>	Alefriz zona central casco	<u>SI</u>		
Alefriz en bisel simple	<u>SI</u>	Alefriz con encaje	<u>NO</u>	Aparadura	<u>Poligonal esculpida</u>
Líneas del casco en la manga máxima	<u>Angulosas à retour du galbord</u>				
Fondo pinzado à retour de galbord	<u>Suave</u>				
Especie vegetal traca aparadura	<u>Desconocida</u>				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	<u>No</u>	Clavos union quilla aparadura	<u>Si</u>		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	<u>Sencillo</u>	Protección del casco con resina	<u>Si</u>		
Tracas anchura med		Anchura max	<u>18</u>	Anchura min	<u>10</u>
		Grosor media	<u>2</u>	Forro de plomo	<u>No</u>
Especies vegetales tracas 1	<u>Desconocida</u>				
Especies vegetales tracas 2	<u>Desconocida</u>				
Especies vegetales tracas 3	<u>Desconocida</u>				
Ensambladuras	<u>Bisel</u>	Forma espigas	<u>Desconocido</u>		

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	<u>Si</u>	<u>Regular</u>	Malla media	<u>24</u>
Sucesión varengas bajo carlinga	<u>Des</u>	Malla respecto altura y anchura	<u>Abierta</u>	
Semicudernas descentradas	<u>No</u>	Cudernas activas	<u>No</u>	
Pernos unión varengas quilla	<u>No</u>	Clavos unión tracas aparadura varengas		
Unión de las cudernas al casco	<u>Cabillas de madera verticales</u>			
Método secundario de unión	<u>Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada</u>			
Imbornales varengas	<u>Central rectangular</u>	Imbornales laterales	<u>Desconocido</u>	
Especie vegetal cudernas 1	<u>Desconocida</u>			
Especie vegetal cudernas 2	<u>Desconocida</u>			
Especie vegetal cudernas 3	<u>Desconocida</u>			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	<u>Desconoc</u>	Función sobrequilla	<u>Descono</u>	Cajón base del mástil	<u>Desconocido</u>
Situación mástil respecto eslora	<u>Desconocida</u>	Moneda votiva	<u>Desconocido</u>		
Unión carlinga carpintería transversal	<u>Desconocido</u>				
Forma carlinga	<u>Desconocido</u>				
Encajes cudernas para carlinga	<u>Desconocido</u>				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	<u>Desconocido</u>
--	--------------------

DATOS GENERALES

15	Epígrafe	10.15	Nombre del yacimiento	Madraque de Giens
Cronología	75-60 a.C.	Periodo	Helenístico republicano	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Itálico			
Espacio de navegación	Marítimo			
		Marítimo	Altura	
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	40	Manga	9
Tonelaje de porte	400	Índice de fiabilidad	1.-Excelente	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Ulmus campestris (Olmo campestre)	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Más alta que ancha	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	NO	Alefriz con encaje	SI	Aparadura	Poligonal esculpida
Líneas del casco en la manga máxima	Angulosas à retour du galbord				
Fondo pinzado à retour de galbord	Acusado				
Especie vegetal traca aparadura	Ulmus campestris (Olmo campestre)				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	No	Clavos union quilla aparadura	No		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Doble	Protección del casco con resina	SI						
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min		Grosor media		Forro de plomo	SI
Especies vegetales tracas 1	Ulmus campestris (Olmo campestre)								
Especies vegetales tracas 2	Abies alba (Abeto común)								
Especies vegetales tracas 3									
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Rectangulares alargadas						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicuadernas	SI	Regular	Malla media	11
Sucesión varengas bajo carlinga	No	Malla respecto altura y anchura	Muy cerrada	
Semicuadernas descentradas	No	Cuadernas activas	No	
Pernos unión varengas quilla	SI	Clavos unión tracas aparadura varengas	SI	
Unión de las cuadernas al casco	Cabillas de madera y clavos a punta perdida			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Central triangular	Imbornales laterales	No	
Especie vegetal cuadernas 1	Ulmus campestris (Olmo campestre)			
Especie vegetal cuadernas 2	Abies alba (Abeto común)			
Especie vegetal cuadernas 3	Juglans sp (Nogal)			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	SI	Función sobrequilla	SI	Cajón base del mástil	En el arranque (hacia
Situación mástil respecto eslora	a 5/8	Moneda votiva	Sin moneda		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada sobre la carpintería				
Forma carlinga	Rectangular con encajes para varengas				
Encajes cuadernas para carlinga	Rectangulares bis a bis				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

16	Epígrafe	10.16	Nombre del yacimiento	Pointe Pomègues
Cronología	100-50 a.C.	Periodo	Helenístico republicano	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Itálico			
Espacio de navegación	Marítimo			
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	20	Manga	7
Tonelaje de porte			Índice de fiabilidad	2.-Básico

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Quercus sp. (Roble)	Zapata	SI
Forma en sección transversal	Cuadrangular	Alefriz zona central casco	Des		
Alefriz en bisel simple	Des	Alefriz con encaje	Des	Aparadura	Poligonal esculpida
Líneas del casco en la manga máxima	Angulosas à retour du galbord				
Fondo pinzado à retour de galbord	Acusado				
Especie vegetal traca aparadura	Pinus type sylvestris (Pino escoces)				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Doble	Protección del casco con resina	Desconocido						
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min		Grosor media	5.5	Forro de plomo	Des
Especies vegetales tracas 1	Pinus type sylvestris (Pino escoces)								
Especies vegetales tracas 2	Abies alba (Abeto común)								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Desconocido	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	SI	Regular	Malla media	
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Desconocido	
Semicudernas descentradas	Desconocido	Cudernas activas	Des	
Pernos unión varengas quilla	Desco	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera verticales			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Desconocido	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Quercus sp. (Roble)			
Especie vegetal cudernas 2	Una única especie conocida			
Especie vegetal cudernas 3	Una única especie conocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Desconoc	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Desconocido				
Forma carlinga	Desconocido				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

17 Epígrafe 10.17 Nombre del yacimiento Cap de l'Estérel

Cronología s. I a.C. Periodo Helenístico republicano

Zona geográfica de hundimiento 3.-Mare Gallicum

Origen geográfico del cargamento Itálico

Espacio de navegación Marítimo Altura

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora Manga

Tonelaje de porte Índice de fiabilidad 2.-Básico

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada Si Especie vegetal Desconocida Zapata Des

Forma en sección transversal Desconocida Aletriz zona central casco Des

Aletriz en bisel simple Des Aletriz con encaje Des Aparadura Desconocida

Líneas del casco en la manga máxima Desconocido

Fondo pinzado à retour de galbord Desconocido

Especie vegetal traca aparadura Desconocida

Pernos refuerzo rayos de Júpiter Desconocido Clavos union quilla aparadura Descon

ESTRUCTURA CASCO

Casco Sencillo Protección del casco con resina Desconocido

Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media Forro de plomo No

Especies vegetales tracas 1 Quercus sp. (Roble)

Especies vegetales tracas 2 Pinus type sylvestris (Pino escoces)

Especies vegetales tracas 3 Abies alba (Abeto común)

Ensambladuras Desconocido Forma espigas Desconocido

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas No Solo varengas Malla media

Sucesión varengas bajo carlinga Si Malla respecto altura y anchura Desconocido

Semicudernas descentradas No Cuadernas activas No

Pernos unión varengas quilla No Clavos unión tracas aparadura varengas Des

Unión de las cuadernas al casco Desconocido

Método secundario de unión Desconocido

Imbornales varengas Desconocido Imbornales laterales Desconocido

Especie vegetal cuadernas 1 Desconocida

Especie vegetal cuadernas 2 Desconocida

Especie vegetal cuadernas 3 Desconocida

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Si Función sobrequilla Descono Cajón base del mástil Desconocido

Situación mástil respecto eslora Desconocida Moneda votiva Sin moneda

Unión carlinga carpintería transversal Encastrada sobre varengas

Forma carlinga Desconocido

Encajes cuadernas para carlinga Desconocido

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis* No

DATOS GENERALES

18	Epígrafe	10.18	Nombre del yacimiento	Cap Gros
Cronología	50 a.C.	Periodo	Helenístico republicano	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Itálico			
Espacio de navegación	Marítimo			
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	Manga	Marítimo	Altura
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	2.-Básico	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	Si	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	Des
Forma en sección transversal	Desconocida	Alefriz zona central casco	Des		
Alefriz en bisel simple	Des	Alefriz con encaje	Des	Aparadura	Desconocida
Líneas del casco en la manga máxima	Angulosas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Acusado				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Si						
Tracas anchura med	19.3	Anchura max		Anchura min		Grosor media	3.6	Forro de plomo	Des
Especies vegetales tracas 1	Pinus type sylvestris (Pino escoces)								
Especies vegetales tracas 2	Una única especie conocida								
Especies vegetales tracas 3	Una única especie conocida								
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Trapezoidales						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Si	Regular	Malla media	11,4
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Cerrada	
Semicudernas descentradas	Desconocido	Cudernas activas	Des	
Pernos unión varengas quilla	Desco	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera que hacen de taco a clavos a punta perdida			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Central triangular	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)			
Especie vegetal cudernas 2	Una única especie conocida			
Especie vegetal cudernas 3	Una única especie conocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Desconoc	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Desconocido				
Forma carlinga	Desconocido				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis* Desconocido

DATOS GENERALES

19	Epígrafe	10.19	Nombre del yacimiento	Dramont A	
Cronología	100-50 a.C.	Periodo	Helenístico republicano		
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum				
Origen geográfico del cargamento	Itálico				
Espacio de navegación	Marítimo				
		Marítimo	Altura		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	25	Manga	7	
Tonelaje de porte			Índice de fiabilidad	1.-Excelente	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Juglans sp (Nogal)	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Más alta que ancha	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	NO	Alefriz con encaje	SI	Aparadura	Poligonal esculpida
Líneas del casco en la manga máxima	Angulosas à retour du galbord				
Fondo pinzado à retour de galbord	Acusado				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	SI		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Doble	Protección del casco con resina	SI		
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min	
		Grosor media		Forro de plomo	SI
Especies vegetales tracas 1	Pinus type sylvestris (Pino escoces)				
Especies vegetales tracas 2	Abies alba (Abeto común)				
Especies vegetales tracas 3					
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Desconocido		

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	SI	Regular	Malla media	
Sucesión varengas bajo carlinga	SI	Malla respecto altura y anchura	Cerrada	
Semicudernas descentradas	No	Cudernas activas	Des	
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	SI	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera y clavos a punta perdida			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Central triangular	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Populus sp (Chopo)			
Especie vegetal cudernas 2	Quercus sp. (Roble)			
Especie vegetal cudernas 3				

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	SI	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Itálica		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada sobre la carpintería				
Forma carlinga	Rectangular con encajes para varengas y semicudernas				
Encajes cudernas para carlinga	Rectangulares				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

20 Epígrafe 10.20 Nombre del yacimiento

Cronología Periodo

Zona geográfica de hundimiento

Origen geográfico del cargamento

Espacio de navegación

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora Manga Marítimo

Tonelaje de porte Índice de fiabilidad

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada Especie vegetal Zapata

Forma en sección transversal Alefriz zona central casco

Alefriz en bisel simple Alefriz con encaje Aparadura

Líneas del casco en la manga máxima

Fondo pinzado à retour de galbord

Especie vegetal traca aparadura

Pernos refuerzo rayos de Júpiter Clavos union quilla aparadura

ESTRUCTURA CASCO

Casco Protección del casco con resina

Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media Forro de plomo

Especies vegetales tracas 1

Especies vegetales tracas 2

Especies vegetales tracas 3

Ensambladuras Forma espigas

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas Malla media

Sucesión varengas bajo carlinga Malla respecto altura y anchura

Semicudernas descentradas Cuadernas activas

Pernos unión varengas quilla Clavos unión tracas aparadura varengas

Unión de las cuadernas al casco

Método secundario de unión

Imbornales varengas Imbornales laterales

Especie vegetal cuadernas 1

Especie vegetal cuadernas 2

Especie vegetal cuadernas 3

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Función sobrequilla Cajón base del mástil

Situación mástil respecto eslora Moneda votiva

Unión carlinga carpintería transversal

Forma carlinga

Encajes cuadernas para carlinga

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis*

DATOS GENERALES

21 Epígrafe 10.21 Nombre del yacimiento

Cronología Periodo

Zona geográfica de hundimiento

Origen geográfico del cargamento

Espacio de navegación

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora Manga

Tonelaje de porte Índice de fiabilidad

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada Especie vegetal Zapata

Forma en sección transversal Alefriz zona central casco

Alefriz en bisel simple Alefriz con encaje Aparadura

Líneas del casco en la manga máxima

Fondo pinzado à retour de galbord

Especie vegetal traca aparadura

Pernos refuerzo rayos de Júpiter Clavos union quilla aparadura

ESTRUCTURA CASCO

Casco Protección del casco con resina

Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media Forro de plomo

Especies vegetales tracas 1

Especies vegetales tracas 2

Especies vegetales tracas 3

Ensambladuras Forma espigas

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas Regular Malla media

Sucesión varengas bajo carlinga Malla respecto altura y anchura

Semicudernas descentradas Cuadernas activas

Pernos unión varengas quilla Clavos unión tracas aparadura varengas

Unión de las cuadernas al casco

Método secundario de unión

Imbornales varengas Imbornales laterales

Especie vegetal cuadernas 1

Especie vegetal cuadernas 2

Especie vegetal cuadernas 3

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Función sobrequilla Cajón base del mástil

Situación mástil respecto eslora Moneda votiva

Unión carlinga carpintería transversal

Forma carlinga

Encajes cuadernas para carlinga

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis*

DATOS GENERALES

22	Epígrafe	10.22	Nombre del yacimiento	Cap Béar 3
Cronología	50-25 a.C.	Periodo	Helenístico republicano	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Heterogéneo			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Cabotaje		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	15	Manga	
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	2.-Básico	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Más alta que ancha	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	SI	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Rectangular
Líneas del casco en la manga máxima	Redondeadas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Inexistente				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Desconocido						
Tracas anchura med	20	Anchura max		Anchura min		Grosor media	3.25	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Desconocida								
Especies vegetales tracas 2	Desconocida								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Desconocido	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	SI	Regular	Malla media	15
Sucesión varengas bajo carlinga	No	Malla respecto altura y anchura	Abierta	
Semicudernas descentradas	No	Cudernas activas	Des	
Pernos unión varengas quilla	Desco	Clavos unión tracas aparadura varengas	No	
Unión de las cudernas al casco	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada			
Método secundario de unión	Clavos metálicos			
Imbornales varengas	Central rectangular	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)			
Especie vegetal cudernas 2	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	SI	Función sobrequilla	SI	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Sin moneda		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada sobre varengas				
Forma carlinga	Rectangular con encajes para varengas y semicudernas				
Encajes cudernas para carlinga	Rectangulares				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	Desconocido
--	-------------

DATOS GENERALES

23	Epígrafe	10.23	Nombre del yacimiento	Dramont C	
Cronología	25 a.C.	Periodo	Helenístico republicano		
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum				
Origen geográfico del cargamento	Itálico				
Espacio de navegación	Marítimo				
		Marítimo	Cabotaje		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora		Manga		
Tonelaje de porte			Índice de fiabilidad	2.-Básico	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Quercus ilex (Encina)	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Mas ancha que alta	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	SI	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Rectangular
Líneas del casco en la manga máxima	Planas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Inexistente				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	No	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Desconocido						
Tracas anchura med		Anchura max	11.5	Anchura min	10.5	Grosor media	2.4	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)								
Especies vegetales tracas 2	Desconocida								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Si	Irregular	Malla media	21
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Abierta	
Semicudernas descentradas	No	Cudernas activas	No	
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada			
Método secundario de unión	Clavos metálicos			
Imbornales varengas	Central circular/semiesférico	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Quercus ilex (Encina)			
Especie vegetal cudernas 2	Quercus sp. (Roble)			
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Desconoc	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Desconocido				
Forma carlinga	Desconocido				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

24	Epígrafe	10.24	Nombre del yacimiento	Cap Bénat
Cronología	s. I a.C.	Periodo	Helenístico republicano	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Itálico			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Cabotaje		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	8	Manga	
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	2.-Básico	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Pinus pinea (Pino piñonero)	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Más alta que ancha	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	SI	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Rectangular
Líneas del casco en la manga máxima	Angulosas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Inexistente				
Especie vegetal traca aparadura	Pinus pinea (Pino piñonero)				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	No		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Desconocido						
Tracas anchura med		Anchura max	25	Anchura min	16	Grosor media	2.2	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Desconocida								
Especies vegetales tracas 2	Desconocida								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Desconocido	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	SI	Regular	Malla media	21
Sucesión varengas bajo carlinga	No	Malla respecto altura y anchura	Abierta	
Semicudernas descentradas	No	Cudernas activas	Des	
Pernos unión varengas quilla	Desco	Clavos unión tracas aparadura varengas		
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera verticales			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Central rectangular	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Pinus pinea (Pino piñonero)			
Especie vegetal cudernas 2	Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)			
Especie vegetal cudernas 3				

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Desconoc	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Desconocido				
Forma carlinga	Desconocido				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis* Desconocido

DATOS GENERALES

25	Epígrafe	10.25	Nombre del yacimiento	Fos 1
Cronología	25 a.C.	Periodo	Helenístico republicano	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Itálico			
Espacio de navegación	Marítimo			
		Marítimo	Desconocido	
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora		Manga	
Tonelaje de porte			Índice de fiabilidad	2.-Básico

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Más alta que ancha	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	SI	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Rectangular
Líneas del casco en la manga máxima	Angulosas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Inexistente				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Doble	Protección del casco con resina	Desconocido						
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min		Grosor media		Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Desconocida								
Especies vegetales tracas 2	Desconocida								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Desconocido	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Si	Irregular	Malla media	
Sucesión varengas bajo carlinga	Si	Malla respecto altura y anchura	Muy cerrada	
Semicudernas descentradas	Desconocido	Cudernas activas	Des	
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Desconocido			
Método secundario de unión	Desconocido			
Imbornales varengas	Desconocido	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 2	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Si	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Sin moneda		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada sobre varengas				
Forma carlinga	Rectangular con encajes para varengas				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

26	Epígrafe	11.1	Nombre del yacimiento	Tradelière
Cronología	15-10 a.C.	Periodo	Helenístico republicano	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Heterogéneo			
Espacio de navegación	Marítimo			
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	Manga	Marítimo	Altura
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	2.-Básico	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Pinus type sylvestris (Pino escoces)	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Cuadrangular	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	NO	Alefriz con encaje	SI	Aparadura	Poligonal esculpida
Líneas del casco en la manga máxima	Angulosas à retour du galbord				
Fondo pinzado à retour de galbord	Acusado				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	No	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Desconocido						
Tracas anchura med		Anchura max	21	Anchura min	15	Grosor media	3.8	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Pinus type sylvestris (Pino escoces)								
Especies vegetales tracas 2	Fraxinus sp (Fresno)								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Si	Regular	Malla media	15
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Cerrada	
Semicudernas descentradas	No	Cudernas activas	Des	
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera verticales			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Desconocido	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Fraxinus sp (Fresno)			
Especie vegetal cudernas 2	Castanea sativa (Castaño)			
Especie vegetal cudernas 3	Quercus sp. (Roble)			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Desconoc	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora		Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Desconocido				
Forma carlinga	Desconocido				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

27	Epígrafe	11.2	Nombre del yacimiento	Ladispoli
Cronología	10 a.C.- 10 d.C.	Periodo	Cambio de Era	
Zona geográfica de hundimiento	6.-Mare Tyrrhenum uel inferum			
Origen geográfico del cargamento	Itálico			
Espacio de navegación	Marítimo			
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	Manga	Marítimo	Altura
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	1.-Excelente	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Pinus pinaster (Pino rodeno)	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Mas ancha que alta	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	SI	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Trapezoidal
Líneas del casco en la manga máxima	Planas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Suave				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	No		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Desconocido						
Tracas anchura med		Anchura max	20	Anchura min	15	Grosor media	4	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Pinus pinaster (Pino rodeno)								
Especies vegetales tracas 2	Una única especie conocida								
Especies vegetales tracas 3	Una única especie conocida								
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	No	Sin alternancia	Malla media	15
Sucesión varengas bajo carlinga	Si	Malla respecto altura y anchura		
Semicudernas descentradas	No	Cudernas activas	Des	
Pernos unión varengas quilla	Desco	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera verticales			
Método secundario de unión	Cabillas de madera en bisel			
Imbornales varengas	Central rectangular	Imbornales laterales	Triangulares	
Especie vegetal cudernas 1	Quercus sp. (Roble)			
Especie vegetal cudernas 2	Ulmus campestris (Olmo campestre)			
Especie vegetal cudernas 3	Populus sp (Chopo)			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Desconoc	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada sobre la carpintería				
Forma carlinga	Desconocido				
Encajes cudernas para carlinga	Triangulares bis a bis				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

28	Epígrafe	11.3	Nombre del yacimiento	Rabiou
Cronología	15-10 a.C.	Periodo	Cambio de Era	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Itálico			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Cabotaje		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	15	Manga	
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	1.-Excelente	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Pinus pinea (Pino piñonero)	Zapata	SI
Forma en sección transversal	Más alta que ancha	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	NO	Alefriz con encaje	SI	Aparadura	Trapezoidal
Líneas del casco en la manga máxima	Planas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Suave				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	No	Clavos union quilla aparadura	Si		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Si						
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min		Grosor media	3.2	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Pinus pinea (Pino piñonero)								
Especies vegetales tracas 2	Una única especie conocida								
Especies vegetales tracas 3	Una única especie conocida								
Ensambladuras	Desconocido	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Si	Regular	Malla media	24
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Cerrada	
Semicudernas descentradas	Desconocido	Cudernas activas	Des	
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera verticales			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Desconocido	Imbornales laterales	Semicirculares	
Especie vegetal cudernas 1	Pinus pinea (Pino piñonero)			
Especie vegetal cudernas 2	Pinus leucodermis (Pino bosnio)			
Especie vegetal cudernas 3				

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Si	Función sobrequilla	Si	Cajón base del mástil	En el arranque (hacia)
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada sobre la carpintería				
Forma carlinga	Rectangular con encajes para varengas y semicudernas				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis* Si

DATOS GENERALES

29 Epígrafe 11.4 Nombre del yacimiento

Cronología Periodo

Zona geográfica de hundimiento

Origen geográfico del cargamento

Espacio de navegación

Marítimo

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora Manga

Tonelaje de porte Índice de fiabilidad

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada Especie vegetal Zapata

Forma en sección transversal Alefriz zona central casco

Alefriz en bisel simple Alefriz con encaje Aparadura

Líneas del casco en la manga máxima

Fondo pinzado à retour de galbord

Especie vegetal traca aparadura

Pernos refuerzo rayos de Júpiter Clavos union quilla aparadura

ESTRUCTURA CASCO

Casco Protección del casco con resina

Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media Forro de plomo

Especies vegetales tracas 1

Especies vegetales tracas 2

Especies vegetales tracas 3

Ensambladuras Forma espigas

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicuernas Irregular Malla media

Sucesión varengas bajo carlinga Malla respecto altura y anchura

Semicuernas descentradas Cuernas activas

Pernos unión varengas quilla Clavos unión tracas aparadura varengas

Unión de las cuernas al casco

Método secundario de unión

Imbornales varengas Imbornales laterales

Especie vegetal cuernas 1

Especie vegetal cuernas 2

Especie vegetal cuernas 3

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Función sobrequilla Cajón base del mástil

Situación mástil respecto eslora Moneda votiva

Unión carlinga carpintería transversal

Forma carlinga

Encajes cuernas para carlinga

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis*

DATOS GENERALES

30	Epígrafe	11.5	Nombre del yacimiento	Conque des Salins
Cronología	15-236 d.C.	Periodo	Altoimperio	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Sin carga			
Espacio de navegación	Lagunar/fluval			
	Marítimo	No		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	Manga		
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	1.-Excelente	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Ulmus campestris (Olmo campestre)	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Mas ancha que alta	Alefriz zona central casco	NO		
Alefriz en bisel simple	NO	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Rectangular
Líneas del casco en la manga máxima	Planas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Inexistente				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	No	Clavos union quilla aparadura	No		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Si						
Tracas anchura med	20	Anchura max	36	Anchura min	14	Grosor media	3.4	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Pinus type sylvestris (Pino escoces)								
Especies vegetales tracas 2	Pinus nigra (Negral)								
Especies vegetales tracas 3									
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Rectangulares alargadas						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	No	Sin alternancia	Malla media	
Sucesión varengas bajo carlinga	No	Malla respecto altura y anchura	Abierta	
Semicudernas descentradas	No	Cudernas activas	No	
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	No	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera verticales			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Central rectangular	Imbornales laterales	Rectangulares	
Especie vegetal cudernas 1	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 2	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	No	Función sobrequilla	No	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Desconocido				
Forma carlinga	Desconocido				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

31 Epígrafe 11.6 Nombre del yacimiento **Giraqlia 1**

Cronología 50 d.C. Periodo Altoimperio

Zona geográfica de hundimiento 5.-Mare Sardoum

Origen geográfico del cargamento Tarraconense

Espacio de navegación Marítimo

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora 20 Manga 7

Tonelaje de porte 50 Índice de fiabilidad 1.-Excelente

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada NO Especie vegetal Desconocida Zapata Des

Forma en sección transversal Desconocida Alefriz zona central casco Des

Alefriz en bisel simple Des Alefriz con encaje Des Aparadura Desconocida

Líneas del casco en la manga máxima Desconocido

Fondo pinzado à retour de galbord Desconocido

Especie vegetal traca aparadura Quercus sp. (Roble)

Pernos refuerzo rayos de Júpiter Desconocido Clavos union quilla aparadura Descon

ESTRUCTURA CASCO

Casco Sencillo Protección del casco con resina Desconocido

Tracas anchura med Anchura max 13 Anchura min 9 Grosor media 3.4 Forro de plomo No

Especies vegetales tracas 1 Quercus sp. (Roble)

Especies vegetales tracas 2 Una única especie conocida

Especies vegetales tracas 3 Una única especie conocida

Ensambladuras Desconocido Forma espigas Desconocido

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas Desc Desconocido Malla media 13

Sucesión varengas bajo carlinga Des Malla respecto altura y anchura Cerrada

Semicudernas descentradas Desconocido Cuadernas activas Des

Pernos unión varengas quilla Desco Clavos unión tracas aparadura varengas Des

Unión de las cuadernas al casco Cabillas de madera y clavos a punta perdida

Método secundario de unión Cabillas de madera en bisel

Imbornales varengas Desconocido Imbornales laterales Desconocido

Especie vegetal cuadernas 1 Quercus sp. (Roble)

Especie vegetal cuadernas 2 Ulmus campestris (Olmo campestre)

Especie vegetal cuadernas 3 Fagus silvatica (Haya común)

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Desconoc Función sobrequilla Descono Cajón base del mástil Desconocido

Situación mástil respecto eslora Avanzado a Moneda votiva Desconocido

Unión carlinga carpintería transversal Desconocido

Forma carlinga Desconocido

Encajes cuadernas para carlinga Desconocido

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis* No

DATOS GENERALES

32 Epígrafe 11.7 Nombre del yacimiento **SM 24**

Cronología 40-75 d.C. Periodo Altoimperio

Zona geográfica de hundimiento 3.-Mare Gallicum

Origen geográfico del cargamento Desconocido

Espacio de navegación Mixto

Marítimo Cabotaje

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora 25 Manga

Tonelaje de porte Índice de fiabilidad 1.-Excelente

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada SI Especie vegetal Quercus sp. (Roble) Zapata NO

Forma en sección transversal Mas ancha que alta Alefriz zona central casco NO

Alefriz en bisel simple NO Alefriz con encaje NO Aparadura Rectangular

Líneas del casco en la manga máxima Planas

Fondo pinzado à retour de galbord Inexistente

Especie vegetal traca aparadura Desconocida

Pernos refuerzo rayos de Júpiter No Clavos union quilla aparadura Descon

ESTRUCTURA CASCO

Casco Sencillo Protección del casco con resina Si

Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media 5 Forro de plomo No

Especies vegetales tracas 1 Quercus sp. (Roble)

Especies vegetales tracas 2 Desconocida

Especies vegetales tracas 3 Desconocida

Ensambladuras Bisel Forma espigas Desconocido

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas Si Irregular Malla media 15,5

Sucesión varengas bajo carlinga Des Malla respecto altura y anchura Muy cerrada

Semicudernas descentradas Desconocido Cuadernas activas Des

Pernos unión varengas quilla Desco Clavos unión tracas aparadura varengas Des

Unión de las cuadernas al casco Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada

Método secundario de unión No conocido otro método

Imbornales varengas Central rectangular Imbornales laterales Desconocido

Especie vegetal cuadernas 1 Quercus sp. (Roble)

Especie vegetal cuadernas 2 Fraxinus sp (Fresno)

Especie vegetal cuadernas 3 Ulmus campestris (Olmo campestre)

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Desconoc Función sobrequilla Descono Cajón base del mástil Desconocido

Situación mástil respecto eslora Desconocida Moneda votiva Desconocido

Unión carlinga carpintería transversal Encastrada sobre varengas

Forma carlinga Rectangular con encajes para varengas

Encajes cuadernas para carlinga Desconocido

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis* Si

DATOS GENERALES

33 Epígrafe 11.8 Nombre del yacimiento
Cronología Periodo
Zona geográfica de hundimiento
Origen geográfico del cargamento
Espacio de navegación
Marítimo
Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora Manga
Tonelaje de porte Índice de fiabilidad

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada Especie vegetal Zapata
Forma en sección transversal Alefriz zona central casco
Alefriz en bisel simple Alefriz con encaje Aparadura
Líneas del casco en la manga máxima
Fondo pinzado à retour de galbord
Especie vegetal traca aparadura
Pernos refuerzo rayos de Júpiter Clavos union quilla aparadura

ESTRUCTURA CASCO

Casco Protección del casco con resina
Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media Forro de plomo
Especies vegetales tracas 1
Especies vegetales tracas 2
Especies vegetales tracas 3
Ensambladuras Forma espigas

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas Regular Malla media
Sucesión varengas bajo carlinga Malla respecto altura y anchura
Semicudernas descentradas Cuadernas activas
Pernos unión varengas quilla Clavos unión tracas aparadura varengas
Unión de las cuadernas al casco
Método secundario de unión
Imbornales varengas Imbornales laterales
Especie vegetal cuadernas 1
Especie vegetal cuadernas 2
Especie vegetal cuadernas 3

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Función sobrequilla Cajón base del mástil
Situación mástil respecto eslora Moneda votiva
Unión carlinga carpintería transversal
Forma carlinga
Encajes cuadernas para carlinga

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis*

DATOS GENERALES

34	Epígrafe	11.9	Nombre del yacimiento	Sud Lavezzi 3
Cronología	25 d.C.	Periodo	Altoimperio	
Zona geográfica de hundimiento	5.-Mare Sardoum			
Origen geográfico del cargamento	Tarraconense			
Espacio de navegación	Marítimo			
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	Manga	Marítimo	Altura
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	2.-Básico	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Pinus type sylvestris (Pino escoces)	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Desconocida	Alefriz zona central casco	Des		
Alefriz en bisel simple	Des	Alefriz con encaje	Des	Aparadura	Desconocida
Líneas del casco en la manga máxima	Planas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Desconocido				
Especie vegetal traca aparadura	Pinus type sylvestris (Pino escoces)				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina							
Tracas anchura med		Anchura max	20	Anchura min	15	Grosor media	4	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Pinus type sylvestris (Pino escoces)								
Especies vegetales tracas 2	Una única especie conocida								
Especies vegetales tracas 3	Una única especie conocida								
Ensambladuras	Desconocido	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Si	Regular	Malla media	7
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Muy cerrada	
Semicudernas descentradas	Desconocido	Cudernas activas	Des	
Pernos unión varengas quilla	Desco	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera verticales			
Método secundario de unión	Desconocido			
Imbornales varengas	Desconocido	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)			
Especie vegetal cudernas 2	Quercus sp. (Roble)			
Especie vegetal cudernas 3	Populus sp (Chopo)			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Desconoc	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Desconocido				
Forma carlinga	Desconocido				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

35	Epígrafe	11.10	Nombre del yacimiento	Bou Ferrer	
Cronología	40 d.C.	Periodo	Altoimperio		
Zona geográfica de hundimiento	1.-Mare Ibericum				
Origen geográfico del cargamento	Bético				
Espacio de navegación	Marítimo				
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	27	Manga	Marítimo	Altura
Tonelaje de porte	170	Índice de fiabilidad	2.-Básico		

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	Si	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	Des
Forma en sección transversal	Desconocida	Alefriz zona central casco	Des		
Alefriz en bisel simple	Des	Alefriz con encaje	Des	Aparadura	Desconocida
Líneas del casco en la manga máxima	Planas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Desconocido				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	No						
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min		Grosor media		Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Desconocida								
Especies vegetales tracas 2	Desconocida								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Desconocido	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Desc	Desconocido	Malla media	10
Sucesión varengas bajo carlinga	Si	Malla respecto altura y anchura	Cerrada	
Semicudernas descentradas	Desconocido		Cudernas activas	Des
Pernos unión varengas quilla	Desco	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera y clavos a punta perdida			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Central circular/semiesférico		Imbornales laterales	Desconocido
Especie vegetal cudernas 1	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 2	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Si	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida		Moneda votiva	Desconocido	
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada sobre varengas				
Forma carlinga	Rectangular o cuadrangular				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	Desconocido
--	-------------

DATOS GENERALES

36	Epígrafe 11.11	Nombre del yacimiento	Albufereta I	
Cronología	60 d.C.	Periodo	Altoimperio	
Zona geográfica de hundimiento	1.-Mare Ibericum			
Origen geográfico del cargamento	Bético			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Gran cabotaje		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	15	Manga	
Tonelaje de porte	34	Índice de fiabilidad	2.-Básico	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	NO	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	Des
Forma en sección transversal	Desconocida	Alefriz zona central casco	Des		
Alefriz en bisel simple	Des	Alefriz con encaje	Des	Aparadura	Desconocida
Líneas del casco en la manga máxima	Desconocido				
Fondo pinzado à retour de galbord	Desconocido				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	No						
Tracas anchura med	29	Anchura max	32	Anchura min	25	Grosor media	6	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)								
Especies vegetales tracas 2	Una única especie conocida								
Especies vegetales tracas 3	Una única especie conocida								
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Trapezoidales						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Si	Regular	Malla media	14
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Cerrada	
Semicudernas descentradas	Desconocido		Cudernas activas	Des
Pernos unión varengas quilla	Desco	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera y clavos a punta perdida			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Desconocido		Imbornales laterales	Desconocido
Especie vegetal cudernas 1	Olea europaea (Olivo-acebuche)			
Especie vegetal cudernas 2	Una única especie conocida			
Especie vegetal cudernas 3	Una única especie conocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Desconoc	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Desconocido				
Forma carlinga	Desconocido				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

37 Epígrafe 11.12 Nombre del yacimiento
Cronología Periodo
Zona geográfica de hundimiento
Origen geográfico del cargamento
Espacio de navegación
Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora Manga
Tonelaje de porte Índice de fiabilidad

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada Especie vegetal Zapata
Forma en sección transversal Alefriz zona central casco
Alefriz en bisel simple Alefriz con encaje Aparadura
Líneas del casco en la manga máxima
Fondo pinzado à retour de galbord
Especie vegetal traca aparadura
Pernos refuerzo rayos de Júpiter Clavos union quilla aparadura

ESTRUCTURA CASCO

Casco Protección del casco con resina
Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media Forro de plomo
Especies vegetales tracas 1
Especies vegetales tracas 2
Especies vegetales tracas 3
Ensambladuras Forma espigas

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas Malla media
Sucesión varengas bajo carlinga Malla respecto altura y anchura
Semicudernas descentradas Cuadernas activas
Pernos unión varengas quilla Clavos unión tracas aparadura varengas
Unión de las cuadernas al casco
Método secundario de unión
Imbornales varengas Imbornales laterales
Especie vegetal cuadernas 1
Especie vegetal cuadernas 2
Especie vegetal cuadernas 3

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Función sobrequilla Cajón base del mástil
Situación mástil respecto eslora Moneda votiva
Unión carlinga carpintería transversal
Forma carlinga
Encajes cuadernas para carlinga

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis*

DATOS GENERALES

38	Epígrafe 11.13	Nombre del yacimiento	<input type="text" value="Dramont I"/>
Cronología	<input type="text" value="s. I d.C."/>	Periodo	<input type="text" value="Altoimperio"/>
Zona geográfica de hundimiento	<input type="text" value="3.-Mare Gallicum"/>		
Origen geográfico del cargamento	<input type="text" value="Oriente"/>		
Espacio de navegación	<input type="text" value="Marítimo"/>		
		Marítimo	<input type="text" value="Altura"/>
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora <input type="text"/>	Manga <input type="text"/>	
Tonelaje de porte <input type="text"/>		Índice de fiabilidad	<input type="text" value="2.-Básico"/>

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	<input type="text" value="SI"/>	Especie vegetal	<input type="text" value="Desconocida"/>	Zapata	<input type="text" value="NO"/>
Forma en sección transversal	<input type="text" value="Más alta que ancha"/>	Alefriz zona central casco	<input type="text" value="SI"/>		
Alefriz en bisel simple	<input type="text" value="SI"/>	Alefriz con encaje	<input type="text" value="NO"/>	Aparadura	<input type="text" value="Desconocida"/>
Líneas del casco en la manga máxima	<input type="text" value="Desconocido"/>				
Fondo pinzado à retour de galbord	<input type="text" value="Desconocido"/>				
Especie vegetal traca aparadura	<input type="text" value="Desconocida"/>				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	<input type="text" value="No"/>	Clavos union quilla aparadura	<input type="text" value="Descon"/>		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	<input type="text" value="Sencillo"/>	Protección del casco con resina	<input type="text" value="Desconocido"/>		
Tracas anchura med <input type="text"/>	Anchura max <input type="text" value="30"/>	Anchura min <input type="text"/>	Grosor media <input type="text" value="5"/>	Forro de plomo	<input type="text" value="No"/>
Especies vegetales tracas 1	<input type="text" value="Pinus type sylvestris (Pino escoces)"/>				
Especies vegetales tracas 2	<input type="text" value="Una única especie conocida"/>				
Especies vegetales tracas 3	<input type="text" value="Una única especie conocida"/>				
Ensambladuras	<input type="text" value="Bisel"/>	Forma espigas	<input type="text" value="Desconocido"/>		

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	<input type="text" value="Si"/>	<input type="text" value="Regular"/>	Malla media	<input type="text" value="15"/>
Sucesión varengas bajo carlinga	<input type="text" value="Des"/>	Malla respecto altura y anchura	<input type="text" value="Cerrada"/>	
Semicudernas descentradas	<input type="text" value="Desconocido"/>		Cudernas activas	<input type="text" value="Des"/>
Pernos unión varengas quilla	<input type="text" value="Desco"/>	Clavos unión tracas aparadura varengas	<input type="text" value="Des"/>	
Unión de las cudernas al casco	<input type="text" value="Cabillas de madera verticales"/>			
Método secundario de unión	<input type="text" value="Cabillas de madera y clavos a punta perdida"/>			
Imbornales varengas	<input type="text" value="Desconocido"/>	Imbornales laterales	<input type="text" value="Desconocido"/>	
Especie vegetal cudernas 1	<input type="text" value="Desconocida"/>			
Especie vegetal cudernas 2	<input type="text" value="Desconocida"/>			
Especie vegetal cudernas 3	<input type="text" value="Desconocida"/>			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	<input type="text" value="Desconoc"/>	Función sobrequilla	<input type="text" value="Descono"/>	Cajón base del mástil	<input type="text" value="Desconocido"/>
Situación mástil respecto eslora	<input type="text" value="Desconocida"/>	Moneda votiva	<input type="text" value="Desconocido"/>		
Unión carlinga carpintería transversal	<input type="text" value="Desconocido"/>				
Forma carlinga	<input type="text" value="Desconocido"/>				
Encajes cudernas para carlinga	<input type="text" value="Desconocido"/>				

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis*

DATOS GENERALES

39	Epígrafe <u>11.14</u> Nombre del yacimiento	<u>Quest Giraglia 2</u>
Cronología	<u>50 d.C.</u>	Periodo <u>Altoimperio</u>
Zona geográfica de hundimiento	<u>5.-Mare Sardoum</u>	
Origen geográfico del cargamento	<u>Tarraconense</u>	
Espacio de navegación	<u>Marítimo</u>	
	Marítimo	<u>Altura</u>
Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora	<u>20</u>	Manga
Tonelaje de porte	<u>50</u>	Índice de fiabilidad <u>1.-Excelente</u>

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	<u>SI</u>	Especie vegetal	<u>Quercus ilex (Encina)</u>	Zapata	<u>NO</u>
Forma en sección transversal	<u>Mas ancha que alta</u>	Alefriz zona central casco	<u>SI</u>		
Alefriz en bisel simple	<u>SI</u>	Alefriz con encaje	<u>NO</u>	Aparadura	<u>Rectangular</u>
Líneas del casco en la manga máxima	<u>Planas</u>				
Fondo pinzado à retour de galbord	<u>Suave</u>				
Especie vegetal traca aparadura	<u>Quercus sp. (Roble)</u>				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	<u>No</u>	Clavos union quilla aparadura	<u>No</u>		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	<u>Sencillo</u>	Protección del casco con resina	<u>No</u>						
Tracas anchura med	<u>22</u>	Anchura max	<u>37</u>	Anchura min	<u>15</u>	Grosor media	<u>4</u>	Forro de plomo	<u>No</u>
Especies vegetales tracas 1	<u>Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)</u>								
Especies vegetales tracas 2	<u>Pinus pinea (Pino piñonero)</u>								
Especies vegetales tracas 3	<u>Pinus brutia (Pino de Chipre)</u>								
Ensambladuras	<u>Bisel</u>	Forma espigas	<u>Rectangulares cortas</u>						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicuadernas	<u>Si</u>	<u>Irregular</u>	Malla media	<u>12</u>	
Sucesión varengas bajo carlinga	<u>Des</u>	Malla respecto altura y anchura	<u>Muy cerrada</u>		
Semicuadernas descentradas	<u>No</u>			Cuadernas activas	<u>Si</u>
Pernos unión varengas quilla	<u>Si</u>	Clavos unión tracas aparadura varengas	<u>Si</u>		
Unión de las cuadernas al casco	<u>Cabillas de madera en bisel</u>				
Método secundario de unión	<u>No conocido otro método</u>				
Imbornales varengas	<u>Central rectangular redondeado</u>	Imbornales laterales	<u>Triangulares</u>		
Especie vegetal cuadernas 1	<u>Quercus sp. (Roble)</u>				
Especie vegetal cuadernas 2	<u>Ulmus campestris (Olmo campestre)</u>				
Especie vegetal cuadernas 3					

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	<u>No</u>	Función sobrequilla	<u>Descono</u>	Cajón base del mástil	<u>Desconocido</u>
Situación mástil respecto eslora	<u>Avanzado a</u>	Moneda votiva	<u>Desconocida</u>		
Unión carlinga carpintería transversal	<u>Desconocido</u>				
Forma carlinga	<u>Desconocido</u>				
Encajes cuadernas para carlinga	<u>Desconocido</u>				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	<u>No</u>
--	-----------

DATOS GENERALES

40	Epígrafe <u>11.15</u> Nombre del yacimiento	Baie de l'Amitié	
Cronología	50-100 d.C.	Periodo	Altoimperio
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum		
Origen geográfico del cargamento	Bético		
Espacio de navegación	Marítimo		
		Marítimo	Cabotaje
Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora	20	Manga	
Tonelaje de porte	90	Índice de fiabilidad	1.-Excelente

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Quercus sp. (Roble)	Zapata	Des
Forma en sección transversal	Mas ancha que alta	Alefriz zona central casco	NO		
Alefriz en bisel simple	NO	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Rectangular
Líneas del casco en la manga máxima	Planas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Inexistente				
Especie vegetal traca aparadura	Quercus sp. (Roble)				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Si	Clavos union quilla aparadura	Si		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Si		
Tracas anchura med		Anchura max	24	Anchura min	14
		Grosor media	4.5	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Quercus sp. (Roble)				
Especies vegetales tracas 2	Una única especie conocida				
Especies vegetales tracas 3	Una única especie conocida				
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Desconocido		

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Si	Regular	Malla media	20
Sucesión varengas bajo carlinga	Si	Malla respecto altura y anchura	Abierta	
Semicudernas descentradas	Algunas		Cudernas activas	Des
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	Si	
Unión de las cudernas al casco	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Central circular/semiesférico	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Quercus sp. (Roble)			
Especie vegetal cudernas 2	Ulmus campestris (Olmo campestre)			
Especie vegetal cudernas 3	Fraxinus sp (Fresno)			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	No	Función sobrequilla	No	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Avanzado a	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada sobre la carpintería				
Forma carlinga	Desconocido				
Encajes cudernas para carlinga	Triangulares bis a bis				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

41	Epígrafe	11.16	Nombre del yacimiento	Sud Lavezzi 5
Cronología	50-150 d.C.	Periodo	Altoimperio	
Zona geográfica de hundimiento	5.-Mare Sardoum			
Origen geográfico del cargamento	Sin carga			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Altura		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	30	Manga	
Tonelaje de porte	Índice de fiabilidad	3.-Dudoso		

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	Si	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	Des
Forma en sección transversal	Desconocida	Alefriz zona central casco	Des		
Alefriz en bisel simple	Des	Alefriz con encaje	Des	Aparadura	Desconocida
Líneas del casco en la manga máxima	Planas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Desconocido				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Desconocido						
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min		Grosor media		Forro de plomo	Des
Especies vegetales tracas 1	Desconocida								
Especies vegetales tracas 2	Desconocida								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Desconocido	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Si	Regular	Malla media	30
Sucesión varengas bajo carlinga	No	Malla respecto altura y anchura	Abierta	
Semicudernas descentradas	Todas	Cudernas activas	Des	
Pernos unión varengas quilla	Desco	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida			
Método secundario de unión	Desconocido			
Imbornales varengas	Desconocido	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 2	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Si	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada sobre la carpintería				
Forma carlinga	Rectangular con encajes para varengas y semicudernas				
Encajes cudernas para carlinga	Otro				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	Desconocido
--	-------------

DATOS GENERALES

42	Epígrafe 11.17	Nombre del yacimiento	Calanque de l'Ane	
Cronología	50-100 d.C.	Periodo	Altoimperio	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Sudgálico			
Espacio de navegación	Marítimo			
		Marítimo	Gran cabotaje	
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	25	Manga	6
Tonelaje de porte			Índice de fiabilidad	2.-Básico

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	Si	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	Des
Forma en sección transversal	Desconocida	Alefriz zona central casco	Des		
Alefriz en bisel simple	Des	Alefriz con encaje	Des	Aparadura	Desconocida
Líneas del casco en la manga máxima	Desconocido				
Fondo pinzado à retour de galbord	Desconocido				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	No	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Desconocido		
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min	
		Grosor media		Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Pinus type sylvestris (Pino escoces)				
Especies vegetales tracas 2	Desconocida				
Especies vegetales tracas 3	Desconocida				
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Desconocido		

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Si	Regular	Malla media	12
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Muy cerrada	
Semicudernas descentradas	No	Cudernas activas	Des	
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Desconocido			
Método secundario de unión	Desconocido			
Imbornales varengas	Desconocido	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Quercus sp. (Roble)			
Especie vegetal cudernas 2	Una única especie conocida			
Especie vegetal cudernas 3	Una única especie conocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Si	Función sobrequilla	Si	Cajón base del mástil	En el centro
Situación mástil respecto eslora	Central	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada en sobrequillas laterales				
Forma carlinga	Rectangular o cuadrangular				
Encajes cudernas para carlinga	Sobrequillas paralelas				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	Desconocido
--	-------------

DATOS GENERALES

43	Epígrafe	11.18	Nombre del yacimiento	Napoli A
Cronología	75-100 d.C.	Periodo	Altoimperio	
Zona geográfica de hundimiento	6.-Mare Tyrrhenum uel inferum			
Origen geográfico del cargamento	Sin carga			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Desconocido		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	Manga		
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	1.-Excelente	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Mas ancha que alta	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	SI	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Rectangular
Líneas del casco en la manga máxima	Redondeadas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Inexistente				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	SI	Clavos union quilla aparadura	SI		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	SI						
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min		Grosor media	3.2	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Desconocida								
Especies vegetales tracas 2	Desconocida								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Rectangulares cortas						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	SI	Regular	Malla media	12
Sucesión varengas bajo carlinga	SI	Malla respecto altura y anchura	Cerrada	
Semicudernas descentradas	Algunas	Cudernas activas	No	
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera y clavos a punta perdida			
Método secundario de unión	Desconocido			
Imbornales varengas	Central rectangular redondeado	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 2	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	SI	Función sobrequilla	SI	Cajón base del mástil	En el arranque (hacia
Situación mástil respecto eslora	a 5/8	Moneda votiva	Sin moneda		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada sobre varengas				
Forma carlinga	Rectangular o cuadrangular				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	Desconocido
--	-------------

DATOS GENERALES

44	Epígrafe	12.1	Nombre del yacimiento	Port-Vendres 3
Cronología	150 d.C.	Periodo	Altoimperio	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Sudgálico			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Cabotaje		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	Manga		
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	2.-Básico	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	No doc	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	Des
Forma en sección transversal	Desconocida	Alefriz zona central casco	Des		
Alefriz en bisel simple	Des	Alefriz con encaje	Des	Aparadura	Desconocida
Líneas del casco en la manga máxima	Desconocido				
Fondo pinzado à retour de galbord	Desconocido				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Desconocido						
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min		Grosor media		Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Desconocida								
Especies vegetales tracas 2	Desconocida								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Desconocido	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Desc	Desconocido	Malla media	19
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Abierta	
Semicudernas descentradas	Desconocido	Cudernas activas	Des	
Pernos unión varengas quilla	Desco	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Ligaduras internas bloqueadas por cabillas y cabilla aislada			
Método secundario de unión	Desconocido			
Imbornales varengas	Desconocido	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 2	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	No	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Desconocido				
Forma carlinga	Desconocido				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	Desconocido
--	-------------

DATOS GENERALES

45 Epígrafe 12.2 Nombre del yacimiento **Saint Gervais 3**

Cronología 148-150 d.C. Periodo Altoimperio

Zona geográfica de hundimiento 3.-Mare Gallicum

Origen geográfico del cargamento Bético

Espacio de navegación Marítimo

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora 17 Manga 7.5

Tonelaje de porte 80 Índice de fiabilidad 1.-Excelente

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada SI Especie vegetal Pinus halepensis (Pino carrasco o de) Zapata NO

Forma en sección transversal Cuadrangular Alefriz zona central casco SI

Alefriz en bisel simple SI Alefriz con encaje NO Aparadura Rectangular

Líneas del casco en la manga máxima Planas

Fondo pinzado à retour de galbord Inexistente

Especie vegetal traca aparadura Desconocida

Pernos refuerzo rayos de Júpiter SI Clavos union quilla aparadura Descon

ESTRUCTURA CASCO

Casco Sencillo Protección del casco con resina SI

Tracas anchura med Anchura max 30 Anchura min 20 Grosor media 3.5 Forro de plomo No

Especies vegetales tracas 1 Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)

Especies vegetales tracas 2 Desconocida

Especies vegetales tracas 3 Desconocida

Ensambladuras Bisel Forma espigas Rectangulares alargadas

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicuernas SI Regular Malla media 30

Sucesión varengas bajo carlinga No Malla respecto altura y anchura Cerrada

Semicuernas descentradas Algunas Cuernas activas SI

Pernos unión varengas quilla SI Clavos unión tracas aparadura varengas Des

Unión de las cuernas al casco Cabillas de madera y clavos a punta perdida

Método secundario de unión Desconocido

Imbornales varengas Central rectangular redondeado Imbornales laterales Desconocido

Especie vegetal cuernas 1 Acer campestre (Arce menor)

Especie vegetal cuernas 2 Juglans sp (Nogal)

Especie vegetal cuernas 3 Ulmus campestris (Olmo campestre)

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga SI Función sobrequilla SI Cajón base del mástil En el centro

Situación mástil respecto eslora a 5/8 Moneda votiva Sin moneda

Unión carlinga carpintería transversal Encastrada en sobrequillas laterales

Forma carlinga Rectangular unida a una sobrequilla

Encajes cuernas para carlinga Sobrequillas paralelas

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis* No

DATOS GENERALES

46	Epígrafe	12.3	Nombre del yacimiento	Tiboulen de Maire	
Cronología	150 d.C.	Periodo	Altoimperio		
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum				
Origen geográfico del cargamento	Bético				
Espacio de navegación	Marítimo				
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	35	Manga	Marítimo	Altura
Tonelaje de porte	Índice de fiabilidad			3.-Dudoso	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Más alta que ancha	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	SI	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Rectangular
Líneas del casco en la manga máxima	Planas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Inexistente				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	SI	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	No					
Tracas anchura med	Anchura max	23	Anchura min	18	Grosor media	5	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Desconocida							
Especies vegetales tracas 2	Desconocida							
Especies vegetales tracas 3	Desconocida							
Ensambladuras	Desconocido	Forma espigas	Desconocido					

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	SI	Regular	Malla media		
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Muy abierta		
Semicudernas descentradas	Desconocido			Cudernas activas	Des
Pernos unión varengas quilla	SI	Clavos unión tracas aparadura varengas			
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera verticales				
Método secundario de unión	Desconocido				
Imbornales varengas	Central rectangular redondeado	Imbornales laterales	Desconocido		
Especie vegetal cudernas 1	Desconocida				
Especie vegetal cudernas 2	Desconocida				
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida				

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	SI	Función sobrequilla	SI	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Sin moneda		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada en sobrequillas laterales				
Forma carlinga	Rectangular con encajes para sobrequillas				
Encajes cudernas para carlinga	Sobrequillas paralelas				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	Desconocido
--	-------------

DATOS GENERALES

47	Epígrafe	12.4	Nombre del yacimiento	Bourse
Cronología	199-220 d.C.	Periodo	Altoimperio	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Sin carga			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Altura		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	23	Manga	9
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	1.-Excelente	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Más alta que ancha	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	SI	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Rectangular
Líneas del casco en la manga máxima	Planas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Indeterminado				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	SI	Clavos union quilla aparadura	SI		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	SI						
Tracas anchura med		Anchura max	23	Anchura min	18	Grosor media	6	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Desconocida								
Especies vegetales tracas 2	Desconocida								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	SI	Regular	Malla media	25
Sucesión varengas bajo carlinga	No	Malla respecto altura y anchura	Abierta	
Semicudernas descentradas	Algunas	Cudernas activas	SI	
Pernos unión varengas quilla	SI	Clavos unión tracas aparadura varengas		
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera verticales			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Central circular/semiesférico	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Larix decidua (Alerce europeo)			
Especie vegetal cudernas 2	Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)			
Especie vegetal cudernas 3				

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	SI	Función sobrequilla	SI	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada en sobrequillas laterales				
Forma carlinga	Desconocido				
Encajes cudernas para carlinga	Sobrequillas paralelas				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	Desconocido
--	-------------

DATOS GENERALES

48	Epígrafe	12.5	Nombre del yacimiento	Musée des Docks
Cronología	II-III d.C.	Periodo	Bajoimperial	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Sin carga			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Desconocido		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	Manga		
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	2.-Básico	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Más alta que ancha	Alefriz zona central casco	SI		
Alefriz en bisel simple	SI	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Rectangular
Líneas del casco en la manga máxima	Planas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Inexistente				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	SI	Clavos union quilla aparadura	SI		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	No						
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min		Grosor media		Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Pinus halepensis (Pino carrasco o de Alepo)								
Especies vegetales tracas 2	Desconocida								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Desconocido	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	SI	Regular	Malla media	
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Desconocido	
Semicudernas descentradas	Desconocido	Cudernas activas	SI	
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	SI	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera verticales			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Desconocido	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 2	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Desconoc	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Desconocido				
Forma carlinga	Desconocido				
Encajes cudernas para carlinga	Rectangulares				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	Desconocido
--	-------------

DATOS GENERALES

49	Epígrafe	12.6	Nombre del yacimiento	Napoli B
Cronología	II-III d.C.	Periodo	Bajoimperial	
Zona geográfica de hundimiento	6.-Mare Tyrrhenum uel inferum			
Origen geográfico del cargamento	Sin carga			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Desconocido		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	Manga		
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	1.-Excelente	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Cuadrangular	Alefriz zona central casco	NO		
Alefriz en bisel simple	NO	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Rectangular
Líneas del casco en la manga máxima	Redondeadas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Inexistente				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	No	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	No						
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min		Grosor media	2.5	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Desconocida								
Especies vegetales tracas 2	Desconocida								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Desconocido	Forma espigas	Rectangulares cortas						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	No	Desconocido	Malla media	18.3
Sucesión varengas bajo carlinga	No	Malla respecto altura y anchura	Desconocido	
Semicudernas descentradas	Algunas	Cudernas activas	Des	
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera y clavos a punta perdida			
Método secundario de unión	Cabillas de madera y clavos a punta visible			
Imbornales varengas	Central rectangular redondeado	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 2	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Si	Función sobrequilla	Si	Cajón base del mástil	En el arranque (hacia
Situación mástil respecto eslora		Moneda votiva	Sin moneda		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada sobre la carpintería				
Forma carlinga	Rectangular				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	Desconocido
--	-------------

DATOS GENERALES

50 Epígrafe 12.7 Nombre del yacimiento

Cronología Periodo

Zona geográfica de hundimiento

Origen geográfico del cargamento

Espacio de navegación

Marítimo

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora Manga

Tonelaje de porte Índice de fiabilidad

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada Especie vegetal Zapata

Forma en sección transversal Alefriz zona central casco

Alefriz en bisel simple Alefriz con encaje Aparadura

Líneas del casco en la manga máxima

Fondo pinzado à retour de galbord

Especie vegetal traca aparadura

Pernos refuerzo rayos de Júpiter Clavos union quilla aparadura

ESTRUCTURA CASCO

Casco Protección del casco con resina

Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media Forro de plomo

Especies vegetales tracas 1

Especies vegetales tracas 2

Especies vegetales tracas 3

Ensambladuras Forma espigas

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas Malla media

Sucesión varengas bajo carlinga Malla respecto altura y anchura

Semicudernas descentradas Cudernas activas

Pernos unión varengas quilla Clavos unión tracas aparadura varengas

Unión de las cudernas al casco

Método secundario de unión

Imbornales varengas Imbornales laterales

Especie vegetal cudernas 1

Especie vegetal cudernas 2

Especie vegetal cudernas 3

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Función sobrequilla Cajón base del mástil

Situación mástil respecto eslora Moneda votiva

Unión carlinga carpintería transversal

Forma carlinga

Encajes cudernas para carlinga

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis*

DATOS GENERALES

51	Epígrafe	12.8	Nombre del yacimiento	Pomègues
Cronología	250 d.C.	Periodo	Bajoimperial	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Heterogéneo			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Desconocido		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	Manga		
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	2.-Básico	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	No doc	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	Des
Forma en sección transversal	Desconocida	Alefriz zona central casco	Des		
Alefriz en bisel simple	Des	Alefriz con encaje	Des	Aparadura	Desconocida
Líneas del casco en la manga máxima	Desconocido				
Fondo pinzado à retour de galbord	Desconocido				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Desconocido						
Tracas anchura med		Anchura max	22	Anchura min	20	Grosor media	3.5	Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Desconocida								
Especies vegetales tracas 2	Desconocida								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Rectangulares cortas						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Si	Regular	Malla media	13,5
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Cerrada	
Semicudernas descentradas	Desconocido	Cudernas activas	No	
Pernos unión varengas quilla	No	Clavos unión tracas aparadura varengas	No	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera y clavos a punta perdida			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Desconocido	Imbornales laterales	Semicirculares	
Especie vegetal cudernas 1	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 2	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	No Doc	Función sobrequilla	Descono	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Desconocido				
Forma carlinga	Desconocido				
Encajes cudernas para carlinga	Desconocido				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	Desconocido
--	-------------

DATOS GENERALES

52 Epígrafe 13.1 Nombre del yacimiento

Cronología Periodo

Zona geográfica de hundimiento

Origen geográfico del cargamento

Espacio de navegación

Marítimo

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora Manga

Tonelaje de porte Índice de fiabilidad

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada Especie vegetal Zapata

Forma en sección transversal Alefriz zona central casco

Alefriz en bisel simple Alefriz con encaje Aparadura

Líneas del casco en la manga máxima

Fondo pinzado à retour de galbord

Especie vegetal traca aparadura

Pernos refuerzo rayos de Júpiter Clavos union quilla aparadura

ESTRUCTURA CASCO

Casco Protección del casco con resina

Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media Forro de plomo

Especies vegetales tracas 1

Especies vegetales tracas 2

Especies vegetales tracas 3

Ensambladuras Forma espigas

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas Malla media

Sucesión varengas bajo carlinga Malla respecto altura y anchura

Semicudernas descentradas Cuadernas activas

Pernos unión varengas quilla Clavos unión tracas aparadura varengas

Unión de las cuadernas al casco

Método secundario de unión

Imbornales varengas Imbornales laterales

Especie vegetal cuadernas 1

Especie vegetal cuadernas 2

Especie vegetal cuadernas 3

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Función sobrequilla Cajón base del mástil

Situación mástil respecto eslora Moneda votiva

Unión carlinga carpintería transversal

Forma carlinga

Encajes cuadernas para carlinga

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis*

DATOS GENERALES

53 Epígrafe 13.2 Nombre del yacimiento

Cronología Periodo

Zona geográfica de hundimiento

Origen geográfico del cargamento

Espacio de navegación

Marítimo

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora Manga

Tonelaje de porte Índice de fiabilidad

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada Especie vegetal Zapata

Forma en sección transversal Alefriz zona central casco

Alefriz en bisel simple Alefriz con encaje Aparadura

Líneas del casco en la manga máxima

Fondo pinzado à retour de galbord

Especie vegetal traca aparadura

Pernos refuerzo rayos de Júpiter Clavos union quilla aparadura

ESTRUCTURA CASCO

Casco Protección del casco con resina

Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media Forro de plomo

Especies vegetales tracas 1

Especies vegetales tracas 2

Especies vegetales tracas 3

Ensambladuras Forma espigas

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas Regular Malla media

Sucesión varengas bajo carlinga Malla respecto altura y anchura

Semicudernas descentradas Cuadernas activas

Pernos unión varengas quilla Clavos unión tracas aparadura varengas

Unión de las cuadernas al casco

Método secundario de unión

Imbornales varengas Imbornales laterales

Especie vegetal cuadernas 1

Especie vegetal cuadernas 2

Especie vegetal cuadernas 3

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga Función sobrequilla Cajón base del mástil

Situación mástil respecto eslora Moneda votiva

Unión carlinga carpintería transversal

Forma carlinga

Encajes cuadernas para carlinga

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis*

DATOS GENERALES

54	Epígrafe	13.3	Nombre del yacimiento	Laurons III
Cronología	Fin s. III inicios	Periodo	Bajoimperial	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Sin carga			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Cabotaje		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	Manga		
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	2.-Básico	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Desconocida	Alefriz zona central casco	Des		
Alefriz en bisel simple	Des	Alefriz con encaje	Des	Aparadura	Trapezoidal
Líneas del casco en la manga máxima	Desconocido				
Fondo pinzado à retour de galbord	Inexistente				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	No Doc	Clavos union quilla aparadura	No Doc		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Si						
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min		Grosor media		Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Desconocida								
Especies vegetales tracas 2	Desconocida								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Si	Regular	Malla media	
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura		
Semicudernas descentradas	Desconocido	Cudernas activas	No	
Pernos unión varengas quilla	Si	Clavos unión tracas aparadura varengas	No	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera verticales			
Método secundario de unión	No conocido otro método			
Imbornales varengas	Dobles centrales semicirculares	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 2	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Si	Función sobrequilla	Si	Cajón base del mástil	En el centro
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Sin moneda		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada en sobrequillas laterales				
Forma carlinga	Rectangular con encajes para sobrequillas				
Encajes cudernas para carlinga	Sobrequillas paralelas				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	Desconocido
--	-------------

DATOS GENERALES

55	Epígrafe	13.4	Nombre del yacimiento	Laurons IV
Cronología	Fin s. III inicios	Periodo	Bajoimperial	
Zona geográfica de hundimiento	3.-Mare Gallicum			
Origen geográfico del cargamento	Sin carga			
Espacio de navegación	Marítimo			
	Marítimo	Desconocido		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora	Manga		
Tonelaje de porte		Índice de fiabilidad	3.-Dudoso	

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Desconocida	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Cuadrangular	Alefriz zona central casco	Des		
Alefriz en bisel simple	Des	Alefriz con encaje	Des	Aparadura	Desconocida
Líneas del casco en la manga máxima	Desconocido				
Fondo pinzado à retour de galbord	Desconocido				
Especie vegetal traca aparadura	Desconocida				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Desconocido	Clavos union quilla aparadura	Descon		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Si						
Tracas anchura med		Anchura max		Anchura min		Grosor media		Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Desconocida								
Especies vegetales tracas 2	Desconocida								
Especies vegetales tracas 3	Desconocida								
Ensambladuras	Desconocido	Forma espigas	Desconocido						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Desc	Desconocido	Malla media	
Sucesión varengas bajo carlinga	Des	Malla respecto altura y anchura	Desconocido	
Semicudernas descentradas	Desconocido	Cudernas activas	Des	
Pernos unión varengas quilla	Desco	Clavos unión tracas aparadura varengas	Des	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera y clavos a punta perdida			
Método secundario de unión	Desconocido			
Imbornales varengas	Desconocido	Imbornales laterales	Desconocido	
Especie vegetal cudernas 1	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 2	Desconocida			
Especie vegetal cudernas 3	Desconocida			

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Si	Función sobrequilla	Si	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Desconocida	Moneda votiva	Desconocido		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada en sobrequillas laterales				
Forma carlinga	Rectangular con encajes para sobrequillas				
Encajes cudernas para carlinga	Sobrequillas paralelas				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	Desconocido
--	-------------

DATOS GENERALES

56	Epígrafe	13.5	Nombre del yacimiento	Fiumicino 1
Cronología	s. IV -V d.C.	Periodo	Bajoimperial	
Zona geográfica de hundimiento	6.-Mare Tyrrhenum uel inferum			
Origen geográfico del cargamento	Sin carga			
Espacio de navegación	Mixto			
	Marítimo	Cabotaje		
Dimensiones estimadas de la nave (m)	Eslora		Manga	
Tonelaje de porte	49.7	Índice de fiabilidad		1.-Excelente

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada	SI	Especie vegetal	Quercus sp. (Roble)	Zapata	NO
Forma en sección transversal	Más alta que ancha	Alefriz zona central casco	NO		
Alefriz en bisel simple	NO	Alefriz con encaje	NO	Aparadura	Rectangular
Líneas del casco en la manga máxima	Planas				
Fondo pinzado à retour de galbord	Inexistente				
Especie vegetal traca aparadura	Cupressus sempervirens L (Ciprés)				
Pernos refuerzo rayos de Júpiter	Si	Clavos union quilla aparadura	Si		

ESTRUCTURA CASCO

Casco	Sencillo	Protección del casco con resina	Desconocido						
Tracas anchura med		Anchura max	40	Anchura min	29	Grosor media		Forro de plomo	No
Especies vegetales tracas 1	Pinus pinea (Pino piñonero)								
Especies vegetales tracas 2	Cupressus sempervirens L (Ciprés)								
Especies vegetales tracas 3	Quercus sp. (Roble)								
Ensambladuras	Bisel	Forma espigas	Rectangulares alargadas						

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas	Si	Regular	Malla media	19,5
Sucesión varengas bajo carlinga	No	Malla respecto altura y anchura	Cerrada	
Semicudernas descentradas	Algunas	Cudernas activas	No	
Pernos unión varengas quilla	Si	Clavos unión tracas aparadura varengas	No	
Unión de las cudernas al casco	Cabillas de madera que hacen de taco a clavos a punta visible			
Método secundario de unión	Cabillas de madera que hacen de taco a clavo a punta retorcida			
Imbornales varengas	Central rectangular	Imbornales laterales	Rectangulares	
Especie vegetal cudernas 1	Quercus sp. (Roble)			
Especie vegetal cudernas 2	Quercus ilex (Encina)			
Especie vegetal cudernas 3				

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga	Si	Función sobrequilla	Si	Cajón base del mástil	Desconocido
Situación mástil respecto eslora	Avanzado a	Moneda votiva	Sin moneda		
Unión carlinga carpintería transversal	Encastrada sobre la carpintería				
Forma carlinga	Rectangular con encajes para varengas y semicudernas				
Encajes cudernas para carlinga	Rectangulares				

Presencia pino bosnio <i>Pinus leucodermis</i>	No
--	----

DATOS GENERALES

57 Epígrafe 13.6 Nombre del yacimiento **Dramont F**

Cronología Inicio s. V Periodo **Bajoimperial**

Zona geográfica de hundimiento **3.-Mare Gallicum**

Origen geográfico del cargamento **Desconocido**

Espacio de navegación **Marítimo**

Dimensiones estimadas de la nave (m) Eslora Manga Marítimo **Altura**

Tonelaje de porte Índice de fiabilidad **2.-Básico**

CARPINTERÍA LONGITUDINAL

Quilla conservada **SI** Especie vegetal **Desconocida** Zapata **NO**

Forma en sección transversal **Más alta que ancha** Alefriz zona central casco **SI**

Alefriz en bisel simple **SI** Alefriz con encaje **NO** Aparadura **Trapezoidal**

Líneas del casco en la manga máxima **Redondeadas**

Fondo pinzado à retour de galbord **Inexistente**

Especie vegetal traca aparadura **Desconocida**

Pernos refuerzo rayos de Júpiter **SI** Clavos union quilla aparadura **Descon**

ESTRUCTURA CASCO

Casco **Sencillo** Protección del casco con resina **SI**

Tracas anchura med Anchura max Anchura min Grosor media Forro de plomo **No**

Especies vegetales tracas 1 **Desconocida**

Especies vegetales tracas 2 **Desconocida**

Especies vegetales tracas 3 **Desconocida**

Ensambladuras **Desconocido** Forma espigas **Rectangulares cortas**

CARPINTERÍA TRANSVERSAL

Alternancia varengas semicudernas **Desc** Malla media **37**

Sucesión varengas bajo carlinga **Des** Malla respecto altura y anchura **Muy abierta**

Semicudernas descentradas **Desconocido** Cuadernas activas **Des**

Pernos unión varengas quilla **SI** Clavos unión tracas aparadura varengas **Des**

Unión de las cuadernas al casco **Cabillas de madera verticales**

Método secundario de unión **No conocido otro método**

Imbornales varengas **Desconocido** Imbornales laterales **Desconocido**

Especie vegetal cuadernas 1 **Desconocida**

Especie vegetal cuadernas 2 **Desconocida**

Especie vegetal cuadernas 3 **Desconocida**

CARPINTERÍA INTERNA longitudinal

Carlinga **No Doc** Función sobrequilla **Descono** Cajón base del mástil **Desconocido**

Situación mástil respecto eslora **Desconocida** Moneda votiva **Desconocido**

Unión carlinga carpintería transversal **Desconocido**

Forma carlinga **Desconocido**

Encajes cuadernas para carlinga **Desconocido**

Presencia pino bosnio *Pinus leucodermis* **No Doc**