

REVISTA GENERAL DE MARINA

FUNDADA EN 1877

AGOSTO-SEPTIEMBRE 2020



CUERPO DE INGENIEROS
DE LA ARMADA





Nuestra portada: Composición basada en la cartelería oficial conmemorativa del 250 aniversario del Cuerpo de Ingenieros de la Armada.

PRÓLOGO DEL AJEMA	207
RETOS DEL CUERPO DE INGENIEROS DE LA ARMADA EN UN ESCENARIO DE OPORTUNIDADES Manuel Antonio Martínez Ruiz, vicealmirante (ing.)	211
LA ARMADA EN LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: ALGUNAS REFLEXIONES José Manuel Sanjurjo Jul, vicealmirante (ing.) (Retirado), vicepresidente de la Real Academia de Ingeniería de España	225
DE INGENIEROS DE MARINA A INGENIEROS DE LA ARMADA (1770-2020) Antonio González García, contralmirante (ing.); Agustín E. González Morales, capitán de navío (ing.)	251
LOS BOSQUES FLOTANTES. GESTIÓN DE LOS MONTES POR PARTE DE LA ARMADA Antonio González García, contralmirante (ing.)	261
COMIENZOS DE LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA NAVAL. ACADEMIA DE INGENIEROS DE MARINA, 1770-1776 José María Sánchez Carrión, doctor ingeniero naval	273
JOSÉ ROMERO FERNÁNDEZ DE LANDA, LA CONSOLIDACIÓN DEL CUERPO DE INGENIEROS DE MARINA José María de Juan-García Aguado, doctor ingeniero naval	285
EL CAMBIO DE CONSTRUCCIÓN EN LA ARMADA ESPAÑOLA EN EL SIGLO XVIII. DEL SISTEMA INGLÉS AL SISTEMA FRANCÉS Jesús Valle Cabezas, doctor ingeniero naval	299
EL REAL ARSENAL DE LA HABANA Juan Escrigas Rodríguez, capitán de navío (Reserva), doctor en Historia Contemporánea	315
LOS SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN NAVAL Y EL COMBATE DE TRAFALGAR Mariano Juan y Ferragut, capitán de navío (Retirado)	335
EL CUERPO DE INGENIEROS Y LA RECONSTRUCCIÓN DE LA ARMADA DURANTE EL REINADO DE ISABEL II Carlos Alfaro Zaforteza, doctor en Historia Contemporánea	359
EL INGENIERO NAVAL EDUARDO IRIONDO Y SUS IMPRESIONES A BORDO DE LA FRAGATA BLINDADA NUMANCIA Marcelino González Fernández, capitán de navío (Retirado)	373
LA ACADEMIA DE INGENIEROS Y MAQUINISTAS. FERROL, 1915-1932. IMPULSO TÉCNICO Y RENOVACIÓN DEL CUERPO DE INGENIEROS DE LA ARMADA Jaime Antón Viscasillas, teniente de navío (Reservista voluntario)	391
EL INGENIERO DE LA ARMADA LUIS SANTOMÁ I CASAMAYOR, DIRECTOR DE LA COMISIÓN DE LA ARMADA PARA SALVAMENTO DE BUQUES Alejandro Anca Alamillo, marinero reservista voluntario honorífico	411
EL VALOR CULTURAL DE LAS INGENIERÍAS PORTUARIAS Juan Antonio Rodríguez-Villasante Prieto, coronel de Intendencia (Retirado)	425
UNIFORMES CON GALONES SOBRE FONDO AZUL Manuel González de Canales Moyano, capitán de fragata	441
MISIONES ACTUALES DE LOS OFICIALES INGENIEROS DE LA ARMADA SEGÚN SUS ESPECIALIDADES Raúl Villa Caro, capitán de corbeta (ing.), doctor ingeniero naval y oceánico	451

EDITA:



Depósito legal: M. 1.605-1958
NIPO: 083-15-012-8 (edición en papel)
ISSN: 0034-9569 (edición en papel)
NIPO: 083-15-014-9 (edición en línea PDF)
ISSN: 2530-2361 (internet)

Director: Coronel de Infantería de Marina (Reserva) Francisco Javier AYUELA AZCÁRATE
Corrección de estilo: REVISTA GENERAL DE MARINA
Diseño gráfico y maquetación: REVISTA GENERAL DE MARINA
Imprime: Ministerio de Defensa

Dirección y Administración:

Cuartel General de la Armada - Montalbán, 2 - 28071 MADRID
Teléfono: 91 379 51 07. Fax: 91 379 50 28
Correo electrónico: regemar@fn.mde.es

Publicidad:

Editorial MIC
C/ Artesiano, s/n (Pol. Ind. Trobajo del Camino). 24010 León
Tel.: 902 271 902 / Fax: 902 371 902
direccion@editorialmic.com / marketing@editorialmic.com

Precio ejemplar (IVA incluido):

España 1,65 €
Unión Europea 2,10 €
Otras naciones 2,25 €

Suscripción anual (IVA incluido):

España 14,88 €
Unión Europea 19,57 €
Otras naciones 20,16 €

VENTA EN ESTABLECIMIENTOS

NOVELDA (ALICANTE).—Librería Farándula, San José, 9
CÁDIZ.—Librería *Jaime*. Corneta Soto Guerrero, s/n
FERROL.—*Kiosko Librería*. Sol, 65 / *Central Librería Ferrol S. L.*, Dolores, 2
MADRID.—Cuartel General de la Armada. Fundación Museo Naval, Montalbán, 2 / Ministerio de Defensa. Pedro Teixeira, 15, bajo / Almacén del Centro de Publicaciones. Camino de los Ingenieros, 6 / Librería *Moya*. Carretas, 29 / *Diálogo Libros*. Diego de León, 2 / *Librería Náutica Robinson*. Santo Tomé, 6
SANTANDER.—Librería *Estudio*. Avenida de Calvo Sotelo, 21
SEVILLA.—Museo Marítimo *Torre del Oro*. Paseo de Cristóbal Colón, s/n
ZARAGOZA.—Publicaciones *ALMER*. Cesáreo Alierta, 8

VENTA ELECTRÓNICA

publicaciones.venta@oc.mde.es

PRÓLOGO DEL 250 ANIVERSARIO DEL CUERPO DE INGENIEROS DE LA ARMADA

Teodoro E. LÓPEZ CALDERÓN
Almirante jefe de Estado Mayor de la Armada



Un año más la REVISTA GENERAL DE MARINA se encarga de poner el foco en temas de la mayor importancia para la Armada y en su repercusión como institución. Este monográfico del bimestre agosto-septiembre de 2020 se une a la conmemoración del 250 aniversario de la creación del Cuerpo de Ingenieros de la Armada y expone la relevancia que este hito tuvo en la historia de la construcción naval en España, ya que sirvió como impulso a todas las áreas de actividad y conocimiento relacionadas con ella.

La mencionada efeméride se cumplirá el próximo 10 de octubre, fecha de la firma por el rey Carlos III de la Real Orden que creaba el Cuerpo de Ingenieros de Marina y las escuelas donde estos se formarían, de tal forma que se encargasen de fabricar y conservar los «bajeles» de su majestad.

A pesar de las importantes limitaciones a la actividad que está suponiendo la lucha contra la pandemia del COVID-19, la Armada lidera la celebración de esta efeméride, que congrega a todos aquellos cuya actividad está relacionada con la investigación, el diseño y la construcción naval. Para ello, cuenta con la





colaboración fundamental de Navantia, como heredera directa de aquellos astilleros de la Ilustración, y de la Universidad Complutense de Madrid, que aglutina las diferentes ramas de la investigación y el conocimiento que hoy convergen en cualquier proyecto naval, sin duda de complejidad creciente.

En las páginas de esta edición de la REVISTA encontraremos, a través de dieciséis artículos, diferentes aspectos de estos doscientos cincuenta años de historia de la ingeniería naval, con su amplio es-

pectro de matices, que van desde los sistemas de construcción naval aplicados en la Real Armada para la construcción de sus buques, con sus diferentes escuelas e influencias, hasta el salto que supone esta Cuarta Revolución Industrial en la que estamos inmersos, y todo ello pasando por las vicisitudes propias del Cuerpo, de sus escuelas y arsenales, donde estos ingenieros desempeñaron su crucial labor.

Si volvemos la vista al siglo XVIII, podemos afirmar que aquella Marina lideró, en el ámbito de la construcción naval, la transformación de artesanos carpinteros a ingenieros, de procesos independientes a una actividad industrial reglada, con implicaciones en todos los aspectos que intervenían en la construcción de un barco de esa época, desde la calidad de las maderas —y por tanto de los bosques— hasta la precisión y potencia de la artillería y la forma del casco, pasando por la cordelería, las velas, etc. Estos campos del conocimiento han ido evolucionando en las distintas ramas de la ingeniería que hoy en día participan en el diseño, la construcción y el sostenimiento de un buque: naval, armas navales, telecomunicaciones, aeronáutica, etcétera.

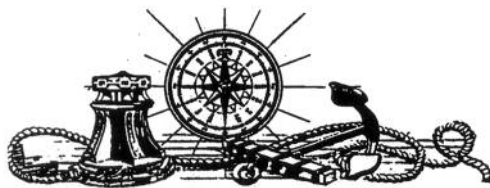
Esta metamorfosis fue uno de los muchos productos de aquella Marina de la Ilustración que, a lo largo del siglo XVIII y bajo el impulso de la dinastía borbónica, fomentó el conocimiento científico en búsqueda de la excelencia. Así lo demandaba nuestro entorno y lo requería la Corona española que, con importantes posesiones en ultramar, necesitaba afianzar el poder naval y defender sus intereses políticos y comerciales frente a las potencias europeas. En este contexto cobraron fuerza figuras como Patiño, el marqués de la Ensenada o Jorge Juan, cruciales en iniciativas que permanecen visibles actual-

mente en nuestros arsenales y astilleros, y en nuestras escuelas, que se hicieron realidad gracias a sus iniciativas y visión de futuro.

Desde entonces hasta ahora, tanto el Cuerpo de Ingenieros como la propia Armada han sufrido los avatares históricos de nuestra nación, llegando a la segunda mitad del siglo xx en una difícil posición que se tornó en oportunidad al ir evolucionando nuestros programas navales desde la importación de unidades, pasando por la construcción de barcos diseñados en otros países, hasta una creciente independencia tecnológica que culminaremos con programas como los del submarino *S-80* y la fragata *F-110*.

Después de estos dos siglos y medio, la Armada, de la mano de la Industria y la Universidad, mantiene esta firme apuesta por la innovación y el desarrollo tecnológico, y con ello pretende seguir proporcionando a nuestra sociedad, en este «siglo azul-siglo marítimo», el motor que suponen los programas navales para alcanzar el objetivo final de que nuestra nación, tan dependiente de la actividad marítima, siga mirando hacia la mar para favorecer su uso legítimo y libre.

Antes de finalizar quiero agradecer el excelente trabajo realizado por los articulistas que han hecho posible la publicación de este monográfico y reconocer la dedicación y el esfuerzo constante de su director para que la REVISTA continúe siendo un referente en la divulgación de la tradición y cultura naval española.





EL buque de acción marítima *Furor* en la grada, mayo de 2017.
(Fotografía facilitada por Raúl Villa Caro).

RETOS DEL CUERPO DE INGENIEROS DE LA ARMADA EN UN ESCENARIO DE OPORTUNIDADES

Manuel Antonio MARTÍNEZ RUIZ



(Ing.)

Orígenes del Cuerpo de Ingenieros de Marina



L 10 de octubre de 1770 el rey Carlos III firmó la Ordenanza de creación del Cuerpo de Ingenieros de Marina, donde en su preámbulo dice:

«Por cuanto conviniendo a mi servicio crear un Cuerpo de Ingenieros de Marina a cuyo cargo se construyan, carenen, recorran, cuiden los bajel-les, se fabriquen edificios y practiquen las demás operaciones correspondientes a este cuerpo facultativo y militar en mis puertos, arsenales, montes, a bordo de mis navíos y escuadras de guerra... y siendo de la mayor importancia se componga de sujetos hábiles en la teórica y práctica de esta profesión, he resuelto su establecimiento y el de una academia para instrucción de subalternos

de dicho Cuerpo y su régimen así militar como facultativo y económico y quiero que uno y otro se gobierne por esta ordenanza.»

De un análisis literal de la mencionada Ordenanza se derivan ideas que bien podrían ser aplicables a la problemática de nuestro tiempo.

- Se crea un Cuerpo que tiene dos características: es facultativo y es militar.
- Se indica la necesidad de construir en base a métodos científicos.
- Asigna al Cuerpo Ingenieros de Marina competencias en el ciclo de vida completo de los buques.

- Se reconoce la necesidad de disponer de infraestructuras para apoyo a la construcción y ciclo de vida.
- Se pone énfasis en el carácter multidisciplinar del Cuerpo al requerir «sujetos hábiles» en la teoría y práctica de la profesión, e incorpora aspectos como la gestión de montes, maderas, arsenales, etcétera.
- Se incluye la formación de personal a través de una academia para la instrucción de cadetes, con un régimen militar, técnico-facultativo y económico, es decir, similar a una de nuestras modernas escuelas.

Como se puede apreciar del texto literal, la creación del Cuerpo de Ingenieros de Marina se organiza desde una perspectiva global, e incluso se podría decir que en dicha Ordenanza está reflejado el embrión de los que ahora llamaríamos factores MIRADO (1).

Desde entonces hasta nuestros días, la ingeniería de la Armada ha pasado por diversos avatares, que se exponen en este número monográfico de la REVISTA GENERAL DE MARINA.

Básicamente, la idea inicial de este gran rey era crear un cuerpo facultativo y multidisciplinar de personal experto que hiciera frente a la creciente tecnificación de las unidades de la Armada en el siglo de la Ilustración y obtener ventaja operativa, aplicando para ello el método matemático y los esquemas de construcción naval más modernos de la época.

La creación del Cuerpo se puede considerar un hito histórico para la Armada, al igual que la del Real Cuerpo de Artillería de Marina, que es origen de los ingenieros de armas navales y era la rama de la técnica que complementaba la construcción naval.

Personajes históricos

La nómina de personajes ilustres del Cuerpo de Ingenieros de la Armada, fundado como Cuerpo de Ingenieros de Marina, es muy extensa y no se circunscribe a las fechas de creación del mismo. Personajes como Gaztañeta y Autrán —aun siendo excelentes constructores, con gran experiencia y habilidad como carpinteros— no tenían la base científica necesaria como para considerarlos precursores del Cuerpo de Ingenieros de la Armada. En este sentido, se pueden asemejar a los constructores de catedrales de la Edad Media que, sin tener los conocimientos de cálculo de estructuras ni de resistencia de materiales, eran capaces de levantar los más imponentes edificios de la cristiandad.

(1) MIRADO: Material, Infraestructura, Recursos, Adiestramiento, Doctrina y Organización.

Jorge Juan fue uno de los personajes fundamentales, ya que contribuyó a la creación de una Marina científica, pero en ningún caso se puede pensar que apostara por la creación de un cuerpo patentado que unificara el conocimiento empírico de la época con los principios científicos de la construcción naval, como la mecánica de fluidos, el cálculo infinitesimal, la geometría, etcétera.

No obstante, a él se debe el *Examen Marítimo*, primer compendio de principios físico-matemáticos que puede considerarse el precursor de lo que después sería la denominada ingeniería naval.

Se puede decir que el creador del Cuerpo fue Francisco Gautier, que fue su primer ingeniero general, y del que con seguridad se tratará extensamente en otros artículos y publicaciones asociadas a este aniversario.

Ilustres «jefes del Cuerpo» fueron Romero Fernández de Landa, responsable de su refundación y autor del *Reglamento de maderas*, y Martín de Retamosa. Otros nombres como Tomás Muñoz y Calvera, Fernando Casado de Torres e Irala, Joaquín Maximiliano de la Croix y Vidal, Juan José Ruiz de Apodaca y Eliza—primer conde de Venadito—, fueron los grandes precursores de la ingeniería de la Armada.

Muchos otros han sido los personajes ilustres del Cuerpo de Ingenieros de Marina que estuvieron no solamente relacionados con la construcción naval, sino que además participaron en proyectos de diversa índole debido a su especial formación y capacidad de liderazgo.

Como se muestra en el presente número monográfico, el Cuerpo de Ingenieros de la Armada ha tenido una historia algo convulsa, lo que no es más que el reflejo de la historia de la Armada y en definitiva de la Historia de España durante los siglos XVIII al XXI.

Pero siempre que la Armada lo ha necesitado, su Cuerpo de Ingenieros ha estado a la altura de las circunstancias, aportando lo mejor de su capital, que no es más que el personal que en cada momento histórico ha sido miembro orgulloso del mismo.

Situación actual

El actual Cuerpo de Ingenieros de la Armada (CIA) se constituye como tal en el año 1967 (2), cuando se consigue la unificación de los Cuerpos de Ingenieros Navales de la Armada e Ingenieros de Armas Navales y los ingenieros de electricidad de la Armada de los Cuerpos General y de Máquinas.

Desde entonces el CIA ha participado en todos los grandes programas navales de la Armada adoptando un rol fundamental en las distintas responsabilidades asignadas y siendo el interlocutor único con la industria en gene-

(2) Ley 61/1967 de 22 de julio.



Figura 1.

ral y con el astillero en particular. Bajo el liderazgo y supervisión del CIA se han desarrollado importantes programas de construcción (figura 1), en los que es necesario poner énfasis en los aspectos clave:

- Desde los años 70, el modelo de obtención de capacidades ha permitido una progresiva «nacionalización» de los buques, al pasar de una construcción basada en diseños extranjeros y construcción nacional a un modelo donde la autoridad de diseño y la producción son totalmente nacionales.
- Este modelo ha consolidado una industria sólida que ha ido fortaleciéndose con el tiempo, asumiendo en cada paso una mayor responsabilidad en aspectos de diseño y en la asunción de tecnologías críticas.
- La industria se ha especializado, y por lo tanto conviven los grandes astilleros con las empresas especializadas en sensores y sistemas y con otra pléyade de pequeñas y medianas compañías punteras en tecnología.
- A todo ello se suma la creación de empresas de ingeniería específicas en el ámbito naval, que son la base de la ingeniería de los nuevos programas.
- Asimismo también se ha consolidado una muy importante industria auxiliar que gira alrededor de los grandes proyectos de construcción, y que gracias a ellos ha sido capaz de posicionarse en el mercado internacional con gran éxito.

La trayectoria industrial de los programas navales descrita anteriormente ha tenido siempre a la ingeniería de la Armada como una institución dedicada al servicio a España, con vocación de excelencia y con ánimo para aportar lo mejor en un escenario de transformación tecnológica continua.

Históricamente, el CIA ha ido adaptándose a las necesidades de la Armada, de forma que en 1997 las tres ramas del Cuerpo se transforman en especialidades fundamentales, y en 2003 se concentran en una sola (3). Debe entenderse que en un buque conviven múltiples especialidades: las meramente de arquitectura naval con la necesidad de acomodar planta propulsora, sistemas integrados, comunicaciones y los requisitos de largas permanencias en la mar.

El Plan Bolonia impuso unas nuevas condiciones para el ingreso en el CIA, debido a la necesidad de organizar un cuerpo con necesidades muy variadas y perfiles muy diversos: escala EOF (Escala Oficiales) mediante la acreditación de un máster y escala ETO (Escala Técnica Oficiales) con un nivel de grado; en ambos casos, en las especialidades establecidas por ley.

Fruto de los diferentes perfiles de acceso del personal, en 2019 se establecieron las especialidades complementarias siguientes:

— EOF

- Ingeniería Naval (IN).
- Ingeniería de Armas Navales (IAN).
- Ingeniería de Electricidad, Electrónica y Telecomunicación (IE).
- Ingeniería de Infraestructuras (IIN).

— ETO

- Ingeniería Técnica Naval (ITN).
- Ingeniería Técnica de Armas Navales (ITAN).
- Ingeniería Técnica de Electricidad, Electrónica y Telecomunicación (ITE).
- Ingeniería Técnica de Infraestructuras (ITI).

Por ello actualmente los ingenieros de la Armada se nutren de todas las áreas de conocimiento relacionadas con las necesidades de una Armada moderna y tecnificada, con visión de futuro y teniendo en cuenta los nuevos requisitos de sostenibilidad y medio ambiente.

Hay que mencionar que si bien en 1967 se indicaba que el recién creado Cuerpo de Ingenieros de la Armada estaría constituido por 109 miembros solo

(3) Real Decreto 207/2003 de 21 de febrero.

entre los empleos de vicealmirante y capitán de corbeta, actualmente (4) lo conforman 295 oficiales de las cuatro escalas: EOF y ETO y las correspondientes de complemento.

La distribución por especialidades actualmente es la siguiente (5):

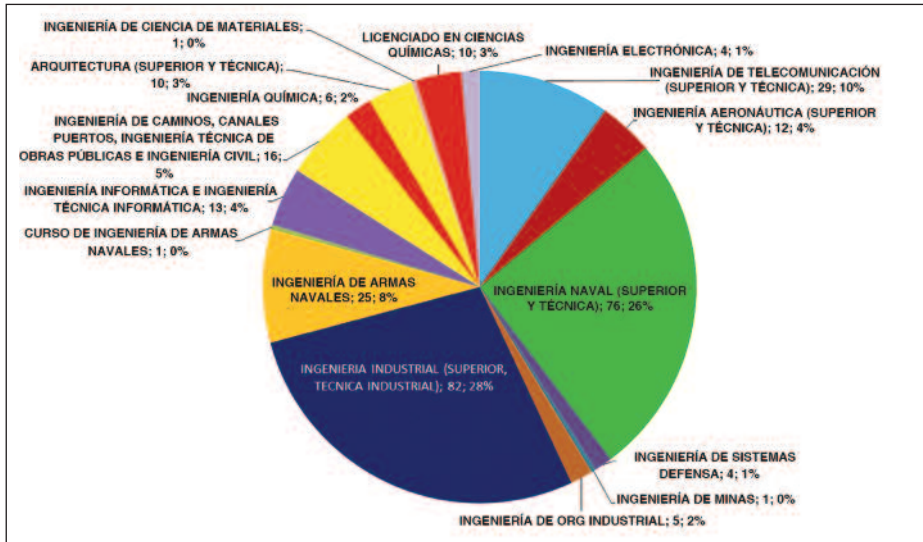


Figura 2. (Elaboración propia).

Se aprecia que hay cierto desequilibrio entre especialidades, así como una notable dispersión de las áreas de conocimiento, que es necesario corregir con el objeto de que el perfil general de especialización del CIA se adapte a las medidas impuestas por los nuevos escenarios de obtención y sostenimiento.

Concretamente, la titulación de Ingeniería Naval debería incrementarse porcentualmente para que constituya en torno a 1/3 del número total de efectivos del Cuerpo debido a su carácter específico. Recientemente hay aspectos tales como vehículos no tripulados submarinos y de superficie y todo lo relacionado con la acústica submarina que amplían la base de conocimiento de la titulación.

La ingeniería de telecomunicación es muy afín a aspectos relacionados con la de sistemas, al igual que gran parte de las otras titulaciones, y con la transformación digital, y tiene una diversidad de aplicaciones que la hacen muy atractiva para el Cuerpo de Ingenieros de la Armada. Anteriormente esta espe-

(4) Fuente: SIPERDEF, diciembre 2019.

(5) Datos consolidados de 2019.

cialidad se cubría con los ingenieros electrónicos formados en la ETEA (6), y atendía a todo lo relacionados con la alimentación de sistemas y con las características de los sensores a bordo. Actualmente es más amplia y abarca aspectos de la ingeniería de *software*, sistemas de comunicaciones y tecnologías críticas de sensores, sistemas de combate, tecnologías 4.0 y ciberseguridad. Por ello es necesario aumentar algo su peso.

Una de las titulaciones que es necesario reforzar con vistas a la cada vez más demandada necesidad de expertos en sistemas de armas e ingenieros de sistemas navales es la Ingeniería de Armas Navales. Sistemas nuevos basados en energía dirigida, sistemas láser y nuevas generaciones de misiles supersónicos e hipersónicos requieren formar personal realmente experto en esta área de conocimiento. Actualmente es un 8 por 100 del total de personal del Cuerpo, por lo que es necesario un plan a medio plazo para incrementar los egresados de la ETSIAN (7) y reformar la titulación para abordar un nuevo corpus de conocimiento.

Los requisitos de certificación de sistemas aéreos, así como la incorporación de nuevos sistemas tripulados y no tripulados hacen que la especialidad de Ingeniería Aeronáutica deba ligeramente tener un mayor número de efectivos en el Cuerpo de Ingenieros con objeto de satisfacer las necesidades del grupo de sostenimiento y las específicas de la ingeniería de adquisición y de ciclo de vida.

Los nuevos requisitos de los sistemas de propulsión independiente de la atmósfera (AIP), incluyendo la tecnología de pilas de combustible, nueva generación de baterías y nuevos materiales, reclaman que una de las especialidades que hay que potenciar en el Cuerpo de Ingenieros es la Ingeniería Química.

Los requerimientos de personal experto en infraestructura se atienden básicamente con las titulaciones de Arquitectura, Ingeniería de Caminos e Industriales. Las dos primeras actualmente acaparan el 8 por 100 de la plantilla, siendo necesario que aumente este porcentaje ligeramente para abordar los procesos de obtención de las necesidades de infraestructura vinculadas con el Planeamiento Militar y con otros objetivos del Departamento, así como también las actuaciones de Medioambiente y Eficiencia Energética.

Retos y escenarios para el Cuerpo de Ingenieros de la Armada

Se puede decir que el mundo actual está gobernado por la tecnología. Los dispositivos móviles son cada vez más potentes y asequibles. La industria se está digitalizando en aras de una mayor eficiencia y las organizaciones

(6) ETEA: Antigua Escuela de Transmisiones y Electricidad de la Armada.

(7) ETSIAN: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Armas Navales.

se transforman para hacer frente a una sociedad más compleja, donde la sostenibilidad ambiental es una necesidad y, por lo tanto, un requisito para los nuevos sistemas de armas.

Por otra parte, los escenarios de operación de las fuerzas navales son impredecibles y las amenazas a las que tienen que hacer frente, cambiantes y difusas. Asimismo, la situación geoestratégica y la globalización hacen que la seguridad de las rutas marítimas sea fundamental, ya que la mayor parte de los suministros que llegan a España lo hacen por mar, y quien tiene el control del mar tiene el control de la logística de un país o una región y, por lo tanto, el control de su PIB.

Los programas son cada vez más complejos y requieren un conocimiento multidisciplinar, que incluye gestión de riesgos, seguimiento financiero del programa, conocimiento de herramientas de gestión de proyectos e integración con las plataformas digitales de la industria.

A todo ello se une la reciente centralización de los Programas en un único Órgano Directivo, con ciertas ventajas a la hora de coordinar mejor la interlocución con la industria pero con la desventaja de dispersar el conocimiento intrínseco de la ingeniería de la Armada, lo que podría hacer que personal externo al CIA asumiera funciones hasta ahora reservadas a los ingenieros de la Armada.

Por ello, se puede decir que los escenarios de trabajo en los que deben integrarse los ingenieros de la Armada se caracterizan por lo siguiente:

- Una tecnología desbocada, que obliga a un gran esfuerzo de prospección para apostar por tecnologías posibilitadoras que sean realistas para la industria nacional y que den lugar al desarrollo de sistemas operativos y sostenibles. Esto se deberá plasmar en la lista de tecnologías críticas del Ministerio de Defensa con sus correspondientes planes directores.
- Una cada vez más amplia digitalización que afecta a la industria y a las organizaciones, entre ellas los órganos directivos de la SEDEF y la Armada. Esta digitalización tiene como consecuencia un nuevo paradigma de desarrollo del producto, así como de su supervisión, que deben hacer las oficinas de programa y la Armada a través de sus organismos específicos. Ello requiere una explotación eficiente del gemelo digital de los nuevos buques y sistemas.
- Entorno de trabajo orientado a objetivos e integrado con la industria.
- Un escenario que obliga al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible y que debe ser tenido en cuenta en el proceso de obtención y, muy especialmente, en la elaboración de requisitos.
- Profundo conocimiento de los sistemas y de su uso a bordo.
- Ambiente de amenazas a medio/largo plazo, que cada vez se acorta más y se vuelve más impredecible.

- Un marco económico restrictivo en un momento en el que las futuras unidades de la Armada serán altamente sofisticadas y con un coste de sostenimiento extremadamente elevado.
- Transversalidad de tecnologías, que hacen que los tradicionales dominios de conocimiento se queden obsoletos y requieran una formación continua del personal del Cuerpo de Ingenieros.
- Superespecialización en el primer tercio de carrera, que debe dar lugar a una visión más sistémica conforme se avanza en la misma hasta llegar a puestos de jefaturas de sección o de programas que requieran del individuo un papel de impulso y liderazgo de organizaciones.
- Entorno industrial con vocación europea y una progresiva separación de adquisiciones de tipo FMS (8).

Los ingenieros de la Armada del siglo XXI

A lo largo de 250 años la ingeniería de la Armada ha sabido adaptarse a la situación particular de cada época histórica. Actualmente se puede decir que estamos en un momento de transformación profunda que no debe ser ajena a los ingenieros de la Armada. La ingeniería en general es el motor de la transformación de la sociedad y el futuro del CIA está en su capacidad de adaptación como organización a estos nuevos tiempos con nuevas formas de trabajar y pensar. Por ello, la ingeniería de la Armada del futuro (que es donde ya estamos) debe ser capaz de:

- Dotar de personal experto a los organismos con responsabilidades en investigación, desarrollo, innovación y prospección tecnológica, especialmente en áreas relacionadas con inteligencia artificial, nuevas tecnologías, nuevos materiales, tecnologías sostenibles y ciberseguridad.
- Proporcionar personal experto a los organismos con responsabilidades de obtención de armamento, material e infraestructura, especialmente en lo relativo a ingeniería de sistemas y organización industrial.
- Dotar de personal experto en ingeniería de requisitos y en el uso de herramientas de modelización específicas para apoyar a los estados mayores en la modelización de soluciones que permitan elaborar unos requisitos «cumplibles» en coste y funcionalidad, para lo cual es necesario un conocimiento profundo de los modelos aplicados en la industria.

(8) Foreign Military Sales: programa del Departamento de Defensa de los Estados Unidos para facilitar la venta de armas, equipamiento de defensa, servicios de defensa y entrenamiento militar a otros países.

- Proporcionar personal experto en ingeniería logística, entendiendo por ello todo lo relacionado con los requisitos de apoyo logístico integrado desde una óptica de ingeniería de sistemas.
- Proporcionar personal habilitado para la jefatura y dirección técnica de programas navales o conjuntos con un conocimiento profundo de ingeniería de sistemas, gestión de riesgos y modelos de organización.
- Proporcionar personal experto en supervisión de ingeniería de desarrollo y producción, especialmente relacionada con los nuevos procesos de obtención.
- Disponer de personal experto que asuma responsabilidades de ingeniería de ciclo de vida de sistemas navales.
- Disponer de personal con conocimiento profundo de las organizaciones y procesos de trabajo desarrollados bajo el paradigma de la digitalización.
- Liderar en procesos de certificación de unidades.
- Dirigir funciones de aseguramiento de la calidad de productos y procesos industriales.
- Gestionar las tareas relacionadas con la obtención de la infraestructura, la protección del medioambiente y la conservación de nuestro patrimonio arquitectónico y monumental, fruto de nuestra historia.

Todo ello en un entorno de trabajo basado en plataformas digitales interoperables con las de la industria, estableciendo nuevos procesos de trabajo más horizontales que faciliten la gestión y control de actividades. Asimismo, es necesario desviar la visión tradicional orientada a unidades, concretamente buques, y reorientarla a «sistemas interconectados» en todos los dominios: marítimo, aéreo, espacial, ciberdefensa, tecnológico, ambiental y sostenible.

Para que esto sea posible es necesario reorientar el Cuerpo de Ingenieros de forma que pueda atender todos los cometidos anteriores en los escenarios mencionados. Por lo tanto, hay que hacer una aproximación cualitativa y cuantitativa del problema.

Aproximación cualitativa

Ya se ha comentado la situación actual del Cuerpo de Ingenieros de la Armada y el camino a seguir para que las titulaciones y especialidades sean más homogéneas, de manera que se permita que el personal pueda progresar en su carrera de una forma ordenada y a la vez se dé satisfacción a la demanda cada vez más creciente de personal técnico en todos los ámbitos de la Armada. Parece necesario, por tanto, racionalizar la actual dispersión de especialidades de ingeniería que existen en el Cuerpo, por lo que se ha establecido un objetivo

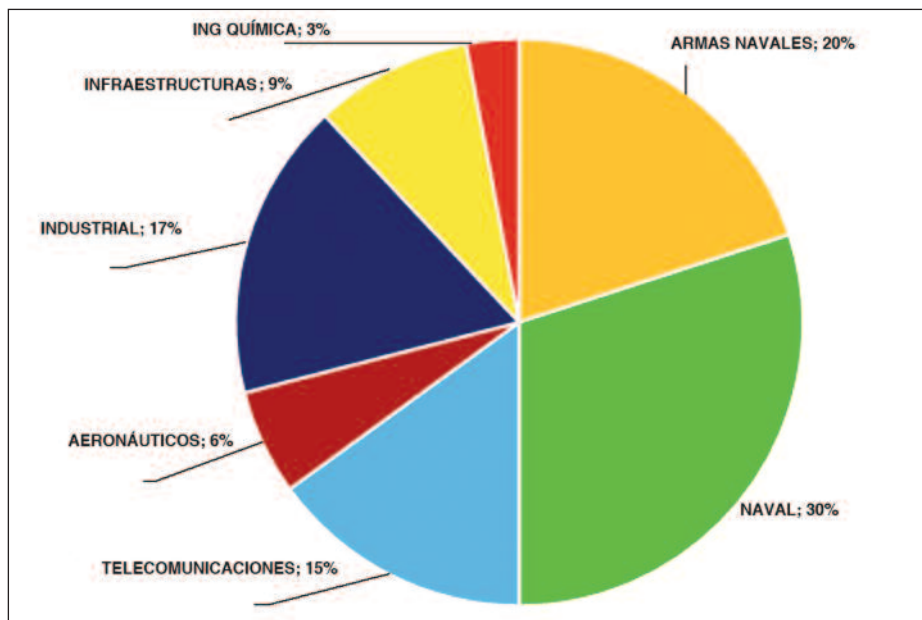


Figura 3. (Elaboración propia).

a medio plazo para homogeneizar las que se consideran más necesarias para abordar los retos presentes y futuros. De esta forma se consigue:

- Reforzar la especialización en Armas y Sistemas Navales de forma que se atienda desde la óptica de la ingeniería de sistemas a la problemática específica del armamento naval como un elemento integrado en el «sistema buque».
- Reforzar la especialización en Ingeniería Naval, incluyendo arquitectura naval, propulsión, integración de sistemas de plataforma, incluyendo técnicas FBW (9), submarinos, etcétera.
- Reforzar la especialización de Ingeniería de Telecomunicaciones, especialmente en el área de sistemas de control, sensores, proceso, comunicaciones y ciberdefensa.
- Ingenieros aeronáuticos preparados para las exigencias presentes y futuras de los sistemas aéreos de la Armada, tanto tripulados como no tripulados, y que puedan atender las necesidades de certificación de aeronaves y submarinos.

(9) *Fly-by-wire* en aeronaves y submarinos.

- Reforzar la especialización en Ingeniería Civil, tanto a nivel de ingenieros industriales como de civiles y arquitectos, dedicados a la infraestructura de la Armada y de los sistemas navales.
- Perfiles definidos de Ingeniería Química para solucionar aspectos relacionados con las pólvoras y explosivos y también con los sistemas de propulsión independientes de la atmósfera, nueva generación de baterías y análisis de requisitos ambientales.

Adicionalmente a lo anterior, es fundamental que el personal del CIA tenga acceso a másteres específicos en gestión y planificación de programas de armamento y material y gestión de calidad, a especialidades de segundo ciclo, especialmente de gestión logística, a cursos monográficos de sistemas de armas, otros que permitan la certificación de ingeniería de sistemas (INCOSE) y de estimación de costes y metodologías de valor ganado.

Es necesario seguir apostando por que el personal del CIA tenga facilidades para la realización de cursos de doctorado y sus correspondientes tesis, tanto en el ámbito de la ETSIAN como en las escuelas de ingeniería que se consideren. En este sentido la valoración de las mismas debería ser equivalente a la de un Curso de Estado Mayor o similar.

Debe seguirse la actual tendencia de que haya oficiales del CIA que hagan el Curso de Estado Mayor, con objeto de integrarse en EE. MM. nacionales e internacionales. La creciente tecnificación de las organizaciones y su impacto en los procesos de toma de decisiones del mando obligan a que el perfil de ingeniero de Estado Mayor siga siendo fundamental.

De esta forma se podría asegurar que cualitativamente el CIA estará preparado para hacer frente a los retos más demandados en una Armada enormemente tecnificada y en un escenario incierto en términos económicos y estratégicos.

Aproximación cuantitativa

Se ha mencionado anteriormente que el CIA está conformado actualmente por unos 295 oficiales de las cuatro escalas. Si bien la dimensión de la plantilla está regulada por ley, una Marina tan tecnificada como la nuestra no puede abarcar todo lo anterior sin una mínima masa crítica. Además, se considera fundamental asegurar que el personal del CIA tenga una adecuada progresión de carrera en todas las escalas y promover un escenario de trabajo que garantice su satisfacción personal.

Las jefaturas de ingeniería de los arsenales se han convertido en el núcleo de la ingeniería de construcción y ciclo de vida, de forma que se potencia la colaboración con las jefaturas y servicios técnicos de mantenimiento.

También se ha creado una estructura en la Dirección de Ingeniería y Construcciones (DIC) (10) que es responsable de la coordinación de los programas de obtención con el resto de la Armada, y en particular con la ingeniería y el apoyo logístico integrado, además de trasladar al EMA aquellas cuestiones relacionadas con los requisitos y la entrada en servicio de las unidades. La ingeniería de la Armada debe seguir proporcionando personal con conocimiento específico a los programas de obtención, a las estructuras de aseguramiento de la calidad y a los proyectos internacionales que lo demanden, así como gestionar los proyectos de infraestructura de la Armada.

Con todo lo anterior, a medio y largo plazo, el dimensionamiento del CIA que permitiría asegurar el cumplimiento de los cometidos descritos anteriormente y que se corresponden con lo exigido por una Armada enormemente tecnificada ascendería a unos 350 oficiales con una proporción equilibrada entre ingeniería, construcción, mantenimiento, sistemas CIS y ciberdefensa, infraestructura y aportación al Órgano Central en Oficinas de Programa y aseguramiento de la calidad.

El análisis se ha realizado teniendo en cuenta los actuales requisitos de personal identificados en base a un análisis por capacidades de los órganos afectados.

Con la previsión de personal que pase a la reserva hasta 2050 y los objetivos de plantilla expuestos, la tasa de reposición en las escalas EOF y ETO es de seis y tres respectivamente y, además, para asegurar la progresión de la carrera es necesario dimensionar adecuadamente las escalas de complemento, de forma que se disponga de una pirámide de personal equilibrada. Además, no se puede crear un escenario de frustración en la ETO, donde la progresión en la carrera es muy complicada y demasiado coyuntural, siendo necesario, por una parte, dimensionar adecuadamente la pirámide de efectivos y por otra estudiar medidas que favorezcan la promoción interna de ETO a EOF sin pérdida de antigüedad. Con todo esto, es necesario establecer un mecanismo de supervisión de la dinámica de progresión de la carrera y demás aspectos orgánicos.

Por ello, los retos tanto a nivel cualitativo como cuantitativo son grandes en un escenario restrictivo de personal y de dotación presupuestaria.

Conclusión

El Cuerpo de Ingenieros de la Armada cumple 250 años de trayectoria, no exenta de las dificultades propias de avatares históricos de los siglos XVIII a XXI. Siempre que la Armada lo ha necesitado, sus ingenieros han estado dispo-

(10) OSCP: Oficina de Seguimiento y Coordinación de Programas.

nibles para impulsar la construcción naval y la infraestructura de la Armada.

Básicamente se puede concluir que la ingeniería de la Armada abarca todo el ciclo de vida de los sistemas navales, desde la ingeniería de requisitos, aplicando modelos matemáticos a la redacción de requisitos verificables, pasando por la ingeniería de diseño y producción, a través del uso conjunto de herramientas digitales interoperables con la industria, hasta la ingeniería de sostenibilidad, relacionada íntimamente con las anteriores ya que las estrategias de mantenimiento y aprovisionamiento se derivan de los criterios de diseño y métodos de producción empleados. Todo ello con la necesidad de disponer de expertos en prospección, investigación y desarrollo e innovación y de expertos en ingeniería logística y apoyo logístico integrado. Todo este corpus de conocimiento, llamado «conocimiento intrínseco», reside en las personas que conforman el Cuerpo de Ingenieros de la Armada, en su experiencia y en su interacción continua con las organizaciones y con la industria en todas las fases del proceso productivo. Por eso, es necesario mantener este gran activo para conseguir el objetivo final de hacer más eficiente el proceso de obtención y sostenimiento de sistemas navales.

Los retos son enormes y el trabajo que queda por hacer es apasionante, tanto para los jóvenes ingenieros como para aquellos que están en la mitad de su recorrido. Los que estamos ahora en puestos directivos al final de nuestras carreras solo podemos decir que hemos intentado hacer bien nuestro trabajo, transmitiendo nuestra experiencia e impulsando nuevas iniciativas, como ya lo pretendieron los Gautier, Landa, Retamosa y otros tantos hasta nuestros días, que con su ilusión y buen hacer consiguieron que los buques de la Armada española fueran los mejores de su tiempo.

Queda mucho por hacer, y solo adaptándose a los nuevos tiempos y siendo eficaces y útiles a la Armada y a España podremos asegurar que dentro de otros 250 años alguno de nuestros ingenieros escriba un artículo celebrando el medio milenio del Cuerpo de Ingenieros de Marina.



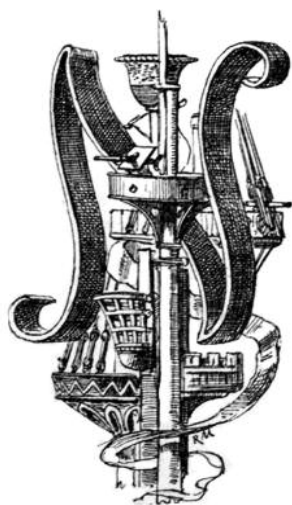
LA ARMADA EN LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL: ALGUNAS REFLEXIONES

José Manuel SANJURJO JUL
Vicepresidente de la Real Academia de Ingeniería de España



(Ing.) (Retirado)

A modo de introducción



OS encontramos en la fase inicial de una profunda y amplia transformación, que generalmente se ha dado en denominar la Cuarta Revolución Industrial (1), una transformación que implicará mucho más que un simple cambio de modelo productivo. Estamos ya inmersos en una revolución científica y tecnológica, cuyos efectos están modificando profundamente todos los aspectos de nuestra sociedad: la manera de trabajar, relacionarnos, comunicarnos, divertirnos; la educación, la movilidad, la sanidad, la fisonomía de nuestras ciudades; la manera en que generamos, distribuimos y almacenamos energía y, por supuesto, nuestra defensa y seguridad. En definitiva, esta revolución tendrá profundas implicaciones económicas, sociales, políticas e incluso, en muchos aspectos, va a poner a prueba nuestra propia concepción de lo que significa ser humano en un mundo que estará crecientemente

dominado por la ciencia y la tecnología.

No es la primera vez en la Historia que se han producido cambios científicos y tecnológicos profundos —desde la revolución agrícola del Neolítico o las que tuvieron lugar durante el Renacimiento, la Ilustración, la Revolución Industrial, la Primera y la Segunda Guerra Mundial o, ya en tiempos más recientes, los originados por la Guerra Fría o la carrera espacial—, pero nunca

(1) La Comisión Europea defendió durante algún tiempo el término Tercera Revolución Industrial, pero finalmente acabó imponiéndose el criterio alemán de denominarlo Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 para referirse al tejido productivo.

como hasta ahora habían tenido el alcance, la profundidad y la extensión que estamos experimentando; ni tampoco nunca antes se habían producido a la velocidad y el ritmo actuales.

Esos cambios inevitablemente afectarán también al carácter de los futuros conflictos, y no me refiero a los estrictamente operativos, sino a transformaciones profundas, como las que supusieron en su día la aparición de la artillería, el concepto de un pueblo en armas en la Francia de las Guerras Napoleónicas, la Revolución Industrial o la más reciente, que conocemos como RMA (2), causada por la revolución digital.

La Cuarta Revolución Industrial será el motor de cambio de un mundo ya en rápida evolución, en el que las marinas tendrán que afrontar el reto de adaptarse a nuevas maneras de operar, diseñando unidades diferentes a las que conocemos, concibiendo una composición de la fuerza también diferente, innovando nuevos procesos para adquirirla y apoyarla, acometiendo drásticas transformaciones orgánicas y actualizando la política y la gestión de personal en una sociedad con distintas prioridades, y puede que, incluso, con diferentes principios y valores.

La Armada, como otras marinas de nuestro entorno, se enfrenta al mismo múltiple reto de asimilar esa transformación tecnológica, vertiginosa y múltiple —en muchos aspectos impredecible—, y simultáneamente adaptarse a una sociedad en radical transformación impulsada por la presente revolución industrial y de prepararse para operar en un nuevo entorno operativo resultante de la evolución del escenario geopolítico (3). Para la Armada se avecina un período de cambios y mutaciones similar al que sufrió en las primeras décadas del siglo XIX, pero ahora a mayor escala y a un ritmo más acelerado. Con casi total certeza, la Armada de mitad de siglo va a ser muy diferente a la que conocemos hoy. En definitiva, el reto es prepararse para combatir en la Cuarta Revolución Industrial y en un mundo en transición.

En esta época de incertidumbre que nos ha tocado vivir, incluso si acotamos el marco temporal al que nos pudiésemos referir, hacer predicciones es un ejercicio de alto riesgo intelectual (4); por eso, la intención del presente artículo es simplemente compartir con el lector algunas reflexiones, —que me temo planteen más preguntas que respuestas—, explorar tendencias y, en fin, intentar proyectar algo de luz en este tema tan complejo; de ninguna manera osa proponer soluciones; a lo más, sugerir alguna recomendación.

(2) *Revolution in Military Affairs*.

(3) *Entorno Operativo 2035*. Ministerio de Defensa, 2019.

(4) Como muestra de lo difícil que es ser oráculo, decía el fundador de IBM, Thomas Watson, hace ya algunas décadas, que en todo el mundo habría mercado para unos cinco «procesadores»; ¡gran visión de futuro!

Las cuatro revoluciones industriales

La gran transformación tecnológica que daría lugar a la revolución industrial se inició en la Inglaterra del siglo XVIII. La convergencia de la acumulación de capital —en gran parte debida al desarrollo del comercio marítimo y a la industria del algodón—, con la existencia de amplias reservas de carbón y mineral de hierro de fácil extracción, y el espíritu emprendedor que reinaba en ciertos sectores de la sociedad británica favorecieron el inicio de la Primera Revolución Industrial. Inicialmente, hierro, carbón y molinos hidráulicos y más tarde máquinas de vapor alternativas (5). Los posteriores y continuos perfeccionamientos de las máquinas de vapor de ciclo cerrado motivaron la aparición y posterior expansión del ferrocarril y la generalización del comercio marítimo, los dos grandes protagonistas de la primera globalización. Es en esa época cuando se inicia en el mundo naval la transición de la vela al vapor y de la madera al hierro (6).

El paso posterior, la denominada Segunda Revolución Industrial, consistió en la utilización generalizada del acero, las máquinas de vapor rotativas y finalmente la combinación del petróleo y las máquinas de combustión interna, los automóviles y las cadenas de producción. Pero, sobre todo, la generalización de la electricidad y el inicio de la era de la conectividad: el telégrafo y, más tarde, la radio.

Pero perderíamos perspectiva si considerásemos la Revolución Industrial que se inició en el XVIII simplemente como una serie de innovaciones tecnológicas aplicadas a los procesos productivos. De manera similar a lo que está actualmente sucediendo, sus efectos supusieron profundos cambios en una sociedad que, en su gran mayoría, había sido hasta el momento eminentemente agrícola. La Revolución trajo el trabajo regulado en factorías, las cadenas de producción y la máquina como factor productivo; en el ámbito social y político, supuso la aparición del proletariado y de las clases burguesas, que a la larga originarían los profundos cambios políticos, algunos de los cuales han llegado hasta nuestros días.

El siguiente salto temporal nos lleva al año 1948, en que Shockley, Bardeen y Brattain, en los laboratorios de Bell Telephone, inventan el transistor (7); una década más tarde, en 1958, Jack Kilby, de Texas Instruments, patenta el proceso que permitirá la fabricación de circuitos integrados; ¡se había iniciado la era digital! Quizás no sea casualidad que casi simultáneamente tuviese

(5) La primera máquina alternativa de vapor de ciclo abierto la diseñó Thomas Newcomen en 1712 para achicar las minas de carbón. James Watt en 1776 introduce en el mercado su modelo de máquina de circuito cerrado, que continuará perfeccionando durante años.

(6) En 1819, el SS *Savannah* fue el primer buque con máquina de vapor que cruza el Atlántico.

(7) Nadie tenía idea de cuál iba a ser su aplicación.

lugar el descubrimiento de la estructura del ADN por James Watson y Francis Crick, que propulsó la ciencia de la biología molecular y logró enormes avances en biotecnología (¿una anticipación de la convergencia de los entornos virtual, físico y biológico?). ¡Estaban establecidas las bases para la Tercera Revolución Industrial!

Desde la invención del transistor y la construcción del primer circuito integrado, se ha ido produciendo un incremento exponencial de la capacidad de proceso y almacenamiento de información digital, según una ley que en su día acuñó con su propio nombre Moore (8), la cual establecía que la capacidad de los microprocesadores se duplicaría cada 24 meses (en realidad en las últimas décadas viene ocurriendo cada 18 meses). Esta progresión geométrica en la capacidad de cálculo ha sido el verdadero motor que ha impulsado la revolución digital durante las últimas décadas. Nadie mejor sintetiza su esencia que Nicholas Negroponte cuando en su clásico manifiesto *Being Digital* lo encapsuló en estos términos: «Hacer con *bits* lo que antes se hacía con átomos», el fundamento real de la incipiente revolución digital.



Gráfico 1.

(8) Gordon Moore fue fundador de Fairchild Semiconductor y CEO de Intel.

Posteriormente, la aparición de internet y de los algoritmos de búsqueda *World Wide Web* abrieron la posibilidad de acceder a una nueva dimensión digital y a la conectividad global: la actual versión de la imprenta de Gutenberg. El gráfico 1 nos muestra los grandes ejes en los que se están produciendo los avances de la revolución digital. Estos, unidos a la capacidad de cálculo de la que hoy disponemos, a los nuevos algoritmos combinados con redes neuronales que están propiciando el despegue de la inteligencia artificial y a la posibilidad de transferir enormes cantidades de información entre personas y máquinas (IoT), nos permiten trasladar tareas del dominio físico al dominio virtual digital, que es la verdadera esencia de la Cuarta Revolución Industrial.

Piense el lector, por ejemplo, lo que supone que en un proceso productivo el diseño de un sistema complejo pueda realizarse completamente de manera digital sin un solo plano, simular previamente todas las posibles estrategias constructivas en el dominio virtual, generar las órdenes de compra digitalmente, validar el diseño mediante realidad virtual y generar órdenes de trabajo y procedimientos de pruebas prescindiendo de toda la documentación escrita. En otras palabras, la revolución digital nos permite integrar prácticamente toda la cadena de valor en el dominio cibernético. El eslogan del «teclado al cliente» sintetiza perfectamente la esencia de esta transformación.

La Armada en la Cuarta Revolución Industrial

Como ya indiqué en la introducción, en las próximas décadas la Armada tendrá que acometer una profunda transformación para adaptarse al cambio que impondrá en todos los ámbitos la dinámica de la Cuarta Revolución Industrial. Si nos sirve de referencia lo que ocurrió durante la gran revolución tecnológica e impulso industrializador del XIX, cabe esperar que se produzcan cambios significativos en la estructura de la Fuerza, en la organización, en la política de personal, en la logística, en los procesos de adquisición y en la remodelación de la base tecnológica e industrial. De manera similar a lo que aconteció entonces, estos tendrán lugar en una sociedad que, a su vez, estará sufriendo una metamorfosis en lo político, en lo social y en lo económico.

Resulta imposible esbozar —ni siquiera a grandes trazos por la brevedad que exige este trabajo— las implicaciones del poder transformador que tendrán tecnologías como la inteligencia artificial, el 5G, el *big data*, el internet de los objetos (IoT), la realidad virtual, el proceso en la nube, la impresión 3D, etc. Mucho menos aún predecir el efecto de nuevas armas —vehículos y misiles de hipervelocidad, láseres de alta potencia, cañones electromagnéticos, armas no cinéticas...— que todavía se encuentran en estado embrionario de desarrollo, pero que sin duda alguna están destinadas a jugar un papel importante en la guerra naval en el futuro inmediato. Por eso, me limitaré de manera forzosamente superficial a exponer algunas reflexiones sobre el



Gráfico 2.

impacto que ejercerá la presente revolución industrial en las áreas generales anteriormente citadas (9).

Algo de historia como referencia

¿Nos ayudaría acudir a la historia más reciente para predecir los cambios que para la Armada supondrá el impacto de la actual revolución industrial? La referencia más cercana es la época de la gran transformación naval en la segunda mitad del XIX.

Aunque el carácter de la presente transformación y sus efectos serán de naturaleza radicalmente diferente a los de entonces, existen ciertas similitudes entre las consecuencias para las marinas de la época y las que podemos esperar ahora. Suponiendo que las fuerzas de cambio actúen de manera similar a lo que lo hicieron en la de la Revolución Industrial, no resultaría arriesgado predecir que el factor determinante de la futura transformación naval será el gran avance tecnológico ya iniciado, que en una fase inicial no parecerá

(9) Ver gráfico 2.

espectacular, pero que en unas pocas décadas adquirirá un carácter exponencial que acarreará profundas repercusiones para el mundo naval.

La lección que podemos extraer de entonces es que la confluencia del desarrollo tecnológico acelerado que experimentaron en aquel período Europa y Estados Unidos (posteriormente otros países como Japón) y la competición por el reparto de poder en el nuevo orden internacional que se estaba dibujando supusieron, por ejemplo, que la potencia naval del momento pasase en cien años del *Victory* al *Dreadnought*.

Comprender ese enorme salto tecnológico requiere que nos paremos a analizar con algo de detalle las causas que lo originaron y los efectos que produjo. Una década después del final de las Guerras Napoleónicas, las flotas de las potencias navales aún estaban constituidas por mastodónticos buques de línea, de mayor desplazamiento que sus antecesores del siglo anterior pero que no incorporaban innovaciones tecnológicas significativas, ni en los métodos constructivos ni en el armamento que montaban. Pero el continuo perfeccionamiento en el diseño de máquinas de vapor navales, juntamente con la innovación de la hélice, impulsaron el inicio de la primera gran transformación naval desde Trafalgar (10), lo que Bernard Brodie llamó «la era de la máquina en la guerra naval» (11). La adopción de la propulsión a vapor supuso una nueva dimensión en el empleo táctico y en el estratégico. Ahora, el despliegue global de las flotas estaba ligado a la logística del carbón, lo que a su vez tuvo implicaciones en la política exterior de las potencias navales para asegurarse el acceso a estaciones de carboneo.

El siguiente gran factor de cambio lo constituyó la paulatina aparición de la coraza y la extensa aplicación del hierro a la construcción naval, propiciado por el impresionante avance de la metalurgia e impulsado por las innovaciones en la artillería, que convertirían en obsoletos los buques de línea de madera en pocos años. ¡La gran transformación naval sería ya imparable!

En los Estados Unidos existe la impresión generalizada de que fueron el *Merrimack* y el *Monitor* los que iniciaron la época de los acorazados, y que el combate de Hampton Roads en 1862 fue el hito que la inauguró; pero en realidad, aun admitiendo lo innovador de ambos diseños —especialmente en lo referente a novedades como el montaje giratorio del *Monitor*—, ninguno de los dos buques podía considerarse realmente oceánico desde el punto de vista del empleo naval. La verdadera innovación de la aplicación de la coraza, hay que atribuírsela al francés Henri Dupuy de Lôme; su diseño de un buque

(10) Aunque no es el momento, resulta ilustrativa —repasando la correspondencia de Nelson— la poca visión que tenía de las implicaciones para la Royal Navy que supondrían los cambios tecnológicos que ya se estaban produciendo.

(11) BRODIE, Bernard: «Sea Power in the Machine Age». *Princeton University Press*, 1941.

de línea con blindaje metálico propulsado a vapor y de hélice, *La Gloire* (12), puede considerarse el primer acorazado oceánico y el inicio de una línea evolutiva y de una carrera armamentística entre las marinas europeas que durará hasta Jutlandia.

La botadura de *La Gloire* supuso una verdadera sorpresa tecnológica y un revulsivo para el Almirantazgo británico. Una flota francesa de buques acorazados podría tener alarmantes consecuencias estratégicas, ya que amenazaba el control del Canal y abría la posibilidad a una invasión desde el continente. La reacción británica no se hizo esperar con la botadura en tiempo récord del *Warrior*, un verdadero acorazado con estructura de hierro que incorporaba conceptos novedosos que influirían en el futuro de la construcción naval militar. ¡Había comenzado la era del acorazado!

Pero para no perderse en demasiadas consideraciones históricas, conviene concluir que la radical transformación tecnológica que experimentó la guerra naval en el período que va desde Trafalgar —último gran combate naval de la marina vélica— hasta Jutlandia —última gran confrontación de acorazados— supuso que en menos de cien años las marinas de las potencias navales habían cambiado de tal manera que un acorazado de principios del xx no guardaría ninguna similitud con un buque de línea de los que combatieron en Trafalgar. Un marinero de la Gran Armada no tendría mayor dificultad para adaptarse a la dotación del *Santísima Trinidad*, pero no podríamos decir lo mismo de un tripulante de este buque que trasladásemos a un acorazado de la clase *España*. Si se me permite el símil —aunque burdo, ilustrativo—, para imaginarnos la transformación que nos puede esperar, supongamos que al TAO (13) de la fragata *Álvaro de Bazán* lo desplazásemos al CIC de una hipotética unidad de la clase *Lugo* que se botará en el 2050. ¿Cuál sería su reacción?

La lección de la Revolución Industrial es que los cambios tecnológicos, aunque en el comienzo puedan parecer prudentes e incrementales, acaban por acelerarse y producir una profunda y radical transformación en el diseño de las unidades, en la composición de la Fuerza, en la organización y política de personal y en la base tecnológica industrial.

Hacia una diferente estructura de la Fuerza: el concepto de fuerza híbrida

Del anterior breve análisis histórico se deduce que hasta mediados del XIX el efecto de la Revolución Industrial en el mundo naval fue bastante limitado,

(12) Botado en 1859.

(13) *Tactical Action Officer*.

pero que el posterior impulso industrial propició numerosas innovaciones y dio lugar a la aparición de continuos nuevos diseños y a un cambio radical en la composición de las flotas. En la segunda mitad del siglo, se inició un período de prueba y error, durante el cual proliferaron todo tipo de buques, algunos realmente estrafalarios, que se prolongó hasta que en los albores del xx la aparición de los acorazados de la clase *Dreadnought* (14) estableció un modelo que, con diferentes versiones, seguirían ya la mayoría de las marinas hasta la Segunda Guerra Mundial. Creo necesario subrayar que es en esa época cuando la combinación del motor de combustión interna y la innovación del torpedo dieron lugar a una verdadera arma disruptiva que revolucionaría la guerra naval: el submarino.

Pero volviendo al presente, y a la vista de lo que ocurrió en el siglo xix, cabría preguntarse qué transformación naval nos espera en la Cuarta Revolución Industrial. Si la revolución tecnológica de entonces permitió, como ya indiqué, en menos de cien años dar el salto de Trafalgar a Jutlandia, sería *naif* pensar que un cambio mucho más profundo, extenso y acelerado —como el que se espera sea el actual— no vaya a originar un impacto a mucha mayor escala y en un período mucho más corto. Es verdad que aún no estamos viendo los efectos de la Cuarta Revolución en el ámbito naval, pero esa circunstancia hay que atribuirla más al hecho de que aún nos encontramos en la parte lineal del cambio, pero ya podemos apreciar que aparecen signos inequívocos de que nos aproximamos a la zona de despegue exponencial, durante la cual, si no me equivoco, entraremos en un período de pruebas y errores similar al de la segunda mitad del xix hasta que vaya surgiendo un nuevo modelo de flota que termine siendo la norma en las principales marinas.

En lo que se refiere a la Armada, su futura arquitectura de la Fuerza lógicamente estará determinada, en primer lugar, por los requisitos que se deriven de la necesidad de mantener la capacidad de operar, dentro del marco de nuestras alianzas, en los futuros entornos operativos (15). En segundo término, por la evolución de la tecnología (16), por la capacidad de nuestra base industrial y por la disponibilidad presupuestaria. No hay duda de que otro factor a tener en cuenta es que, por razones de interoperabilidad, será necesario mantener cierta similitud con la estructura de las flotas de nuestros aliados, en particular con la US Navy.

(14) El HMS *Dreadnought* fue botado en 1906. Supuso una verdadera revolución por sus innovaciones: toda la artillería del mismo calibre, propulsión con turbinas de vapor y coraza compuesta.

(15) *Entorno Operativo 2035*. Ministerio de Defensa.

(16) Uno de los efectos de la Cuarta Revolución Industrial es la rápida difusión de la tecnología, sobre todo la comercial. Un potencial contrincante va a tener fácil acceso a una gama de tecnologías muy similares a las que podamos poseer en la Fuerzas Armadas.

A la hora de predecir el futuro, hay que considerar que cambios imprevisibles en el escenario geopolítico, debidos al efecto de nuevas tecnologías disruptivas o a la aparición de amenazas imprevistas, podrán suponer una discontinuidad que puede tener un efecto determinante a la hora de definir la estructura de la Fuerza del futuro. El reto de planificar en un escenario enormemente fluido e incierto no es único para la Armada; a este mismo desafío se enfrentan otras marinas aliadas (17).

Ya indiqué anteriormente qué aspectos derivados de la evolución del escenario geopolítico caen fuera de la intención y alcance de este artículo, por lo que me circunscribiré exclusivamente a los técnicos, aunque soy plenamente consciente de que no siempre es posible disociar los efectos que se producen como consecuencia de los avances científicos y técnicos de los originados por los nuevos requisitos operativos surgidos por los cambios de la situación internacional.

Robotización, vehículos autónomos y concepto de fuerza híbrida

Pero intentemos dar respuesta a la pregunta fundamental que hemos formulado antes sobre el tipo de transformación que deberíamos esperar en el ámbito naval en la Cuarta Revolución Industrial y, concretando aún más, cuál de los factores será el que influya en mayor medida en la composición de las flotas. Pues bien, si tuviese que identificar uno de ellos, me inclinaría por el que, en mi opinión, jugará el papel crucial en la futura transformación naval: la robotización.

El factor que contribuirá de manera decisiva a la siguiente gran transformación naval será la incorporación de vehículos autónomos inteligentes no tripulados a todos los dominios de la guerra naval.

No hay duda de que en un futuro previsible el elemento central de las flotas lo seguirán constituyendo unidades tripuladas más o menos convencionales, pero la tendencia que ya se observa es que una amplia variedad de tipos de vehículos autónomos (de superficie, submarinos y aéreos) se irán paulatinamente incorporando a las marinas. Su creciente y generalizada utilización naval tendrá un doble efecto: por un lado, influyendo en el propio diseño de

(17) El Congreso de los Estados Unidos ha ordenado recientemente tres estudios independientes sobre la composición de la US Navy en la década de 2030: uno a la consultora MITRE, otro al Center for Strategic and Budgetary Assessments (CSBA) y a la US Navy.

las futuras unidades tripuladas, ya que estas tendrán que poder desplegar, lanzar, recuperar y apoyar ese tipo de vehículos y operar conjuntamente con ellos; por otra parte, un efecto mucho más importante, que consistirá en la evolución de la estructura tradicional de las flotas que hoy conocemos a otra totalmente revolucionaria de tipo híbrida, compuesta de unidades tripuladas y no tripuladas autónomas, integradas en una única fuerza operando conjuntamente en un espacio de combate digital hiperconectado (18). Esta será la gran transformación naval de la Cuarta Revolución Industrial. Pero antes de particularizar las consecuencias que para la Armada supondría adoptar el concepto de fuerza híbrida, me parece de interés analizar de manera más general las implicaciones de la aparición en el escenario naval de vehículos autónomos.

En las próximas décadas, la confluencia de avances en las diferentes tecnologías digitales (19) e innovaciones en sistemas de propulsión, generación y almacenamiento de energía, utilización de nuevos materiales y desarrollos en inteligencia sintética (AI) y técnicas de aprendizaje máquina (ML) permitirán que de manera creciente vehículos inteligentes y totalmente autónomos (20) realicen funciones —a una fracción del coste y asumiendo menor riesgo— que hasta ahora estaban tradicionalmente reservadas a plataformas y vehículos tripulados.

Los futuros sistemas autónomos poseerán la capacidad de integrar la información de sus propios sensores con otros distribuidos en la Fuerza y procesarla en tiempo real con sus propios medios o mediante «procesos en la nube», estar conectados mediante diferentes redes tácticas con otras unidades también autónomas o tripuladas y tomar las adecuadas decisiones sin necesidad de recibir instrucciones externas, de acuerdo con sus ROE (21). No se oculta al lector las implicaciones éticas y legales que presentarán estos sistemas a medida que se extienda su aplicación militar.

Pensando exclusivamente en su empleo naval, es conveniente analizar algunos aspectos específicos relacionados con su operatividad. El primero de ellos es la interoperabilidad; si el requisito es que estos vehículos formen parte integral de una fuerza híbrida hiperconectada, deben poseer la capacidad de integrarse en ella de manera inmediata. En otras palabras, la interoperabilidad debe consistir en incorporarse, «enchufarse» y combatir de manera automática, sin tener que recurrir a complejos procesos que requieran reconfigurar redes y sistemas.

En cuanto a la autonomía, hay dos aspectos diferentes a considerar: uno es el que se refiere a los sistemas de propulsión y de almacenamiento de energía

(18) «Guerra 4.0», REVISTA GENERAL DE MARINA, abril 2019.

(19) Ver gráfico 1.

(20) Autónomos en el sentido que pueden operar sin un operador en el lazo de control.

(21) *Rules of Engagement*.

que permitan un tiempo de misión aceptable para su específico empleo táctico. El otro es el relativo a su capacidad de operar en modo totalmente autónomo e independiente, sin necesidad de la intervención de un operador externo. Esa característica requiere, en primer lugar, dependiendo del tipo y eficiencia de sus propios sensores y de la capacidad de proceso, «comprender» el entorno, simularlo y actuar en consecuencia. Tener una visión completa de su zona de operación, realizar la evaluación de la amenaza y tomar las decisiones de ataque requiere algoritmos de inteligencia sintética y de aprendizaje máquina muy avanzados y fiables.

Otra consideración a tener en cuenta es que—por las lógicas restricciones de espacio, peso y energía— en algunos tipos de vehículos no fuese factible integrar a bordo toda la capacidad de proceso necesaria para el desarrollo de su misión, lo que requeriría recurrir a «proceso en la nube» y, consecuentemente, a redes tácticas de tiempo real que aseguren la interfaz con la plataforma nodriza. Si considerásemos una autonomía más amplia que incluyese el empleo de armas propias, el problema se haría aún más complejo.

Pero quizás un área más problemática —que requerirá aún mayor investigación— es la referente a la interfaz hombre-máquina. Para operar en una fuerza híbrida en la que operadores humanos y máquinas inteligentes interactúen en tiempo real no solo se requieren nuevos conceptos operativos, sino que hay temas técnicos y psicológicos de funcionamiento que necesariamente habrá que analizar.

¿Está aún lejana la implementación del concepto de fuerza híbrida? Revisando la literatura profesional, resulta evidente que la incorporación de estos vehículos a las flotas, aunque a ritmos diferentes (dependiendo de las aplicaciones específicas y los requisitos operativos de cada caso), es una tendencia generalizada e irreversible; el campo de batalla ya se está digitalizando y robotizando de forma acelerada. En el espacio que ocupa un artículo no es posible realizar una revisión, ni siquiera somera, de lo que está ocurriendo en este campo, pero con el fin de ilustrar al lector sobre las tendencias que empiezan a dibujarse me permito citar algunos casos que creo resultarán ilustrativos.

Es bien conocido que la US Navy lleva años experimentando con prototipos el posible impacto que puede suponer la incorporación de los vehículos autónomos a su estructura de Fuerza. En los Estados Unidos se ha publicado una ingente cantidad de informes —disponibles en términos asequibles al público en general— generados tanto por la propia Marina como por el mundo académico, consultores, instituciones oficiales de la Administración y por el Congreso. Revisarla metódicamente requeriría un equipo dedicado y el trabajo de varios meses, pero analizando las conclusiones todos ellos concuerdan en la misma recomendación general: la US Navy debe ser proactiva y prepararse para un modelo de Flota de estructura más distribuida, en el que las plataformas autónomas de superficie, submarinas, aéreas y anfibias pasen a formar parte integral de la Fuerza.

El debate en los Estados Unidos de cara a una fuerza distribuida e híbrida gira actualmente en torno a preguntas como: ¿existe suficiente evidencia analítica de cuál debería ser la proporción entre plataformas tripuladas y autónomas?, ¿cuáles son las implicaciones presupuestarias?, ¿existe un concepto operativo que avale la decisión de una fuerza distribuida?, ¿cuál es el riesgo de derivar parte del presupuesto a implementar este concepto en vez de apostar por unidades tradicionales?, ¿está la base industrial preparada para dar respuesta a esta nueva estructura de la Fuerza?, ¿cuáles son las implicaciones para el personal? Aunque, si hiciésemos un ejercicio intelectual de imaginación, seguro que veríamos a los responsables de las marinas de 1850 haciéndose preguntas similares referentes a incorporar o no los nuevos avances tecnológicos a las flotas, ¡sin embargo, el cambio ocurrió!

La base tecnológica e industrial de la Cuarta Revolución Industrial. Industria 4.0

En el futuro, como ahora, no será posible contar con una fuerza naval moderna, compleja, equilibrada y eficiente sin el apoyo de una amplia base industrial, tecnológicamente avanzada, económicamente viable y capaz de competir en el mercado internacional (22). Para disponer de una flota a la altura de las exigencias de nuestra defensa y que nos permita contribuir a la seguridad compartida con nuestros aliados, resultará imprescindible mantener, en la medida de lo posible, la capacidad de nuestra base industrial para diseñar construir y sostener las plataformas e integrar en ellas los sistemas de armas más complejos.

En el pasado, mantener estas capacidades ha sido siempre considerado un activo estratégico para la Armada, pero en el ambiente de cambios permanentes y de creciente integración de los entornos digital y físico que impondrá la Cuarta Revolución Industrial esa necesidad resultará aún más esencial. En general, las plataformas, asumiendo un diseño con suficientes márgenes y que estén convenientemente mantenidas, pueden estar en servicio sin grandes modificaciones durante varias décadas (23). Sin embargo, sus sistemas estarán sometidos a evolucionar al ritmo impuesto por el mercado y por los cambios del entorno operativo. En tales circunstancias, conservar la capacidad de combate de las unidades solamente será factible si se dispone de los necesarios recursos tecnológicos e industriales propios; no sería viable, ni desde el punto de vista económico ni operativo, que para el apoyo del ciclo de vida hubiese que acudir

(22) Como más tarde se expondrá, no sería viable mantener a una amplia base industrial dependiendo únicamente del presupuesto del Ministerio de Defensa.

(23) El bombardero B-52 es el claro ejemplo de cómo una misma plataforma se ha ido adaptando a diferentes misiones.

permanentemente y depender únicamente de contratistas extranjeros. Sobre todo si tenemos en cuenta que los tiempos de reposición que imponga la obsolescencia tenderán a ser cada vez más cortos, lo que exigirá constantes actualizaciones de *hardware* y *software*. Por consiguiente, el desafío consistirá en poder contar con una industria propia adaptada a las futuras necesidades de la Armada, pero transformada para que pueda operar en un tejido productivo global cuyo paradigma será lo que se conoce como Industria 4.0.

Tradicionalmente, los astilleros públicos han constituido el componente fundamental de nuestra base industrial, complementados con una capacidad propia para sistemas, excelente pero limitada, aportada por lo que fue inicialmente FABA (24). En cuanto a sistemas electrónicos, además de INDRA —indiscutible industria de referencia para muchos de nuestros equipos—, se fue creando un reducido pero eficiente ecosistema de empresas variadas expertas en diversas áreas, pero todas de tamaño también reducido. Para la adquisición de sistemas y armas complejas siempre, dependiendo del programa y caso por caso, hubo que recurrir al exterior.

Nadie puede poner en duda el recorrido de éxito que ha realizado la industria naval militar española en las últimas décadas del pasado siglo. Creo conveniente recordar que en ese período pasamos de recibir unidades de la US Navy, en su última etapa de vida operativa, a convertirnos en una industria con la capacidad de diseñar, construir e integrar los sistemas de combate más avanzados del momento, lo que permitió dotar de las unidades más capaces a nuestra Armada. ¡Todas las actualmente en servicio han sido diseñadas y construidas por la industria nacional!

El éxito no se circunscribió únicamente a dotar y apoyar a una Armada tecnológicamente avanzada, equilibrada, comparable a cualquiera de las marinas de los países de nuestro entorno; el gran triunfo consistió en los logros en la exportación. Hay que recordar los tres portaaviones —uno a Tailandia y dos a Australia—, las cinco fragatas a Noruega, los tres destructores a Australia, los submarinos a Chile y a Malasia y diversas unidades de combate menores a otros países. Y lo destacable es que estos contratos se lograron en competición con los mejores astilleros del mundo, aunque es justo reconocer que en este complicado camino también se cometieron errores.

Un modelo de éxito simple y eficaz, basado en tres pilares: los astilleros públicos como elemento tractor y aglutinador de todo el tejido industrial que forma este sector estratégico; la Armada como impulsora de conceptos innovadores y siempre dispuesta a apostar por la industria nacional, y por último, haber contado siempre con un socio tecnológico que garantizase el éxito y que redujese riesgos. Todo esto no hubiera sido posible sin un sistema de financiación innovador, que permitió acometer los programas de renovación de la

(24) Fábrica de Artillería.

Fuerza, que hubieran sido inviables únicamente con el presupuesto de la Armada. Este modelo durante varias décadas ha permanecido sin cambios apreciables, pero últimamente empieza a dar señales de agotamiento.

Pero ahora se avencinan tiempos de cambio y hay que prever que el tejido productivo español va inevitablemente a soportar una importante transformación en las próximas décadas a medida de que se hagan sentir en extensión y profundidad los efectos de la Cuarta Revolución Industrial, y desde luego la industria naval militar no se va a quedar al margen. Hay que prever que la base industrial en la que se apoya la Armada sufrirá una profunda reconversión.

Permítaseme de nuevo recurrir a nuestra referencia histórica. En España, los efectos de la Revolución Industrial fueron tardíos —muchos autores consideran que no solo fue tardía, sino que supuso realmente un fracaso— (25). A las puertas del cambio de siglo, España aún seguía siendo un país de base agraria; el fracaso de las amortizaciones, las políticas industriales equivocadas y, en general, la incapacidad de adaptarse a las realidades de un mundo en transformación nos hicieron perder la oportunidad de aprovechar el gran impulso industrializador que transformó a los países de nuestro entorno.

Pero si analizamos lo que supuso para la Armada, conviene recordar que a lo largo de todo el siglo XIX —que, como dije, es durante el cual en Europa se produce el gran impulso industrializador— la industria naval militar estaba básicamente constituida por los arsenales y la incipiente industria siderúrgica del norte y Cataluña. Persistía prácticamente la misma estructura orgánica que se había establecido en el siglo anterior, debida al gran esfuerzo que se realizó a la llegada de la dinastía de los Borbones. Sin embargo, los arsenales, que constituyeron la columna vertebral de la construcción naval militar durante la segunda mitad del siglo XVIII, no pudieron adaptarse al ritmo de cambios que trajo la Revolución Industrial. No fue hasta que el Plan Ferrándiz, ya entrados en el siglo XX, afrontó la dura realidad de los arsenales y se procedió a privatizar la construcción naval mediante un modelo industrial que, desde entonces, ha ido sufriendo cambios consecutivos, pero cuyo esquema —hoy como astilleros públicos— básicamente ha sobrevivido hasta nuestros días.

La lección es que, de manera similar a lo ocurrido en el siglo XIX, los efectos de la Cuarta Revolución Industrial provocarán una profunda transformación del tejido industrial nacional, lo que nos obliga a preguntarnos: ¿tendrá esta vez la industria la capacidad de adaptarse a los cambios que imponga la presente revolución industrial? No creo que nadie esté en condiciones de adivinar qué tipo de reestructuración nos depararán los próximos decenios, pero lo que sí podemos prever es que el tejido industrial en el que se apoya hoy la Armada va irreme-

(25) NADAL, Jordi: *El fracaso de la revolución industrial en España, 1814-1913*. Editorial Ariel.

diablemente a sufrir una profunda transformación, impulsada y modulada por el que a su vez experimenten el nacional, el europeo y el global.

Pensando en las nuevas necesidades, no cabe duda de que en un futuro previsible los astilleros públicos (26) tendrán que seguir formando parte importante de la industria naval militar, pero seguramente con un menor perímetro, jugando un papel diferente al que tienen hoy y, desde luego, habiendo sufrido una profunda reestructuración. Si la Flota evolucionase hacia una fuerza híbrida, ¿continuarían siendo los astilleros públicos el tractor y aglutinador de la base tecnológica-industrial de la Armada?

Aceptando la hipótesis de una futura fuerza híbrida, ello significará una Flota compuesta por un número más reducido de plataformas complejas y de alto coste —probablemente fragatas pura sangre antiaéreas (27)—, unidades «nodriza» más asequibles y que no requieran tal complejidad, otras de medio porte y un creciente número de vehículos y plataformas no tripuladas autónomas cada vez más complejas y tecnológicamente más avanzadas. En este supuesto, el papel del astillero integrador y contratista principal empieza a desdibujarse y quizás surja la necesidad de un «sistemista» responsable de la integración total del sistema fuerza y de su apoyo durante el ciclo de vida. Hay que tener presente que otro efecto de ese modelo es que buena parte de la complejidad tecnológica se transfiere a las plataformas autónomas, lo que a su vez crearía la necesidad de una nueva estructura industrial, capaz de diseñar, construir, integrar y apoyar durante el ciclo de vida a estos vehículos.

Un tema que requiere alguna reflexión adicional es el relacionado con la sostenibilidad de nuestra industria naval militar. Podría alegarse que el tema de exportación es exclusivamente comercial y que, por lo tanto, únicamente le incumbe a la industria, y de manera más directa a los astilleros públicos; pero el hecho es que perder nuestra capacidad exportadora puede tener profundas consecuencias que podrían afectar a la capacidad de diseñar, construir y apoyar a nuestra propia fuerza naval, con las consiguientes implicaciones para la defensa nacional. La industria naval militar no podrá sobrevivir únicamente a costa de los programas navales y el presupuesto de defensa; resulta imperativo exportar. Pero deberíamos preguntarnos si estamos ya perdiendo músculo exportador y si nuestra base industrial será capaz de competir en la Cuarta Revolución Industrial (28).

(26) La estructura económica y empresarial de España no parece que en un futuro previsible permitiese que un astillero privado asumiese el riesgo económico que supone un programa naval.

(27) No es previsible transferir la capacidad antiaérea y ATBM a plataformas remotas en un próximo futuro.

(28) En cuestión de meses, la industria naval militar española ha perdido dos de los grandes contratos de fragatas del mercado internacional: el concurso de las Sea 5000 Future Frigate Program en Australia y el Canadian Surface Combatant (CSC) en Canadá. En total, un

Resulta imperativo que, para apoyar a la Armada para que siga siendo competitiva en el mercado exterior, la industria naval militar de la Cuarta Revolución Industrial se reestructure y adapte al modelo de Industria 4.0.

El éxito en la exportación no se circunscribe únicamente a un tema económico, ganar concursos en el mercado internacional es un índice de la capacidad de innovación, calidad y eficiencia económica y técnica. Sería ingenuo pensar que el mercado de exportación militar se rige por las leyes de la oferta y la demanda; cualquiera que medio conozca este mercado sabe que existen variables geopolíticas, de política interna, intereses económicos e industriales, exigencias de transferencia de tecnología, etc., que pesan a la hora de la decisión final en la adquisición de un sistema de armas. Sin embargo, lo indiscutible es que estas variables normalmente solo cuentan si el producto que se oferta está en términos de prestaciones, riesgo y coste en una banda del 10 por 100 con respecto a la media de los demás competidores. Sin embargo, no sería buena política admitir sencillamente que los concursos internacionales se pierden por esas causas, que sin duda distorsionan el mercado, y no por lo que están haciendo bien nuestros competidores.

Hay ciertos síntomas preocupantes de que nuestra industria puede estar perdiendo su músculo exportador y que los competidores nos están desplazando del lugar privilegiado del que gozábamos en el mercado de la gama superior de fragatas; una situación de liderazgo que habíamos logrado con el éxito de nuestro programa de *F-100*, que dio lugar a las consiguientes exportaciones a Noruega y Australia. E incluso más preocupante es que esta situación puede significar que hemos perdido nuestra capacidad de innovación y no estamos ofreciendo el producto que demanda el mercado, que nuestra productividad no es competitiva, que nuestra acción exterior no es la idónea o que no estamos adaptándonos a los nuevos modelos de negocio.

Sin entrar a realizar un análisis en profundidad, que excedería la intención inicial de este artículo, lo que sí creo oportuno es plantear si nuestra industria esta evolucionando al ritmo que imponen las nuevas tecnologías para adaptarse al paradigma de la Industria 4.0. Soy plenamente consciente

montante de 24 fragatas y la puesta a punto de dos astilleros en ambos países. Y en el momento de escribir este artículo, la USN ha comunicado que ha asignado el contrato de la *FFG(X)* al astillero Fincantieri. Bien es verdad que en el segmento inferior de buques de superficie, lo que podríamos denominar corbetas, recientemente se ha conseguido un importante contrato que supone un considerable número de horas para los astilleros. Pero esto no asegura mantener el nivel tecnológico que deben tener nuestros astilleros.

del gran reto que supone el cambio, pero sencillamente no hay otra opción que evolucionar y adaptarnos si queremos mantener este activo estratégico porque es mucho lo que está en juego. ¡No perdamos la oportunidad y afrontémoslo!

Algunas reflexiones finales

Las próximas unidades que pasarán a formar parte de la Flota —los submarinos de la clase *S-80* y las fragatas *F-110*— han empezado su diseño o están ya en la grada, se irán incorporando a la Fuerza a partir de los años treinta y permanecerán en servicio hasta más allá de mitad de siglo, cuando se espera que la presente revolución tecnológica esté en plena expansión. Es, por lo tanto, previsible que estas unidades tengan que afrontar las obsolescencias que se produzcan, incluso antes de su entrada en servicio y posteriormente, durante todo su ciclo de vida e integrar nuevos sistemas de armas; y por otro lado, acometer las modificaciones que les permitan operar en una futura flota distribuida híbrida. Las transformaciones debidas a las obsolescencias se producirán principalmente por la propia dinámica de la actual revolución tecnológica, que impulsa ciclos de desarrollo de los componentes cada vez más cortos, pero también por los continuos cambios del tejido industrial, que afectarán a todas las cadenas de suministro. El ADN de la revolución industrial que estamos viviendo estará marcado por el continuo reajuste en la configuración de los productos y en la reducción de los tiempos de desarrollo, producción y lanzamiento al mercado. La Ley de Moore no se limita hoy a los procesadores, sino que se está también cumpliendo en el ciclo de renovación de muchos artículos ciberfísicos. ¿Cada cuánto renovamos nuestro teléfono móvil? Teniendo además en cuenta, aunque no sea ni el momento ni el lugar para debatir el tema, que hay que prever que se avecina un cambio disruptivo que está a la vuelta de la esquina: los procesadores cuánticos. Es decir, en un escenario de cambios exponenciales como el que se espera, incluso las unidades en construcción sufrirán modificaciones de todo tipo antes de su entrega, que afectarán especialmente a la arquitectura de su sistema de combate (29) y en general a todos sus componentes digitales. ¿Puede alguien imaginarse cómo será un CIC de una fragata *F-110* en 2050?

Nadie puede predecir los cambios que nos esperan en las próximas tres o cuatro décadas —lo mismo que hubiera sido imposible en 1815 predecir los que se producirían cincuenta años más tarde—, pero sería un error hacer extrapolaciones lineales para el futuro basadas en las capacidades tecnológicas actuales. Piénsese, por ejemplo, en la evolución que puede sufrir la interfaz

(29) Esta no es una situación nueva; en el programa de las fragatas *F-100* hubo que cambiar todos los procesadores del sistema de combate antes de la entrega de la primera de la serie.

hombre-máquina, en las implicaciones que supondrá la incorporación de la realidad virtual en las presentaciones tácticas o en el papel en la toma de decisiones de los futuros algoritmos avanzados de inteligencia artificial y de aprendizaje máquina. Nadie puede saberlo, pero lo que sí hay que prever es que ocurrirán inevitablemente. No hay una fórmula mágica para afrontar esas transformaciones imparables; la única solución es recurrir a estrategias de «diseños al cambio», es decir, diseños con suficientes márgenes de espacio, peso, potencial eléctrico, modificaciones en la superestructura, etc., que le permitan adaptarse a las continuas modificaciones durante el ciclo de vida e incluso durante la construcción, y así integrar sin grandes modificaciones nuevos sistemas de armas. ¡El cambio continuo es el signo de la Cuarta Revolución Industrial!

Los previsible avances de la presente revolución industrial (30) teóricamente permitirán implementar el concepto mencionado anteriormente de una fuerza híbrida; no será un problema técnico. Sin embargo, la transición de una Flota tradicional, tal como hoy la concebimos, a otra de arquitectura distribuida no es algo trivial, hay muchas consideraciones de todo tipo a tener en cuenta (31). En cualquier caso, esa sería una transición gradual que requeriría acometer el desarrollo y la adquisición de un considerable número de nuevas plataformas autónomas no tripuladas.

Como ejercicio puramente intelectual, analicemos ahora lo que supondría para la Armada optar por una hipotética fuerza híbrida. Asumiendo que en el período comprendido entre 2030 y 2050 se mantuviese el objetivo de fuerza, los programas actuales en construcción no resolverían el problema del número de unidades requeridas. Si ese fuese el caso, es decir, si se quisiese mantener una capacidad similar a la actual, la Armada necesitaría acometer al menos —aparcando muchas otras necesidades y requisitos— los siguientes grandes programas: una nueva generación de submarinos, la siguiente generación de fragatas, un nuevo LHD como mínimo, renovación de los buques anfibios, de los medios de cazaminas y también del ala fija del Arma Aérea.

La cuestión que se plantea es la enorme inversión que requeriría un programa de renovación de tal envergadura, lo que nos conduce a la conclusión de que puede ser que una estructura de fuerza híbrida no sea una opción, sino una necesidad. El *trade-off* consistiría en decidir cuál es la combinación óptima entre plataformas tripuladas «pura sangre» de alta tecnología y elevado coste, plataformas «nodriza» de menos nivel tecnológico y menor coste y un número indeterminado de vehículos y plataformas autónomas más baratas.

(30) Ver gráfico 1.

(31) Remito al lector a las preguntas formuladas en el punto anterior de este artículo, referentes a robotización y vehículos autónomos.



Sea Hunter de DARPA.

El caso de plataformas autónomas de superficie (USV) es especial, ya que la mar seguirá imponiendo sus implacables condiciones. Si realmente se quiere disponer de una flota híbrida oceánica, las unidades autónomas deben estar diseñada para condiciones de estado de la mar y meteorológicas similares a las que se especifican para una tripulada; esto supone que necesariamente habrá que recurrir a vehículos de un considerable desplazamiento, del tipo LUSV (32) y MUSV (33) en el rango de unas 2.000 toneladas de desplazamiento. Estas unidades tendrán que desplegarse por sus propios medios desde su base a la zona de operaciones, lo que supondrá la necesidad de disponer de un amplio apoyo logístico y solucionar problemas técnicos, como el de aprovisionamiento en la mar. Esta es un área aún en sus pasos iniciales, como ya se indicó anteriormente, y la única marina que tiene planes sólidos para adquirir plataformas autónomas oceánicas es la US Navy (34). Después de años experimentando con el prototipo *Sea Hunter* patrocinado por DARPA, la Marina norteamericana ha iniciado el programa para el desarrollo de tres prototipos de plataformas autónomas oceánicas —dos de superficie de los

(32) *Large Unmanned Surface Vehicles*.

(33) *Medium Unmanned Surface Vehicles*.

(34) El lector interesado puede acceder por internet al informe del Congressional Research Service (CRS): *Navy Large Unmanned Surface and Undersea Vehicles: Background and Issues for Congress*.

tipos LUSV y MUSV y otra submarina XLUUV — como parte de la estrategia de evolucionar la estructura de su Flota hacia una arquitectura de fuerza distribuida.

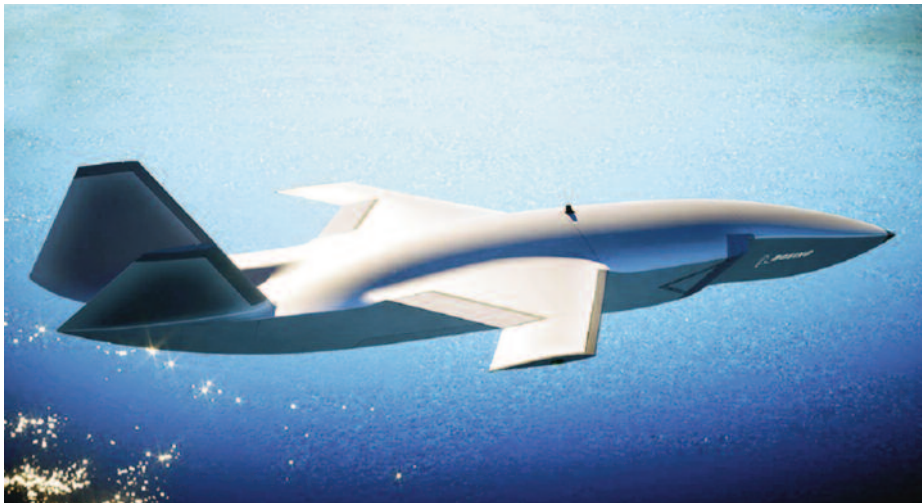
Pero en nuestro caso, ¿está preparada nuestra base industrial para acometer desarrollos de este tipo de plataformas?

La tecnología en drones submarinos sin duda alguna va a transformar la guerra submarina. Ninguna marina occidental va a poder mantener el número requerido de submarinos de ataque. Los XLUUV armados serán una solución para multiplicar la fuerza a un coste asumible. Este tipo de vehículos, con la adecuada autonomía, podrá realizar muchas de las misiones asignadas hoy a los submarinos tradicionales, reduciendo el riesgo. Sin embargo, la operación de submarinos tripulados con otros autónomos de gran porte plantea problemas técnicos, operativos y logísticos que no son menores. La adopción de XLUUV implicaría para la Armada, primero, la necesidad inmediata de adaptar los *S-80*, y segundo, que la próxima generación se diseñase específicamente para operar en una fuerza híbrida submarina y de superficie. Pero esto nos presenta el mismo interrogante anterior: ¿dispondríamos de una base industrial capaz de diseñar, construir e integrar plataformas submarinas autónomas de gran porte?

Una solución híbrida de aplicación aérea naval no es algo que parezca tan inmediato. Si la Armada quisiese mantener la capacidad de ala fija, las opcio-



X-47B UCAV de la US Navy.



Loyal Wingman.

nes para la elección de un VSTOL (35) tripulado que reemplazase al *Harrier* serían muy limitadas. Por otra parte, las diversas iniciativas de aeronaves navales autónomas (UAV) —en sus versiones de combate aéreo— aún se encuentran en un estado inicial de desarrollo. La literatura profesional empieza a apuntar a que aeronaves autónomas, como los prototipos *Kratos XQ-58 Valkyrie* o la solución *Loyal Wingman* (Boeing), pudiesen en un futuro próximo reemplazar, o cooperar con ellos en muchas misiones, a aviones tradicionales como el *F-35*. Sin duda alguna, este recurso existirá en el futuro. Otro ejemplo, cuyo desarrollo está mucho más avanzado, es el *UCAV X-47B*, aunque este tipo de vehículos casi con toda seguridad requerirá de un portaviones de cubierta corrida. En mi opinión, estos desarrollos no son asumibles ni por nuestra industria ni por nuestros presupuestos; la cooperación o adquisición directa sería la única opción.

Un tipo de unidad que requiere un especial análisis es el futuro LHD. Un diseño basado en nuestro *Juan Carlos I* es una plataforma que se adaptaría perfectamente a una flota híbrida, ya que en la misma unidad se tendría la capacidad de operar UAV en combinación con VSTOL tripulados, y simultáneamente conservar la capacidad anfibia, desplegar pequeños USV y operar como buque «nodriza» para plataformas de superficie y submarinas no tripuladas de gran porte XLUUV.

(35) No parece realista pensar en el futuro en una solución de avión naval tripulado diferente al VSTOL. Otra solución requeriría portaviones tradicionales.

En cuanto a las unidades de superficie, ¿cómo sería la futura fragata de la clase *F-140*? En una supuesta fuerza híbrida con capacidades distribuidas, la pregunta debería ser: ¿qué áreas de guerra naval podrán descentralizarse a plataformas autónomas LSUV y MSUV? En el marco temporal en que nos movemos, no veo tecnológicamente factible que la misión AAW pueda ser transferida a una plataforma autónoma. Hay que tener en cuenta, dejando otras consideraciones aparte (36), que un sistema AAW capaz de proporcionar defensa de área y de área local va a requerir un desplazamiento que difícilmente va a estar por debajo de las 6.000 toneladas, ya que el lanzador vertical, el empacho de los sensores y la altura del mástil seguirán siendo los factores determinantes del desplazamiento. No perdamos de vista que tanto las futuras fragatas como las plataformas autónomas de superficie oceánicas necesariamente tendrán que disponer de capacidad para operar con aeronaves tripuladas, y eso requerirá una cubierta de vuelo de adecuadas dimensiones (37).

Si observamos la tendencia de las fragatas en construcción de las marinas de nuestro entorno, parece que, en general, surge un patrón: cubiertas para



LHD Juan Carlos I. (Foto: www.flickr.com/photos/armadamde).

(36) La AAW supone procesos de decisión complejos que no pueden transferirse únicamente a algoritmos de inteligencia artificial; requiere acomodar el empacho de un lanzador vertical, de complejos sensores montados a una determinada altura en la superestructura y capacidad de proceso propia considerable en tiempo real.

(37) Habrá que desplazar equipos de técnicos con cierta frecuencia a bordo para realizar todo tipo de funciones de apoyo logístico.

operar todo tipo de vehículos autónomos o semiautónomos, capacidad multi-medio, multifunción y aumento de desplazamiento (38) y grandes márgenes de potencia eléctrica, volumen y peso y diseño modular.

Resumiendo, las fragatas «pura sangre» AAW seguirán siendo el elemento fundamental de la Fuerza, y la incorporación de las otras áreas de guerra dependerá de los *trade-offs* con las capacidades de futuras plataformas LSUV y XLUUV. Otro tipo de fragatas, no tan sofisticadas, específicamente diseñadas para operar con las futuras plataformas autónomas serán el complemento. ¿Podrá un mismo diseño básico realizar las dos funciones?

Epílogo

Traigo a colación la frase *hic sunt dracones*, que en las cartas anteriores a la era de los descubrimientos se utilizaba frecuentemente para indicar las aguas inexploradas.

Hoy estamos entrando en una época de profundos cambios tecnológicos, económicos, políticos y sociales y resulta extremadamente difícil para cualquier organización predecir lo que nos deparará el futuro, incluso el más inmediato. Ni siquiera podemos atisbar si la presente revolución industrial impulsada por la transformación digital va a ser duradera o si en cuestión de décadas un nuevo paradigma tecnológico inaugurará otra nueva era.

El verdadero cambio que trae esta revolución tecnológica es que, en todos los niveles de actividad de nuestra sociedad, se están transfiriendo tareas del mundo físico al entorno virtual y que, de manera creciente, entes autónomos cada vez más «inteligentes» irán paulatinamente realizando las tareas que tradicionalmente hacía el humano. El mundo militar no va a quedar al margen de esta transformación profunda; si se me permite el anglicismo, la *megatrend* es que el campo de batalla del futuro será más digital, estará más robotizado y se desplazará al dominio cibernético-virtual.

El cambio fundamental que traerá la Cuarta Revolución Industrial será que entes autónomos inteligentes irán desplazando a operadores humanos en un espacio de combate cada vez más digitalizado y robotizado.

La Cuarta Revolución Industrial traerá cambios en forma de nuevas capacidades para la Armada: armas de energía dirigida, vehículos de hipervelocidad, toda una gama de desarrollos en el dominio cibernético —como la inteli-

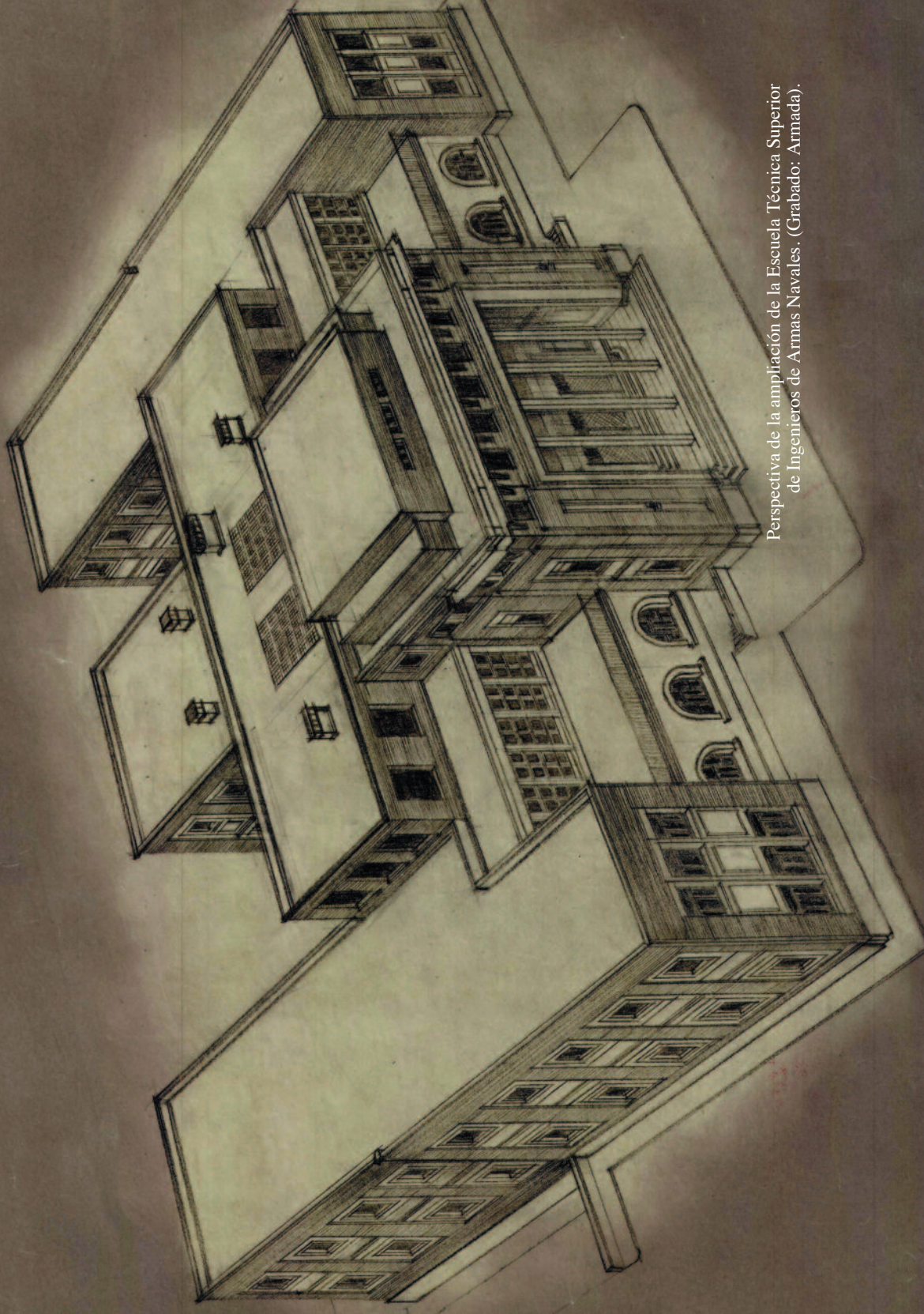
(38) La nueva fragata rusa de la clase *Almirante Gorshkov* es una excepción a esta tendencia.

gencia artificial, la robótica, el proceso automático de grandes cantidades de información—, creciente capacidad de interconexión entre máquinas y nuevas formas con las que los operadores cooperarán con ellas.

Para imaginarnos los cambios que nos esperan, aunque no sea un método de análisis estrictamente científico, recurrir a la Historia nos proporciona siempre perspectiva y nos ilustra sobre lo que nos deparará el futuro, en el sentido de que, de alguna manera, hay que esperar que circunstancias similares a las que se dieron en otra época produzcan efectos también similares en el porvenir. La Revolución Industrial originó la gran transformación naval de la segunda mitad del siglo XIX; en pocas décadas las flotas de las potencias navales sufrieron la mayor transformación ocurrida en siglos. Será inevitable que ahora, en estos tiempos de cambios vertiginosos que impone la actual revolución tecnológica, no se produzca otra gran conversión naval similar a la de entonces.

Precisamente, la tesis nuclear de estas reflexiones es que la incorporación de vehículos y plataformas inteligentes y autónomas será el eje de la futura gran transformación naval; pero me temo que a lo largo del texto he dejado bastantes más interrogantes que respuestas que pudieran servir de ayuda a la difícil tarea de navegar aguas más allá de la marca *hic sunt dracones*.

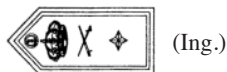




Perspectiva de la ampliación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Armas Navales. (Grabado: Armada).

DE INGENIEROS DE MARINA A INGENIEROS DE LA ARMADA (1770-2020)

Antonio GONZÁLEZ GARCÍA



Agustín E. GONZÁLEZ MORALES



N este artículo se expone, concisamente, la historia del Cuerpo de Ingenieros de la Armada, que procede del Cuerpo de Ingenieros de Marina y del Real Cuerpo de Artillería de Marina, que después de su respectiva evolución histórica, fueron fusionados como Cuerpo de Ingenieros Navales y Cuerpo de Ingenieros de Armas Navales en 1967 para constituir el actual. Como no es cronológicamente lineal, para aclararla se incluye un gráfico que facilita su comprensión.

Primera etapa (1). Ingenieros de Marina (1770-1825)

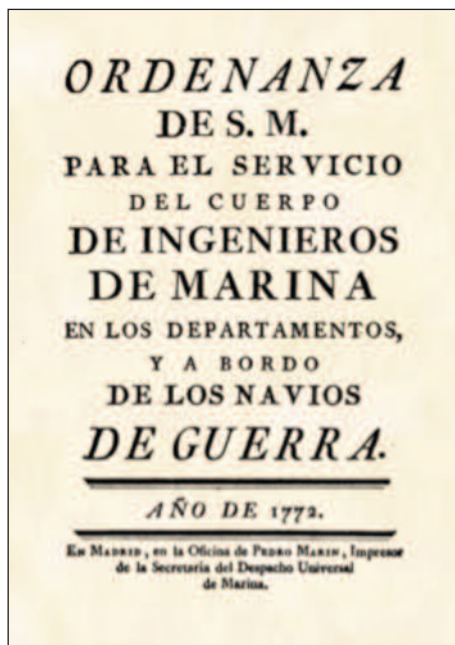
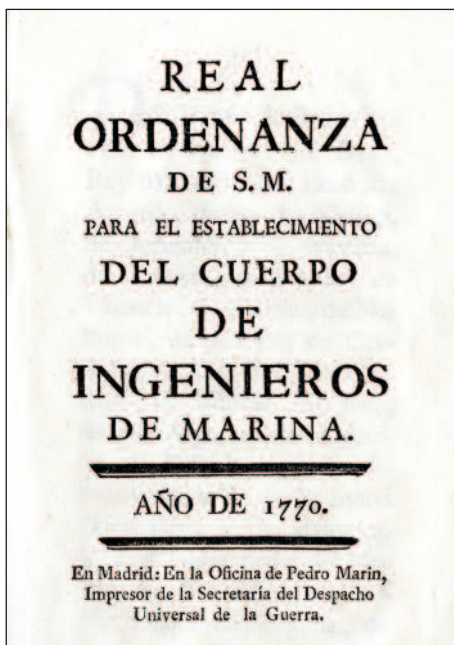
Dentro del clima intelectual de la Ilustración, la Armada sintió la necesidad de enfocar industrialmente sus arsenales, cambiando, además, su sistema de construcción de buques basado en la experiencia artesanal por técnicas de diseño y fabricación sustentadas en el conocimiento científico.

A pesar de la opinión muy extendida, Jorge Juan no fundó el Cuerpo de Ingenieros, aunque participó activamente en la construcción de buques y en la aplicación de la ciencia a la Arquitectura Naval, plasmando su conocimiento en el magnífico texto *Examen Marítimo*, publicado en 1771 y traducido al inglés y al francés.

A propuesta del secretario de Marina Arriaga, Carlos III firmó el 10 de octubre de 1770 (2) la *Ordenanza de S. M. para el Establecimiento del Cuer-*

(1) Estudiada en profundidad en *Los ingenieros de Marina, motores de la renovación y tecnificación de la construcción naval española (1770-1827). Su organización, academia y realizaciones*, 2009. Tesis doctoral de José María Sánchez Carrión.

(2) No hemos logrado desentrañar por qué se decretó que la fecha de la antigüedad del Cuerpo es el 24 de diciembre de 1770, dos meses y medio después de la firma.



po de Ingenieros de Marina, que indicaba que sus oficiales «se distribuirán en los Departamentos, y Astilleros de Europa, y América, según las urgencias, y el número de Bajes que hubiese que carenar, y construir, Edificios hidráulicos, y civiles, que fabricar, y reconocimientos de Montes que convenga hacer». En definitiva, fundó un Cuerpo facultativo de ingenieros navales, puertos, forestales y arquitectos, con una plantilla de 37 oficiales y una escuela para 30 cadetes.

El ingeniero naval francés Francisco Gautier, que vino a España de la mano del secretario de Estado Grimaldi, fue quien redactó la Ordenanza, inspirándose en la francesa de 1765 y en la de nuestros ingenieros del Ejército. Gautier fue el primer ingeniero del Cuerpo y su primer ingeniero general. Desde ese cargo implantó el sistema constructivo francés, que relegó al sistema anglo-español propugnado por Jorge Juan.

La Ordenanza definía un uniforme propio para el Cuerpo y los mismos empleos militares que en el Ejército, y estableció que para ascender a ingeniero extraordinario desde ayudante era indispensable haber efectuado una campaña de mar y un reconocimiento de montes (3).

(3) El Cuerpo de Ingenieros de Marina gestionó los montes para controlar la producción de madera y brea para los arsenales.

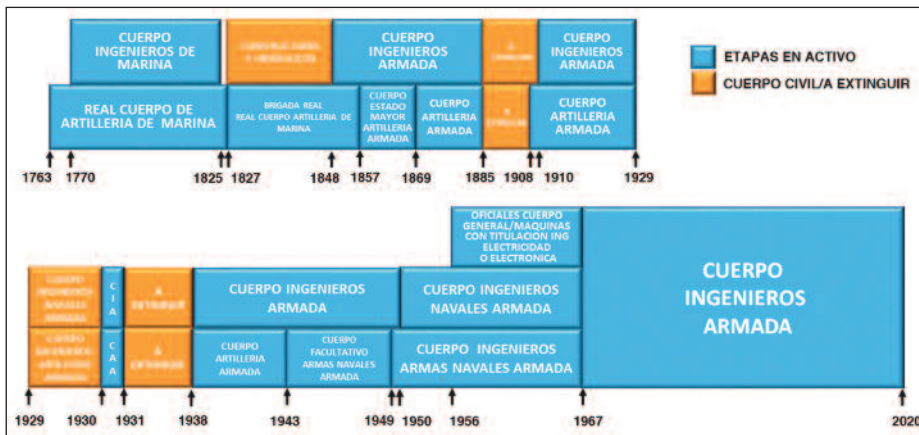
Ordenanza 1770	Reglamento 1869	R. D. 26/03/1913	Ley 61/1967
Ingeniero general	Inspector general de ingenieros	General de división	Vicealmirante
Ingeniero director	Ingeniero inspector de primera clase	General de brigada	Contralmirante
Ingeniero director/ Ingeniero en jefe (4)	Ingeniero inspector de segunda clase	Coronel	Capitán de navío
Ingeniero en segundo	Ingeniero jefe de primera clase	Teniente coronel	Capitán de fragata
	Ingeniero jefe de segunda clase	Comandante	Capitán de corbeta
Ingeniero ordinario	Ingeniero primero	Capitán	Teniente de navío
Ingeniero extraordinario	Ingeniero segundo	Teniente	Alférez de navío
Ingeniero ayudante		Alférez	Alférez de fragata

Evolución de los empleos en el Cuerpo de Ingenieros de la Armada.

Pero el nuevo Cuerpo perturbó el equilibrio de poderes existente entre el Cuerpo del Ministerio y el Cuerpo General en los arsenales. Por eso, en 1772, Arriaga promovió la *Ordenanza de S. M. para el Servicio del Cuerpo de Ingenieros de Marina en los Departamentos, y a bordo de los Navíos de Guerra*, que desarrollaba la anterior, pero establecía que sus 45 ingenieros estaban «agregados» al Cuerpo General y que, por tanto, usarían su uniforme y sus empleos. Además, dedicaba un título completo a los cometidos de los ingenieros embarcados a los que incluía en la sucesión de mando de los buques (5). También creaba una «Academia para la instrucción de Subalternos», donde los alumnos estudiarían Matemáticas, Arquitectura, Física, Navegación, etc., descartando la Escuela de Cadetes estipulada en la Ordenanza de 1770, y establecía que para ingresar en el Cuerpo había que ser oficial de Marina, Infantería, Caballería, Dragones, Artillería, ingenieros del Ejército o Milicias, realizar unos cursos en la Academia y superar los exámenes.

(4) Ortografía de la Ordenanza de 1770.

(5) «Los Ingenieros de Marina, como Oficiales Vivos, que son del Cuerpo General de la Armada se embarcarán, quando les tocare, según su grado, antigüedad, y alternativa, que han de seguir en todo servicio, por la que deberán mandar los Navíos quando les toque, y en caso de muerte, ó ausencia de los que les antecedan».



Línea cronológica de los Cuerpos de Ingenieros y Artillería de la Armada.

Tras Gautier, el siguiente ingeniero general fue José Romero Fernández de Landa, que perfeccionó la Arquitectura Naval y promovió la construcción de navíos, como el *San Ildefonso* (6) o el *Santa Ana*, que nada tenían que envidiar a los franceses o británicos. El *Montañés*, de Julián de Retamosa, cuarto ingeniero general, se considera el mayor exponente de la tecnología naval española del siglo XVIII.

Pero con el declive en la construcción naval a partir de 1795, el Cuerpo de Ingenieros fue perdiendo efectivos. En 1815 la plantilla se redujo a la mitad debido a la bancarrota tras la Guerra de la Independencia, y el 31 de agosto de 1825 se declaró a extinguir (7).

Cuerpo de Constructores e Hidráulicos (1827-1851)

Una vez desaparecidos los ingenieros de Marina, en 1827 se aprobó el Reglamento de los Cuerpos de Constructores e Hidráulicos, de carácter *civil*, aunque vestían un uniforme específico. Se ocupaban de la construcción naval

(6) Se conserva un informe manuscrito de Mazarredo, datado en 1785, sobre pruebas de mar comparativas, que indica que aventajaba en más de un nudo al *San Juan Nepomuceno* de Gautier, de bolina, en popa y a un largo.

(7) La Orden que suprimió el Cuerpo se titula: *Determinando S. M. el arreglo general de todos los cuerpos de la Armada: que se supriman los departamentos del Ferrol y Cartagena, nombrando los individuos que deben quedar en ellos, y que todas las obras se hagan por contrata, con otras advertencias*. El texto comienza así: «La serie no interrumpida de calamidades... que agobian a la España, y la consiguiente falta de ingresos...».

y de las obras civiles e hidráulicas, a pesar de la escasísima actividad de los arsenales. Sus miembros, dieciocho constructores y siete hidráulicos, eran poco más que unos subalternos aventajados de los arsenales.

En 1851 se suprimió el Cuerpo y sus componentes ingresaron en la escala *práctica* del restablecido Cuerpo de Ingenieros, pero en escalafón separado, aunque podrían incorporarse a la escala *facultativa* si aprobaban un examen. Además, se estableció que «los destinos de Comandantes de Ingenieros en los arsenales recaerán precisamente en los de la escala facultativa, y les estarán subordinados los de la práctica, sea cualquiera la graduación y carácter que representen».

Segunda etapa. Ingenieros de la Armada (1848-1885)

Al fallecer Fernando VII empezó la inquietud por reconstruir la Flota. Consecuentemente, en 1834 se intentó restablecer el Cuerpo de Ingenieros, sin éxito.

Fue en 1847 cuando el marqués de Molins, a la sazón ministro de Marina, reorganizó los Cuerpos de la Armada e inició un costoso programa de construcción y adquisición de buques de propulsión combinada a vela y vapor. Para ejecutarlo necesitaba personal experto en la tecnología de propulsión a vapor y hélices. Por ello, en 1848, se volvió a crear el Cuerpo de Ingenieros de la Armada (8), con una plantilla de 40 oficiales, que usarían el uniforme del Cuerpo General. El real decreto contemplaba enviar ingenieros a arsenales de Francia e Inglaterra para ponerlos al día sobre los nuevos avances técnicos. Además, ordenaba que completasen su educación teórico-práctica embarcados (9).

También se creó una Academia Especial de Ingenieros dentro del Colegio de Guardiamarinas en La Carraca, pero no cuajó por falta de profesorado. Finalmente se enviaron alumnos a la Escuela de Construcciones Navales de la Marina francesa de Lorient.

La enseñanza reglada de nuestros ingenieros en España no se consolidó hasta que en 1860 se creó la Escuela Especial de Ingenieros de Ferrol (10).

En el Reglamento (11) del Cuerpo de 1869 se instituyó una Junta de Constructores para asesorar al Almirantazgo y se aumentó la plantilla hasta 60 oficiales, que vestirían el uniforme del Cuerpo General, pero especificando, por primera vez, que el fondo de las insignias sería azul.

(8) Real Decreto de 7 de junio de 1848.

(9) Los candidatos permanecerían tres años como alféreces de fragata y, después de superar el examen final, harían al menos 120 días de mar en buques de vela y vapor, «procurando escoger para ello tiempos de invierno y altas latitudes, donde probablemente habrá vientos fuertes y gruesas mareas».

(10) Real Decreto de 8 de febrero 1860.

(11) Real Decreto de 1 de noviembre de 1869.

Sin embargo, después de este resurgimiento, en 1885 se decidió que el Cuerpo General asumiese las funciones de los ingenieros y los artilleros. Para ello se promovió un curso de tres años en la Academia de Ampliación de San Fernando, donde se estudiaban las siguientes especialidades: ingenieros constructores de buques, ingenieros mecánicos, artilleros, astrónomos e hidrógrafos. Como consecuencia, en 1884 se suspendieron los ingresos en las academias de Ingenieros y Artillería, un año más tarde cerraron ambas escuelas y los dos Cuerpos se declararon a extinguir.

Tercera etapa. Ingenieros de la Armada (1910-1931)

Después del desastre de 1898 se aprobó el Plan Naval Maura-Ferrándiz para dotar a la Flota con buques modernos. Como se necesitaban profesionales para supervisar las construcciones, en 1910 se reconstituyó el Cuerpo de Ingenieros (12), ordenándose que la primera promoción se formase en la Escuela de Ingenieros Navales de Francia. La promoción siguiente estudió en Génova. En 1912 se estableció una plantilla en 51 oficiales. Y en 1913 se modificaron las denominaciones de los empleos que, con pocos cambios, databan de 1770.

Para evitar esta dependencia del extranjero, en 1914 se creó la Academia de Ingenieros y Maquinistas de Ferrol. Era la primera en España que expedía el título de Ingeniería Naval. Se dictaminó que los alumnos del Cuerpo de Ingenieros de la Armada cursaran dos años en la Escuela Naval y tres en dicha Academia, y que finalizaran su formación embarcando dos años. Las primeras promociones estaban formadas por oficiales del Cuerpo General y del Cuerpo de Ingenieros del Ejército. A partir de 1818 la Academia admitió también alumnos civiles. Por tanto, en la Armada se formaron los ingenieros navales civiles hasta que en 1933 se fundó la Escuela Especial de Ingenieros Navales en Madrid, que en 1948 se trasladó a la Ciudad Universitaria y es hoy la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de la Universidad Politécnica de Madrid.

En 1926 se suspendió el ingreso en las escuelas de Ingenieros y Artillería, quedando la Academia de Ingenieros disponible solo para alumnos civiles.

Entre marzo de 1929 y julio de 1930 los Cuerpos de Ingenieros y Artillería tuvieron consideración político-militar, usaban empleos con denominaciones civiles y se llamaban, respectivamente, Cuerpo de Ingenieros Navales y de Ingenieros-Artilleros. En 1931 se declararon a extinguir, razonando que sus cometidos podían realizarlos «elementos civiles especializados... en condiciones igualmente eficaces, pero mucho menos onerosas» (13), que quedarían

(12) Real Decreto de 1 agosto de 1910.

(13) Decreto de 10 de julio de 1931.

sujetos a la disciplina militar mientras prestaran servicio en la Marina. Como curiosidad, en 1933 se publicaron vacantes en la Inspección General de Buques del Ministerio de Marina, a las que podían optar tanto ingenieros de la Armada como civiles.

Cuarta etapa. Ingenieros Navales de la Armada (1938-1967)

En 1938, en plena Guerra Civil, se reactivaron (14) los Cuerpos de Ingenieros y Artillería dado que «sólo multiplicándose de modo inverosímil, han podido desempeñar su cometido en los Astilleros, salvamento de buques hundidos y factorías militares o militarizadas, poniendo en evidencia lo perjudicial del acuerdo de su separación».

El Cuerpo se reorganizó en 1950, denominándose Cuerpo de Ingenieros Navales de la Armada. Se definieron sus misiones (entre las que estaba la inspección de obras) y se dictaminó que podían ingresar, además de oficiales del Cuerpo General y de Máquinas de la Armada que obtuvieran el título de ingeniero naval, otros profesionales civiles con preferencia para los primeros.

En 1958 se estableció que los ingenieros navales de la Armada se formarían en la ETSIN. Para ello se especificaron las convalidaciones que tendrían los oficiales de la Armada que hubieran cursado dos años en la Escuela de Estudios Superiores de San Fernando. Estas convalidaciones fueron revisadas en 1966.

Ingenieros de Armas Navales (1857-1967)

Los ingenieros de armas navales tienen su origen en el Real Cuerpo de Artillería de Marina, creado en 1763.

En el siglo XIX, conforme las armas y los explosivos se sofisticaban, se consideró necesario contar con personal experto en estas tecnologías cada vez más complejas. Así, por Real Decreto de 1857 se dispuso que los oficiales de las brigadas de Artillería pasasen a un nuevo Cuerpo facultativo, llamado Estado Mayor de Artillería de la Armada, tras tres años de estudios y superar un examen.

El mismo año, otro real decreto organizó la Academia de Ampliación del Cuerpo con sede en Cádiz. Esta, al igual que el Cuerpo al que nutría, tenía un carácter marcadamente técnico-industrial, análogo a la actual Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Armas Navales de la Armada (ETSIAN), de la que es su antecedente. La primera promoción se graduó en 1860. Uno de sus integrantes fue José González Hontoria.

(14) Ley de 30 de septiembre de 1938.

El Cuerpo de Estado Mayor de Artillería existió doce años, hasta que en 1869 se publicó un nuevo reglamento «con el laudable fin de fundar bajo una base sólida una corporación científica» (15) que lo transformó en el Cuerpo de Artillería de la Armada, con una plantilla de 69 oficiales. Esta época coincidió con una política de fomento de la Armada y, por tanto, de puesta al día de su armamento. Aun así, en 1885 se declaró a extinguir y asumió sus funciones el Cuerpo General.

En 1901 se clausuró la Academia de Ampliación. Es significativo que durante los años que estuvo abierta no llegó a formar a ningún oficial especialista en Artillería.

En 1908, con el Programa Naval de Maura-Ferrándiz se reconstituyó el Cuerpo con funciones eminentemente técnicas, y se ordenó que un capitán de Artillería embarcara en los acorazados y cruceros acorazados.

En 1943, después de la Guerra Civil, la Armada abordó la reorganización de las actividades técnicas y creó el Cuerpo Facultativo de Armas Navales (16), asignándole toda la labor técnico-industrial relacionada con las armas, las pólvoras y los explosivos, la óptica, las direcciones de tiro, la química y los blindajes. Al mismo tiempo se fundó la ETSIAN, única Escuela de España en su materia. En el artículo sexto se indicaba que cuando hubiera falta o escasez de candidatos dentro del Cuerpo General y se previera la imposibilidad de cubrir las plazas convocadas, podrían optar a ellas, mediante oposición, todos los españoles con alguna de las siguientes titulaciones: diplomados del Cuerpo de Ingenieros de Armamento y Construcción del Ejército, Ingeniería Naval, de Caminos, Canales y Puertos, de Minas, Industriales, Electricidad, licenciados en Ciencias Físicas y Químicas y en Ciencias Exactas.

En 1949 el Cuerpo Facultativo de Armas Navales se reorganizó, pasando a denominarse Cuerpo de Ingenieros de Armas Navales y se agregó a sus funciones toda la labor de carácter técnico-industrial relacionada con armas submarinas. En 1964 se constituyó el Colegio Oficial de Ingenieros de Armas Navales bajo la dependencia del Ministerio de Marina; en él se integraron los que poseían este título y los ingenieros del Cuerpo de Artillería.

Quinta etapa. Actual Cuerpo de Ingenieros de la Armada (1967-2020)

En 1967 coexistían, por tanto, el Cuerpo de Ingenieros Navales y el Cuerpo de Ingenieros de Armas Navales.

Con la implantación masiva de sistemas eléctricos y electrónicos en la Armada, no parecía lógico crear otro Cuerpo que se ocupara de estas tecnolo-

(15) Decreto de 16 de octubre de 1869.

(16) Ley de 6 de febrero de 1943.



Galones de teniente coronel ingeniero de armas navales (izquierda) e ingeniero naval (derecha).

gías, por lo que se instituyó un único Cuerpo de Ingenieros (17) «para que los componentes de las distintas ramas de la ingeniería técnico-industrial de la Armada actúen en estrecha relación, con unidad de dirección, gran espíritu de cooperación y completa visión de conjunto».

En él, formado por 109 miembros (18), desde capitán de corbeta hasta vicealmirante, se integraron los dos Cuerpos citados y los oficiales del Cuerpo General y de Máquinas titulados en Electricidad o Electrónica. Se constituyeron en un único escalafón con tres ramas: Navales, Armas Navales y Electricidad. Se asignaba el uniforme de la Armada, con las mismas divisas que en el Cuerpo General, sobre fondo azul claro y el distintivo de la rama en el lado derecho del pecho.

Pero conforme crecía la complejidad de los sistemas empleados en la Fuerza y las instalaciones de la Armada, se fue viendo la necesidad de incorporar personal con titulaciones como Telecomunicaciones, Aeronáutica, Arquitectura, etc. Así, a partir de 1990 se promovió el ingreso de profesionales civiles que hubiesen finalizado ciertas carreras universitarias, y en 1993 se crearon la Escala de Oficiales (EOF) para titulados superiores y la Escala Técnica de Oficiales (ETO) para titulados medios.

En 1997 las ramas se transformaron en especialidades fundamentales, aunque en 2003 se consolidaron (19) en una sola especialidad fundamental.

(17) Ley 61/1967 de 22 de julio.

(18) El número de tenientes de navío y alféreces de navío no se fijaba.

(19) Real Decreto 207/2003, de 21 de febrero.

Con la aplicación del Plan Bolonia en la enseñanza europea se modificaron las condiciones para entrar en el Cuerpo, de manera que a la EOF se accede con determinados estudios del nivel de máster, y a la ETO con grado.

En la actualidad el Cuerpo de Ingenieros está formado por 295 oficiales, encuadrados en cuatro escalas: las mencionadas y las correspondientes de complemento. Teniendo en cuenta que la Armada está construyendo buques y sistemas muy avanzados (como la fragata *F-110*, el submarino *S-80*, etc.), estando además inmersa en la transformación digital derivada de la Visión 4.0, la Dirección de Ingeniería y Construcciones llevó a cabo un estudio en 2019 donde se concluye que para apoyar técnicamente todos estos desafíos es necesario aumentar los efectivos del Cuerpo hasta 352 oficiales ingenieros.

Epílogo

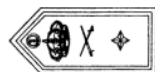
En este resumen histórico se aprecia que cuando la Armada ha decidido impulsar la construcción naval ha contado con su Cuerpo de Ingenieros, reactivándolo, si fuera necesario, como ocurrió en 1770, 1848, 1910 y 1938.

La ingeniería de la Armada, con el Cuerpo de Ingenieros al frente, ha liderado siempre los grandes procesos de construcción y los principales retos tecnológicos a los que se ha enfrentado, desde los navíos de línea en la segunda mitad del siglo XVIII hasta las modernas fragatas o submarinos en los comienzos del XXI.



LOS BOSQUES FLOTANTES. GESTIÓN DE LOS MONTES POR PARTE DE LA ARMADA

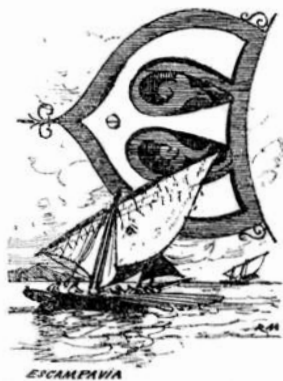
Antonio GONZÁLEZ GARCÍA



(Ing.)

La arquitectura naval es el arte de trasladar las selvas a los mares.

Cipriano Vimercati (1), 1787.



STE artículo pretende poner de manifiesto la importancia de la gestión forestal de los montes por parte de la Armada para asegurar el suministro de madera como materia prima para construcción naval hasta la primera mitad del siglo XIX.

Es sabido que la madera fue el componente fundamental de galeras, naos, galeones y navíos de línea, preferiblemente de roble para la estructura del buque y forro de la obra viva, coníferas para la arboladura (2) y pino para el forro de la obra muerta y cubiertas, aunque se utilizaban otras muchas especies para otros componentes del buque, incluyendo variedades preciosas de Cuba, como caoba (3). La madera, así como la brea o la pez

para calafatear, solo se podía obtener de la explotación de los montes.

Es decir, la producción del navío de línea no arrancaba en el astillero, sino bastante más atrás, en el cultivo y plantío de los montes y bosques, en la intervención en las guías y la formación de los árboles, en la selección de los diferentes pies según especies y formas, así como en el cuidado en la

(1) Director de las tres Academias de Guardiamarinas.

(2) Cuando era posible, para la arboladura se utilizaba pino del Báltico (llamado de Riga) o de Flandes. En el siglo XVIII hay documentados cargamentos procedentes de Gdansk para Ferrol y Cartagena.

(3) El navío *Santísima Trinidad*, el «Escorial de los Mares», de 140 cañones en cuatro puentes, fue construido en el Arsenal de La Habana utilizando caoba, júcaro y caguairán.

corta, transporte (4), secado, labra y tratamiento de las maderas. Si a eso añadimos que Jorge Juan recomendaba utilizar robles con edades comprendidas entre 80 y 140 años, queda claro que la gestión de la madera para construcción naval no era una tarea sencilla.

Para darnos una idea del consumo de madera necesario para la construcción de navíos de línea del siglo XVIII, aunque son muy diversas las estimaciones, tomaremos como referencia la proporcionada por el constructor naval Ciprián Autrán, que calculaba una media de 2.574 árboles para un navío de 70 cañones y 3.516 ejemplares para uno armado con 80. Estas cifras dan una idea de que una escuadra de navíos de línea en la mar en el siglo XVIII, además de un espectáculo grandioso, era, verdaderamente, un bosque flotante.

Gestión de maderas para construcción naval en los siglos XVI y XVII

Desde tiempos remotos, los concejos llevaban a cabo una explotación comunal de los bosques, actividad que se vio modificada en el siglo XVI por la demanda de madera para construir las imprescindibles flotas que sostenían la integridad y el comercio con los territorios de nuestras inmensas colonias.

Los robles eran especialmente abundantes en la cornisa cantábrica, por lo que en 1551 se dispuso mediante real orden que los barcos destinados a la Carrera de Indias, que debían tener una resistencia a la mar superior a otras flotas, no pudiesen ser construidos con maderas del sur peninsular, sino de la cornisa cantábrica, lo que afectó a las Atarazanas de Sevilla (5), que iniciaron su decadencia.

A mediados del siglo XVI ya había una preocupación creciente sobre la disponibilidad de madera para la construcción naval por la reducción de superficie arbolada, motivada por las quemas de montes no autorizadas para obtener tierras para cultivo o ganadería, lo que propició la necesidad de repoblar. Sirva como ejemplo un decreto de Felipe II en 1558 que prevenía los incendios intencionados para obtener pastos como sigue: «... que cada y quando acaesciere quemarse algún monte, dentro de cinco ó seis años no entrase en él ningún ganado so grandes penas». Sin duda, medidas similares, aunque dirigidas a otros intereses, bien pueden aplicarse hoy en día.

Se considera el año 1562 el punto de partida de un conjunto de políticas y actuaciones que motivaron decisiones de gestión, técnicas, estructurales, económicas y legislativas teniendo como único objetivo dotar a la Armada de flotas adecuadas a sus misiones. Felipe II comenzó por nombrar a Cristóbal

(4) A menudo utilizando los ríos mediante almadías. En el Segura está documentado que se utilizaban otras técnicas.

(5) Parte de las Atarazanas de Sevilla se puede visitar actualmente.

de Barros y Peralta responsable de asuntos navales y le proporcionó unas «Instrucciones para fomentar la fábrica de naos» en 1563, incluyendo el plantío de nuevos árboles que pudiesen servir a la Marina en Guipúzcoa, Vizcaya, el Corregimiento de las Cuatro Villas (San Vicente de la Barquera, Santander, Laredo y Castro Urdiales), Galicia y Asturias. Posteriormente, en 1574, se designó a Cristóbal de Barros superintendente de Fábricas, Montes y Plantíos para toda la cornisa cantábrica. Su jurisdicción se extendía a los bosques dentro de dos leguas (11 km) (6) de la costa y ríos navegables e implantó el modo de plantar anualmente, tanto desde el punto de vista técnico como en cuanto a sus consecuencias legales en caso de incumplimiento.

La superintendencia de Barros sin duda alguna sentó las bases de toda la organización forestal posterior hasta la Ordenanza del marqués de la Ensenada en 1748, que se describirá más adelante.

Montes de Marina en el siglo XVIII

En el sistema constructivo de Gaztañeta, en la primera mitad del siglo XVIII, se consumía gran cantidad de madera, ya que, al principio, al estar las cuaderñas formadas por grandes piezas obligaba a emplear árboles muy grandes y de formas escogidas, que cada vez eran más escasos.

El título de intendente general de Marina dado a Patiño en 1717 puso a su cargo la conservación de montes y plantíos cercanos a la costa, que debería ejercer por medio de los delegados que señalase. Una Real Orden de 1726 creaba los departamentos marítimos de Ferrol, Cádiz y Cartagena, y asignaba a sus intendentes esta función.

Dentro de su admirable afán regulador, el marqués de la Ensenada compuso una Ordenanza específica para los montes de Marina, que firmó el rey Fernando VI el 31 de enero de 1748, titulada: «Ordenanza que su Majestad manda observar para la Cría, Conservación, Plantíos y Corta de los Montes, con especialidad los que están inmediatos a la Mar, y Ríos Navegables. Método, y Reglas que en esta materia deben seguir los Intendentes de Marina, establecidos en los tres Departamentos de Cádiz, Ferrol y Cartagena».

Concretamente, esta afectaba a «los Montes situados en las inmediaciones de la Mar y Ríos navegables (7) en distancias en que pueda facilitarse su conducción a las Playas», sin concretar distancias, y establecía que el cuidado y conservación de dichos montes estuviera a cargo de los intendentes de Marina, que ejercerían la jurisdicción sobre ellos. Dichos jefes deberían enviar a

(6) La legua común equivale a 5.572,7 metros.

(7) En este contexto hay que entender como «navegables» aquellos ríos que permiten el transporte de troncos en almadías hasta la mar, donde se embarcaban en urcas para su transporte a los arsenales.

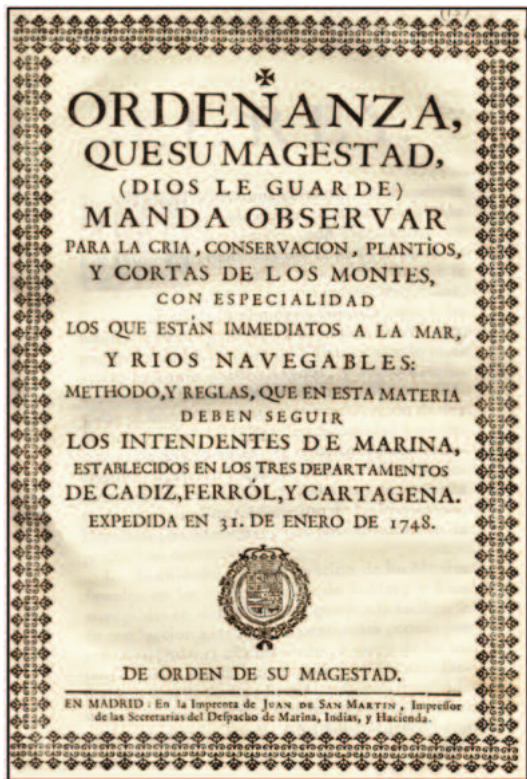


Figura 1. Ordenanza de 1748. (Museo Naval de Madrid).

los ministros de Marina de provincias (8) a visitar los montes (realengo, particulares, de propios (9) y comunales) (10), para establecer en ellos el método más conveniente de los plantíos, trasplantes, podas y cortas. Veamos algunas de las normas que incluía la Ordenanza:

— Exige que en los montes de Marina: «cada vecino plante tres árboles, sin relevar de esta obligación a los Nobles, matriculados para el servicio de Marina, ni a otros, de cualquiera fuero que sean, exceptuando solo las viudas pobres, que no tengan hijos mayores de 18 años». Sin duda, la Armada demostraba un avance significativo en medidas ecológicas y sociales.

— Prohíbe la tala de árboles, pero permite a los vecinos, previa autorización a través de un procedimiento administrativo

definido, cortar árboles para su uso particular (construcción de viviendas), poniendo la condición de que por cada árbol talado sean plantados tres, además de los tres antes mencionados.

- Ordena a los ministros de Marina de las provincias de cada departamento elaborar informes con la relación de montes, incluyendo su régimen jurídico (realengo, señoríos, de propios o comunales), situación y número de árboles en pie, dividiéndolos en clases según la calidad.
- Establece en dos años la periodicidad de visitas a montes para control de su explotación e inspección del cumplimiento de la Ordenanza. Se denomina visitadores a las personas que lo llevan a cabo.

(8) Se denominaba ministro de Marina al capitán de navío o brigadier que ostentaba la máxima autoridad en la jurisdicción de montes de cada provincia marítima.

(9) De propios. Montes del municipio que se arrendaban para obtener fondos.

(10) Comunales. Montes del municipio explotados por los vecinos.



Figura 2. Inventario de árboles en el sur de Cádiz en 1752. (Museo Naval de Madrid).

- Se establece el derecho de reservar para la Armada aquellos árboles que los visitadores puedan marcar, cosa que generalmente se hacía por tener formas coincidentes con las piezas que componen los navíos. Estos no se pueden cortar bajo ningún concepto.
- Dicta instrucciones técnicas para los viveros y trasplante de plantones, podas, etc. A modo de ejemplo, estas son las instrucciones para el trasplante de plantones del vivero a su ubicación definitiva: «Desde mediado Diciembre hasta mediado Febrero, en Luna creciente, observando, que en el sitio en que se coloquen, guarden la misma postura natural que tenían en el vivero».
- Se permite que los vecinos se beneficien del ramaje, la bellota y la hoja.
- Fija el pago de cada codo cúbico de madera de roble en un real de vellón, mientras que cifra el pago por árbol en cuatro reales de vellón para hayas, alcornoques, carrascas, encinas y álamos.
- Permite poner guías a los árboles para que crezcan con un perfil adecuado a las formas complejas de las piezas que componen los navíos. Como veremos más adelante, el Cuerpo de Ingenieros proporcionará reglamentos que ayudarán en esta labor.
- Los ministros de Marina de provincias no disfrutaban de pago alguno extra por las visitas a montes; sin embargo, el escribano y el alguacil

que le acompañen recibirán su salario de las multas que se impongan por incumplimiento de la Ordenanza. Cabe, por tanto, pensar que hubiera cierta tendencia a multar.

- Los artículos a partir del 52 enumeran detalladamente todas y cada una de las jurisdicciones de las provincias marítimas que pasaban a depender de los tres departamentos, y se pueden ver marcadas en rojo en la figura 3.

En disposiciones posteriores se fijaron dentro de la jurisdicción de Marina a todos aquellos montes en un espacio de 25 leguas (138 km) de la costa del mar y ríos navegables, incluyéndose también los montes arbolados de las islas Canarias y de Mallorca, Menorca e Ibiza. Mención expresa merece la sierra del Segura, donde la Ordenanza establecía que la madera de la vertiente del Guadalquivir sería enviada a La Carraca y al Arsenal de Cartagena la correspondiente al río Segura, utilizando los respectivos ríos y sus afluentes para su transporte. La figura 3 muestra en verde una interpretación de las zonas realmente explotadas, basada en normativas posteriores y otros documentos.

Como resultado de estas medidas, durante el mandato de Ensenada como secretario de Marina, se plantaron 2.000.000 árboles y se trasladó suficiente



Figura 3. Interpretación de los bosques explotados por la Armada. (Elaboración propia).

madera de roble a los arsenales para construir 50 navíos y 24 fragatas. Sin embargo, la administración de los montes por la Armada levantó recelos obvios en las poblaciones que se beneficiaban tradicionalmente de la explotación forestal al restringir los derechos sobre sus propiedades y recibir un beneficio menor por sus maderas. En cualquier caso, aunque no se descartaba que hubiera abusos, la Armada puso todo su empeño en regular los montes con justicia, como demuestra por sí mismo el título de la cédula que se muestra en la figura 4, reconociéndolo así Jovellanos (11), aun cuando era decididamente partidario de liberalizarlos.

La Ordenanza de creación del Cuerpo de Ingenieros de Marina de 1770 establecía lo siguiente: «Los Oficiales de este Cuerpo se distribuirán en los Departamentos, y Astilleros de Europa, y América, según las urgencias, y el

número de bajeles que hubiese que carenar y construir, Edificios hidráulicos, y civiles, que fabricar, y reconocimientos de Montes que convenga hacer». Es decir, asigna al Cuerpo de Ingenieros de Marina las funciones de ingenieros forestales y, más concretamente, aquellas labores previstas para los visitantes en la Ordenanza de Montes de 1748. De hecho, para ascender de ingeniero ayudante (AF) a ingeniero extraordinario (AN) era requisito indispensable

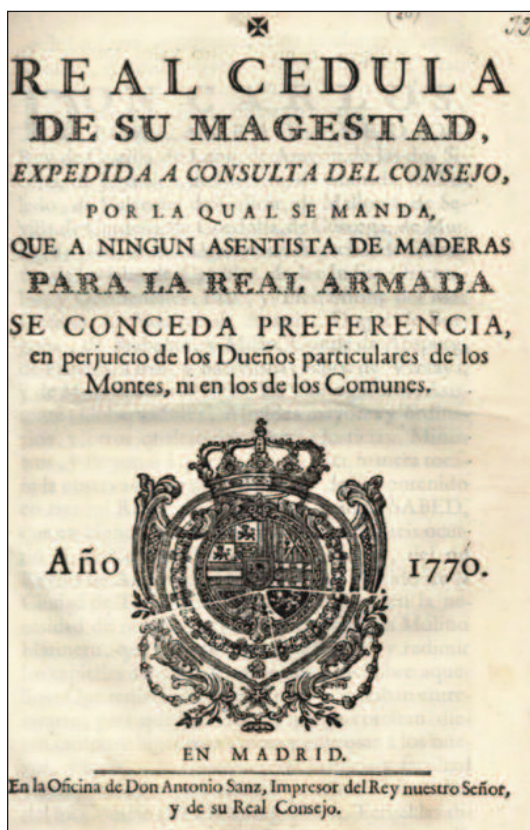


Figura 4. (Museo Naval de Madrid).

(11) «La Sociedad no puede negar al ministerio actual de Marina el testimonio de alabanza, á que es acreedor por el incesante desvelo con que ha animado y protegido la propiedad de los árboles y montes, por la severidad con que ha reprimido los monopolios de los asentistas y la codicia de los asentistas, por la equidad con que ha buscado la justicia en el precio y satisfacción de los montazgos». LINARES Y PACHECO, Wenceslao de: *Obras de Jovellanos*, 1839.

haber efectuado una campaña de mar y cinco o seis meses de reconocimiento de montes; de la misma forma, entre las condiciones para ascender a ingeniero director (capitán de navío o contralmirante) se incluían tres campañas de mar y dos visitas de montes.

Los antiguos ingenieros de Marina tenían que adquirir una formación forestal que les permitiera no solo conocer las tecnologías de la madera y su tratamiento, sino también las técnicas que llevaran a la selección dendrométrica de los pies aptos para el uso en la construcción naval. Se conserva un tratado (12) extenso, aunque tardío, sobre este tema de Casimiro Bona, ingeniero de la Armada. Los ingenieros de Marina desarrollaron varios reglamentos para catalogar las distintas piezas de que se compone un navío, perfeccionando la construcción en serie de buques, ya iniciada por Jorge Juan, y haciendo posible identificar árboles adecuados a formas especiales, como codaste, genoles,



Figura 5. Reglamento de maderas para navíos de 100, 74 y 64 cañones y para fragatas de 36. (Museo Naval de Madrid).

(12) BONA Y GARCÍA DE TEJADA, Casimiro: *Memoria sobre la explotacion de los robles por la Marina en la provincia de Santander*, 1881.

varengas, etc., ya fuera para corta, marcado (ya mencionado) para futuras cortas o establecer guía. La figura 5 muestra el Reglamento de 1794 de Romero Landa, inspector general del Cuerpo de Ingenieros.

Posteriormente se refina la legislación, de forma que por real orden de 1799 se concretaba que se consideran reservados para Marina:

- Todas las especies de pino de que hace uso la Marina.
- Todos los alisos, nogales, fresnos, olmos, álamos negros y blancos de más de seis pulgadas de diámetro.
- Todos los robles, quejigos, encinas y alcornoques de más de ocho pulgadas de diámetro.

Esto hizo posible la construcción durante el siglo XVIII de entre 223 y 230 navíos con más de 50 cañones.

Varias reales órdenes de 1800 confiaron la jurisdicción de los montes de Marina a los capitanes generales de los departamentos, de la misma manera que antes la habían ejercido los intendentes; adicionalmente, los ministros de las provincias fueron sustituidos por oficiales del Cuerpo General con el nombre de comandantes militares de las provincias de Marina.

Por Real Orden de 1801 se determinaba que la reserva de árboles para la Armada mediante marcado, probablemente por incumplimiento flagrante, no daba los resultados apetecidos y establecía los guardas de montes como solución, permitiendo las siguientes relajaciones:

- Las justicias locales, de acuerdo con los ayuntamientos, podrán autorizar cortas inferiores a cuatro o seis árboles para reparaciones urgentes de arados, carretas, molinos o norias, etcétera.
- Los comandantes militares de las provincias pueden autorizar cortas de hasta 18 o 20 árboles.
- Si las cortas exceden 20 árboles, debe ser la Jurisdicción de Marina quien autorice.

La nueva Ordenanza de montes de 1803 no tuvo aplicación, pues la Real Cédula de 1805 dejó en suspenso su práctica hasta que se hicieran planos topográficos en toda la extensión de las 25 leguas de la costa tierra adentro. Entre tanto, debía regir la de 1748, con las adiciones que se hubieran hecho hasta 1802.

Dado que no se elaboraron los planos topográficos citados, la Ordenanza de 1748 mantuvo así su vigencia, hasta que un real decreto de 1833 hizo depender los montes del Ministerio de Fomento, cerrándose así un período histórico en que una parte de los montes españoles fueron gestionados por la Armada.

No puedo finalizar este artículo sin hacer referencia a la discutida deforestación ocasionada por la construcción naval, un tema sobre el cual no existe unanimidad entre los expertos. En ese sentido, Gaspar de Aranda, en un interesante artículo (13), hace una estimación del consumo de madera de roble utilizado para navíos durante el siglo XVIII, concluyendo que no supuso más de un 5 por 100 de las existencias en 1994 en los bosques de España, por lo que, aun siendo significativa la cifra, no cabe adjudicar exclusivamente a la construcción naval la responsabilidad de la deforestación de los montes españoles. En el caso específico de Cantabria, aunque esta zona surtió de madera a los arsenales de Ferrol y Guarnizo, no hay que olvidar que las fábricas de artillería de Liérganes y La Cavada fueron consumidores voraces de madera y carbón vegetal.

Queda como tema para otro artículo el análisis de por qué la Armada no transportaba la madera desde las colonias, donde era abundante y de mejor calidad (14).

Conclusión

La Armada gestionó parte de los montes de España durante más de 250 años, entre 1562 y 1833, primero de forma indirecta a través de superintendentes y de forma orgánica a partir de Patiño. Las primeras normas desde 1562 para gestión de montes en beneficio de la construcción de buques para la Armada, diseñadas por Felipe II, abarcaban una jurisdicción de dos leguas cercanas a la mar o a ríos navegables, que se fue incrementando a lo largo del siglo XVIII hasta las veinticinco leguas. Se puede deducir, aproximadamente, que la superficie de bosques, montes y terrenos forestales explotados por la Marina en el siglo XVIII superó la cifra de cuatro millones de hectáreas.

El marqués de Ensenada, con la Ordenanza de 1748, y sus sucesores, con las normativas de los años siguientes, consiguieron un aprovechamiento de los montes que hizo posible la espectacular escalada de construcción durante el siglo XVIII, en que la Armada pasó de disponer de cuatro navíos en 1700 a tener 76 censados en la flota en 1797 (a pesar de las pérdidas en combate y naufragios). Aunque es un punto muy discutido por los expertos, se cree que

(13) ARANDA, Gaspar de: «La capintería y la industria naval en el siglo XVIII». *Cuaderno Monográfico del IHCN*, núm. 33 (1999).

(14) El capitán de navío Cesáreo Fernández Duro afirmaba que solo el cedro de Jamaica es inmune al ataque de la broma. El secretario de Marina Salazar explica que el cedro de América «embebe en sí las balas, sin que se experimenten los efectos de los astillazos» (la mayor parte de bajas durante el combate se producían por las astillas que levantaban los impactos y después por la infección de las heridas provocadas por aquellas).

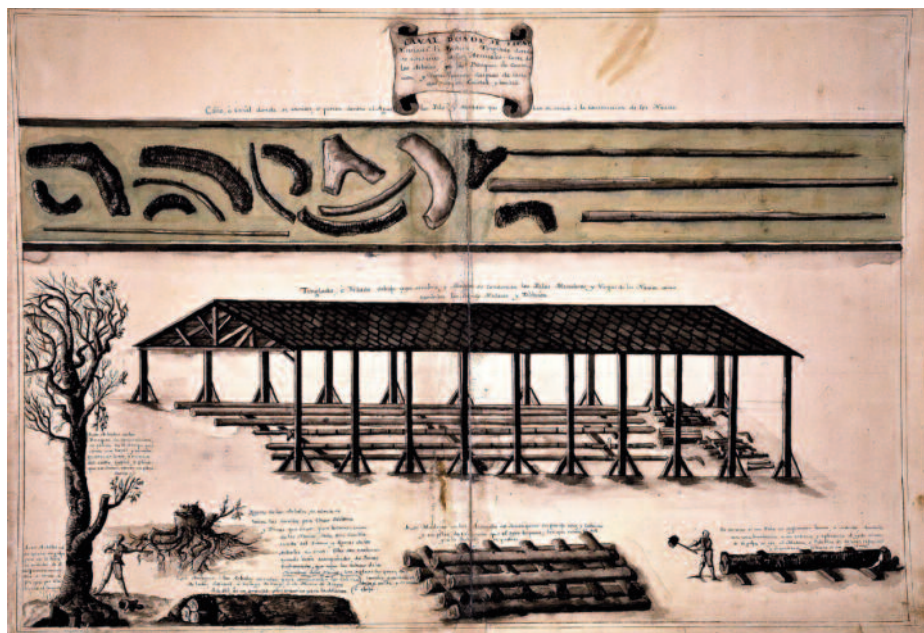


Lámina del *Álbum de construcción naval* del marqués de la Victoria.
(Museo Naval de Madrid).

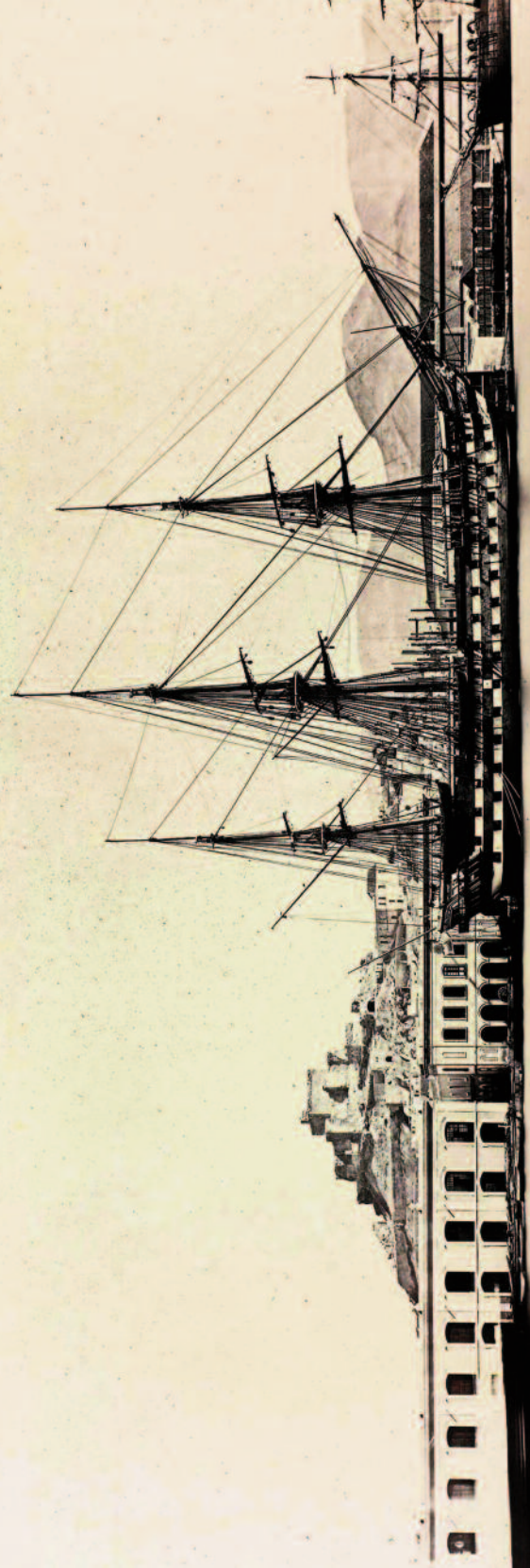
la normativa de la Armada del siglo XVIII, a pesar del consumo significativo de madera, tuvo unos efectos positivos por imponer la obligación de efectuar plantíos, que al menos durante el período de Ensenada tuvieron documentada su efectividad.

A partir de su creación en 1770, se asignó la explotación y control de montes al Cuerpo de Ingenieros de Marina. Este año 2020 celebramos, por tanto, el 250 aniversario del Cuerpo de Ingenieros de la Armada, de alguna forma, también como ingenieros forestales.





Navío *Isabel II*, 1862. (Biblioteca Nacional de España).



CARTAGENA.
NAVIO ISABEL II EN LA DARSENA.



COMIENZOS DE LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA NAVAL. ACADEMIA DE INGENIEROS DE MARINA, 1770-1776

José María SÁNCHEZ CARRIÓN
Doctor ingeniero naval
Miembro de honor AINE y COIN (1)

La enseñanza militar en la Monarquía Hispánica



ELIPE V implanta la reforma de la milicia mediante un sistema educativo en el que se conjugan los valores militares y el dominio de las ciencias, capaz de transformar estructuras, organizar las ciudades de ultramar y asegurar su protección, tomar el control de las rutas oceánicas, consolidar la industria naval e implantar una correcta utilización de los recursos naturales como materias primas necesarias para dicha transformación.

Los tres primeros centros son la Academia de Ingenieros de Barcelona (1720), el Real Colegio de Artillería de Segovia (1764) y la Academia de Ingenieros de Marina de Ferrol (1770).

Cuerpo de Ingenieros de Marina

En los años 60 no se habían solucionado los graves problemas de que adolecía nuestra Real Armada, y esto indujo al marqués de Grimaldi a pedir al conde de Choiseul la cesión de un constructor amparado en el Tercer Pacto de Familia (tratado de amistad y no agresión) firmado en París en 1761.

Este ingeniero-constructor sería Francisco Gautier, que llegaría a España entre diciembre de 1764 y 1765. Destinado al Real Astillero de Guarnizo,

(1) AINE (Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España), en 2010, y COIN (Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos), en 2019.

ascendido a coronel de Infantería y aprobado su *Reglamento de maderas de roble necesarias para fabricar un navío de 70 cañones...*, es nombrado en 1769 «Director de construcción de bajeles y carenas, independiente de comandantes generales e intendentes de los departamentos... de modo que únicamente con estos os ciñáis a pasarles noticia por papeles de oficio de cuanto necesitéis se os facilite... reservándome a oportuno tiempo el establecimiento de escuelas u otro conveniente arreglo, en fomento de esta profesión, con la idea de que, mediante su técnico estudio, y la práctica que los Individuos dedicados à el puedan adquirir bajo vuestra dirección, se críen y empleen hábiles constructores a mi servicio» (2).

Años antes, en la recepción que el rey le concede en febrero de 1765, alberga la esperanza de establecer una academia, y con esa esperanza habilita en 1766 un cuartocho en La Planchada de Guarnizo para enseñar Matemáticas, Geometría, Hidrodinámica y Dibujo al teniente de navío Romero Fernández de Landa (a partir de ahora Romero) (3), a los alféreces de navío Colosia y De la Cosa Llatazo y al guardiamarina Hezeta, destinados en el Real Astillero para imponerse en la construcción.

En Ferrol recibe de Arriaga una R. O. el 3 de enero de 1770 que dice que:

«El Rey me manda prevenir a VS pues le consta el establecimiento en Francia del Cuerpo de Ingenieros Constructores, según la Ordenanza de 25 de marzo de 1765, y puede haber reconocido lo que aquí sea más aceptable, proponga VS con brevedad el pie en que halle más conveniente esta práctica» (4).

Ordenanzas del Cuerpo de 1770 y Escuela de Cadetes

La Ordenanza que presenta Gautier es mucho más ambiciosa que la que finalmente se promulga, aunque muchas de sus peticiones se incorporarían en las de 1772, consolidadas en las de arsenales de 1776.

Dado que la Escuela de Cadetes nunca fue operativa, se va a obviar todo aquello relacionado con ella (y por limitaciones de espacio), excepto destacar que esta Ordenanza crea un Cuerpo militar, una profesión de ingeniero naval y una escuela, en la que se establece el número de alumnos y su plan de estudios, dando por tanto origen a las enseñanzas de Ingeniería Naval en España. En Ferrol sigue con el plan establecido en Guarnizo, donde enseña, además de las ciencias necesarias a los oficiales de Marina, las peculiares de los ingenieros.

(2) AGS, Marina, Leg. 79, s./f., año 1765.

(3) AGS, Marina, Leg. 477, f. 242.

(4) AGS, Marina, Leg. 79.

Ordenanzas del Cuerpo de 1772 y la Academia de Subalternos

La puesta en marcha de la Ordenanza de 1770 provoca no pocos enfrentamientos institucionales que obligan al rey a establecer por R. O. de 2 de julio de 1771 «que las ordenanzas de los ingenieros de marina tendrán prevalencia sobre las generales de la armada» (5). En 1772 se consolida la creación del Cuerpo de Ingenieros de Marina y se establece su Academia de formación de subalternos de las clases de ingeniero ayudante e ingeniero extraordinario:

«... a cuyo cargo se construyan, carenen, recorran y cuiden de los bajeles de mi Armada y practiquen las demás operaciones correspondientes a este cuerpo» por las de «a cuyo cargo se construyan, carenen, recorran, cuiden de los bajeles, se fabriquen los edificios y practiquen las demás operaciones correspondientes a este cuerpo facultativo y militar, en mis puertos, arsenales, montes, a bordo de mis navíos y escuadras de guerra, a que los destinaré en cualquiera de mis dominios.»

Programa de estudios y horarios de clase (6)

Gautier es un ingeniero-constructor ilustrado formado en el Seminario de Marina de Tolón; en 1756, en la Escuela del arsenal, con diecisiete años, es nombrado ayudante de constructor (7). Sus pasiones son las Matemáticas y la Geometría y, sobre todo, su vocación de docente, y con esta voluntad establece un programa en dos niveles (se adelantó más de doscientos años al Plan de Enseñanza de Bolonia con sus titulaciones de grado y máster): un primer nivel para aprender los conocimientos técnicos necesarios para la realización de algunos trabajos en los arsenales; después, una enseñanza superior combinada con carga de trabajo y responsabilidad. En ambos se mantendría una interrelación estrecha tanto entre el profesor y el alumno como entre ellos mismos, en la que los más aventajados ayudarían a los retrasados (8).

La Academia de Subalternos se consagra en la misma real orden de creación, al decir que «... siendo de mayor importancia se componga de sujetos hábiles en la teoría y práctica de esta profesión, he resuelto su establecimiento y el de una Academia para la instrucción de los subalternos de dicho Cuerpo, y su régimen, así militar como facultativo y económico».

(5) AGS, Marina, Leg. 79, Carta de agosto de 1771

(6) Todas las frases o palabras entrecomilladas son literales de las Ordenanzas de 1772.

(7) CARAN, Marina, B3 551 f. 307, 10.05.1761.

(8) AGMAB, Ingenieros. Asuntos Personales, Leg. 3408/40. En el informe personal del ingeniero agregado del Detall Joaquín de Hickey repasaba las lecciones con los más atrasados.

A partir de 1772 se requiere para el ingreso una formación previa, tener entre 14 y 24 años; ser cadete de Infantería, Caballería, Dragones, Artillería del Ejército, Milicias o guardiamarina; pasar por un examen de las materias de ordenanzas, así como presentar certificaciones de conocimientos en Matemáticas —que serían verificados por el ingeniero general antes de solicitar su agregación al Cuerpo para poder seguir los estudios—, superar los exámenes y realizar las campañas de mar y montes antes de ser propuestos como ingenieros ayudantes.

El plan de estudios se dividía en cuatro partes: Aritmética, Geometría, Trigonometría rectilínea y esférica, Álgebra y su aplicación a la Geometría y Estática y el Movimiento con la Hidráulica e Hidrostática. Los horarios eran: dos horas de Matemáticas por la mañana y dos de Navegación y Maniobra por la tarde. El resto del tiempo, unas seis horas diarias, se emplearían en dibujar planos de navíos, edificios, radas, puertos y arsenales, que entregarían a final de cada mes para ser evaluados. Estudiarían igualmente la Física experimental, la ciencia de los ingenieros y la Hidráulica.

Para ser ascendidos a ingenieros extraordinarios tendrían que haber realizado una campaña de mar, una visita de montes y haber presentado planos de edificios, arsenales, puertos y radas y uno de un navío y otro de una fragata, con los cálculos de sus capacidades, resistencia del fluido y centro de gravedad. Todos los oficiales del Cuerpo hasta ser ascendidos a ingenieros en jefe (9) seguirían imponiéndose en Matemáticas y Geometría Superior, de tal manera que a la hora de proponer ascensos, en igualdad de condiciones, tendrían preferencia los más adelantados, además de realizar una campaña de mar y otra visita a montes.

Maestros

En 1772 Arriaga inicia las pesquisas para encontrar nuevos maestros, preguntando a los comandantes de los arsenales si conocen a alguien para contratar. Se menciona a «un sujeto llamado Monsieur Lyon que estudió en Francia y... hábil y práctico en la mayor parte de las matemáticas y [sabe] enseñarlas con un método y genio muy a propósito...», que al parecer había sido maestro de Matemáticas y Dibujo en la Academia de Guardiamarinas en Brest y en Rocheford y de Matemáticas e Idiomas en la de Cádiz (10). También se habla del teniente de navío y maestro de la Escuela de Artillería de Cádiz Pedro Valera, del alférez de fragata Francisco Cano y de Juan

(9) Se incluye el certificado de dicho examen hecho a Tomás Muñoz, que sería el tercer ingeniero general, a la sazón ingeniero en 2.^a y teniente de fragata; pasó dicho examen ante Vicente Tofiño, director de la Academia de Guardiamarinas de la Isla de León el 23 de agosto de 1785.

(10) Según Reggio solo llevaba un año residiendo en Cádiz.

Marchentick, piloto de la Marina veneciana. En 1772 se nombra a Juan Andrés Solinis delineador de la Academia (11).

Romero, como ingeniero general efectivo, propone a Valdés (12) cuatro maestros para la Academia: Miguel de la Puente (ingeniero en 2.^a) y Diego Contador (ingeniero ordinario); para Arquitectura a Francisco Collins (alférez de navío graduado) y a Jacinto Palleschi (alférez de fragata graduado).

La plantilla de la Academia de Subalternos debía disponer del siguiente personal docente: cinco maestros bajo las órdenes del ingeniero general (tres maestros de Matemáticas, uno de Arquitectura y otro de Dibujo); para la enseñanza de Navegación y Maniobra habría un primer piloto, un primer contra-maestre para las prácticas y un ingeniero de Marina para explicar la teoría; además, dispondrían de maquetistas para la construcción de modelos de navíos u obras civiles e hidráulicas.

Para pasar un examen de una determinada asignatura había que aprobar cada uno de los temas y resolver todos los problemas que se propusieran, con lo que transcurrían semanas hasta que conseguían obtener el sobresaliente. Veintitrés días duró el examen del teniente coronel de Infantería del Regimiento de Saboya Juan Castro, ante el director de la Academia de Guardiamarinas (13), y treinta y uno necesitó Tomás Lecoq para convencer al tribunal de «su inteligencia en las Matemáticas (a pesar de haber) actuado en la Real Academia de Barcelona, sino también haberlas enseñado a los caballeros cadetes en 6 años consecutivos» (14).

Alumnos e informes reservados

A finales de octubre de 1772 aparecen como alumnos dos tenientes de navío, Joaquín de Hickey y Domingo de Nava; uno de fragata, Joseph Fuster, y cinco alféreces de navío, Francisco Vargas, Marcos Fougouion Joseph Girón, Thomás Bryant (agregado) y Juan de Villavicencio. Un año después serían veintiuno, entre ellos ocho cadetes y oficiales del Ejército.

En un informe mensual realizado por Gautier (15) el 27 de diciembre de 1773, resume el número de alumnos y su seguimiento en los cursos cuyas clases se daban por la noche al finalizar los trabajos del arsenal, separando a

(11) AGMAB, Ingenieros. Asuntos Personales. Leg. 3408/66.

(12) AGMAB, Ingenieros. Asuntos Particulares. Leg. 3415. Carta de Romero Landa a Valdés de fecha 31 de marzo de 1785.

(13) AGMAB, Ingenieros. Asuntos Personales. Leg. 3408/16. Carta a Valdés 2 de junio de 1786.

(14) AGMAB, Ingenieros. Asuntos Personales. Leg. 3408/40. Copia de documentos varios.

(15) AGS, Marina, Leg. 79.

los más atrasados para que no se avergonzaran ante sus compañeros y de esa manera pudieran asistir más días a las clases a fin de adelantar en las materias. Del mencionado informe hemos extraído el siguiente cuadro:

Oficiales de Marina	
Tenientes de navío agregados	
Joaquín de Hickey, oficial de Detall	Por su encargo de oficial de Detall desde el mes de abril y por las muchas ocupaciones solo ha concurrido à todas las nocturnas
Domingo de Nava. Encargado de los diques, su Arsenal, y del recibo de géneros en el Almacén General.	Está estudiando Geometría superior
Tenientes de fragata	
Josef Fuster, encargado del Astillero	Está estudiando Geometría superior
Alfárez de navío	
Juan de Bellefond, encargado del carenero de Carranza (16)	Está estudiando Aritmética
Dn. Marcos Fonguión estuvo encargado de las Fábricas del Parque, hasta su embarque el mes pasado	Está estudiando Geometría superior
Luis Mesía, destinado con Domingo de Nava	Está estudiando Geometría superior
Josef Girón, encargado de las Fábricas	Está estudiando Geometría superior
Alfárez de fragata y ayudante de construcción	
Tomás Bryant, encargado de las carenas. à flote	Está estudiando la Geometría superior
Manuel Romero, está en el Astillero con Josef Fuster	Está estudiando Aritmética
Manuel Romero, está en el Astillero con Josef Fuster	Está estudiando Aritmética
Pedro Argain: está en el ramo de la Madera	Está acabando Aritmética

(16) Bellefond y Fonguión son los dos únicos oficiales que vuelven a sus destinos anteriores a la agregación al Cuerpo.

Alferez de fragata	
Pedro de Mesa. Está en el Parque con Josef Giró	Ha asistido a las lecciones nocturnas
Brigadier de Guardiamarinas	
Juan Mesía	Está estudiando Geometría superior
Guardiamarinas	
Miguel de Mesa	Ha asistido a las lecciones nocturnas
Oficiales del Ejército	
Capitán de Caballería de Milicias	
Rafael Clavijo. Está en el Astillero	Está estudiando Geometría superior
Teniente graduado del Regimiento de Milán e Ingeniero del Ejército	
Luis de Meovilhon. encargado de obras civiles	Está estudiando Geometría superior
Subteniente del Regimiento de Toledo	
Miguel de la Puente ayudante de Meovilhon	Estudiando Álgebra
Subteniente del Regimiento de Soria	
Manuel Bernia	Está estudiando Geometría superior
Cadete del Regimiento de Soria	
Eduardo Bryant	Está estudiando Aritmética
Juan Smith	Empezando con Geometría
Agregado por orden del rey a la construcción del año 1769	
Vicente Plo	Estudiando Álgebra
Teniente graduado del Regimiento de Milán e Ingeniero del Ejército	
Juan Collins	Está enfermo y no preciso egresarlo provisionalmente

De estos veintiún alumnos, diez acabaron ingresando en el Cuerpo: como ingenieros ayudantes y alféreces de fragata, Bernia, Collins, Girón, Hickey, los hermanos Mesía y Girón; como ingeniero ayudante y alférez de navío, Bryant; como ingeniero extraordinario y alférez de navío, Fuster; ingeniero extraordinario y teniente fragata, Plo; ingeniero ordinario y capitán de fragata, Messía de la Cerda, y Meovilhón como ingeniero en segundo y teniente de fragata

El resumen de las condiciones de ingreso y de ascensos en todas las clases es el siguiente:

Cadete	Aprobar examen
Ayudante	Una campaña de mar y un recorrido de montes
Extraordinario	Experiencia en dos empleos, una nueva campaña de mar y un tratado sobre manejo de bajeles
Ordinario	Variada experiencia en carenas, construcción de bajeles y algún edificio
En segundo	Variada experiencia en carenas, construcción de bajeles y algún edificio
Jefe	Una nueva campaña de mar y otra visita a montes y haber sido director de arsenal o astillero
Director	El ingeniero general es nombrado por el rey

Ubicaciones de la Academia de Ingenieros en Ferrol

Gautier ha logrado convencer a Romero, y nada más desembarcar en Ferrol (17) eleva una petición para que se le habilite una habitación en las proximidades del Astillero (18). El texto de este escrito a Vegafloreda, posiblemente por propia iniciativa (19), señala una de las habitaciones inmediatas al Astillero de Esteiro y una división o cuarto en él con un operario de obra blanca para que a su orden pueda demostrar en sólido las ideas de sus planos; y

(17) AGM, Marina, Leg. 79. 1770 s./f.

(18) JUAN-GARCÍA AGUADO, José María de: *José Romero Fernández de Landa: Un ingeniero de la Marina en el siglo XVIII*, p. 113.

(19) Hay que recordar que Romero Landa había intentado, a espaldas a Gautier, que Jorge Juan interviniese frente a Arriaga para que fuera nombrado ingeniero en jefe en lugar de en 2.º, como al parecer quería Gautier, y puede ser una maniobra para congratularse de su jefe. Si esto fue así, no lo consiguió, como hemos visto en la minuta de su patente incluida en otro lugar.

afín de adquirir libros e instrumentos precisos a esta Facultad» (20), con una asignación presupuestaria de 15-20 escudos para cubrir los gastos de compra, ya que todas las demostraciones se hacían en el patio de Gálibos.

No se encuentran documentos fehacientes de la ubicación, aunque el propio Gautier consigue que se desaloje la vivienda contigua para «colocar en ella Planos, y demás papeles de su comisión», como son los de «arquitectura naval, civil e Hidráulica, disponer se hagan los modelos, y Maquinas para la más pronta instrucción de los oficiales» (21).

Una carta de Joseph Díaz de San Vicente al marqués de Castejón el 2 de abril de 1777, referida a la nueva Academia de Guardiamarinas, dice textualmente que se desalojen las «dos casas preparadas, y que se destine para Academia la que está a la entrada de la puerta de los Diques inmediata a la del comandante del Arsenal» (22).

La información solo nos ubica la Academia en un edificio situado a la entrada del dique, al lado de la casa del comandante, y si este no fuera suficiente habría que desalojar algunas habitaciones de la planta baja (23). Este desalojo se lleva a cabo, y lo importante es la cadena de órdenes que esta decisión trae consigo, ya que en una de ellas, firmada por Josef Fuster, comandante de Ingenieros, le contesta al del Arsenal (24): «En obediencia de esta soberana resolución he prevenido al Yngeniero Dn. Luis Mesía, y al Maestro de la Academia de Ingenieros Dn. Cristóbal de Lyon, que. habitan dicha casa la desocupen inmediatamente, pero hago presente a V. E. que con este motivo no hay donde colocar los utensilios de la expresada Academia ni paraje donde puedan darse las lecciones à los Ingenieros». Esto la ubica junto a la casa del comandante, a la entrada del dique, según el plano de 1751 que se incluye y en el edificio marcado como n.º 9.

Resumiendo, la Academia de Ingenieros de Marina fue una realidad y estuvo situada en el Arsenal de Ferrol entre los años 1770 a 1783, ocupando diversos lugares, entre los que se destacan: las habitaciones cercanas al Astillero, la casa contigua a la del ingeniero general en la entrada del Dique, la de al lado del comandante del Arsenal hasta 1777, la que ocupó un oficial 2.º de Contaduría en 1777 y en cuatro posibles pabellones cercanos al Arsenal en 1783.

(20) AGS, Marina, Leg. 76, 1770 s.f.

(21) AGS, Marina, Leg. 79. Carta de Hordeñana a Arriaga, 11-11-1772.

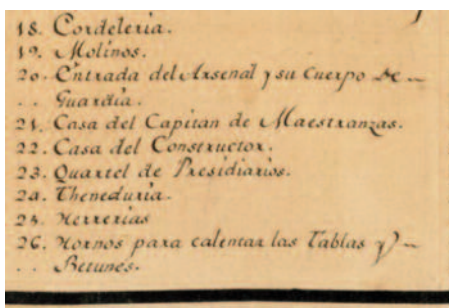
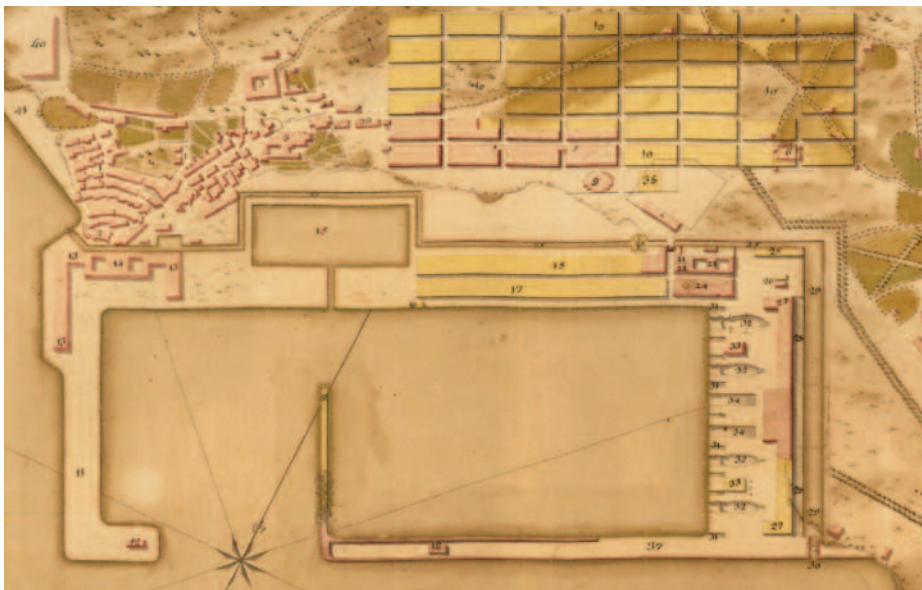
(22) AGS, Marina, Leg. 97.

(23) Sobre la posibilidad que la Academia fuese simplemente una única sala, realicé una consulta al doctor Ferreiro, que me contestó: «No hallo inusual que la Escuela en Ferrol consistió en una sola sala. En Francia, después de 1753, se ubicó en una sola sala (con los modelos) del Palacio de Louvre, hoy día Sala de Bronce (ala Sully, primera planta abajo) a costado de l'Academie des Sciences.

(24) AGS, Marina, Leg. 97. Carta de 01-04-1777.

Con relación a su primera ubicación de acuerdo con la descripción señalada en plano del Arsenal de Ferrol de 1765 (25), del que incluimos tres recortes, la leyenda señala el edificio n.º 22 como la casa del constructor, que fue la de Gautier en 1770, donde se instaló la Academia de Ingenieros

También los ingenieros asistían a otras academias buscando la formación que necesitaban para avanzar en su promoción y, aunque hemos localizado



(25) AMN, Plano E.23.38 obtenido gracias a la amabilidad del contralmirante ingeniero Antonio González García.

más centros, señalamos las siguientes: Academia de Artillería en Segovia; Matemáticas o de ingenieros en Barcelona; San Telmo en Málaga y Sevilla; Seminarios de Nobles de Madrid, Segovia y Vergara; Academia Militar y de Bellas Artes de Murcia; Real Academia de Ciencias de Toulouse o Facultad de Botánica de Segovia, por mencionar solo algunas de ellas.

El Colegio de San Isidro se consolidó como el centro de enseñanza de la Ingeniería Naval, con un extenso programa (26) que incluía Hidrostática e Hidráulica, con especial atención al cálculo de las principales dimensiones y del volumen de la carena, altura metacéntrica, resistencia al avance, estudio de estabilidad o la influencia del viento en la velocidad.



(26) AGMAB, Ingenieros, Asuntos Personales, Leg. 3408/65. Fecha expediente 21 de julio de 1789, correspondiente de Antonio San Genis. No están claras las razones por las que Romero Landa rechazó su petición de agregación, a no ser por su grado de subteniente, a pesar de que presentó certificados de estudios de la Academia de Barcelona el 30 de septiembre de 1783.



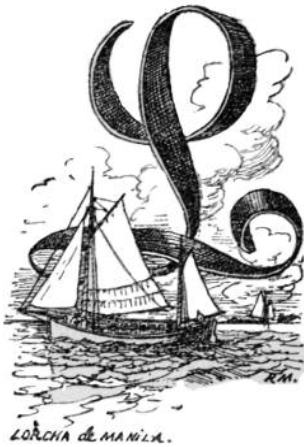
ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE ARMAS NAVALES

ETSIAN, fachada principal.
(Foto: Armada).

JOSÉ ROMERO FERNÁNDEZ DE LANDA. LA CONSOLIDACIÓN DEL CUERPO DE INGENIEROS DE MARINA

José María DE JUAN-GARCÍA AGUADO
Doctor ingeniero naval

El Cuerpo de Ingenieros de Marina. Un proyecto ilustrado



A creación en 1770 del Cuerpo de Ingenieros de Marina (1), a imagen y semejanza del homólogo francés creado cinco años antes (2), introdujo en los arsenales el mando técnico que corresponderá a este cuerpo facultativo. La Ordenanza fue modificada en 1772 (3) y englobada posteriormente en la Ordenanza de Arsenales de 1776 (4).

Las misiones de los ingenieros, especificadas en la Ordenanza, abarcaban la construcción, carenado, recorridas y cuidados de los bajeles de la Real Armada, además de la fabricación de edificios hidráulicos y civiles, así como el reconocimiento de los montes. Un proyecto ilustrado que nace bajo las luces del racionalismo y se orienta hacia la organización industrial de los grandes arsenales de la Corona.

Su composición se establecía en cuarenta y cinco oficiales, distribuidos en siete clases, cuya denominación provenía de sus homónimos del Ejército:

(1) Ordenanza de S. M. para el establecimiento del Cuerpo de Ingenieros de Marina. Madrid, 1770.

(2) Ordonnance du Roi, Concernant les Ingenieurs-Constructeurs de la Marine, 1765.

(3) Ordenanza de S. M. para el servicio del Cuerpo de Ingenieros de Marina en los departamentos y a bordo de los navíos de guerra. Madrid, 1772.

(4) Ordenanza de S. M. para el mejor método de conservar los pertrechos de los bajeles de la Real Armada, y mando militar de los Arsenales de Marina. Madrid, 1776.

- Un ingeniero general.
- Cuatro ingenieros directores.
- Cuatro ingenieros en jefe.
- Ocho ingenieros en segundo.
- Ocho ingenieros ordinarios.
- Ocho ingenieros extraordinarios.
- Doce ayudantes de ingeniero.

Además, se establecían seis plazas de ayudantes de construcción, al margen de los ingenieros, para recompensar a los contraamaestres carpinteros distinguidos. El ingeniero general debía residir en uno de los departamentos y era el responsable del proyecto de las nuevas construcciones.

Con la Ordenanza de 1772 se crea también una academia para su formación, uno de los pilares de la institución que verá frustrada su materialización.

Francisco Gautier Oliber fue el organizador y primer ingeniero general. Había llegado a España en el año 1765 contratado por la Corona como constructor naval para dirigir en Guarnizo la construcción de seis navíos y cuatro fragatas. Su designación partió del secretario de Estado Jerónimo Grimaldi, que interfería con frecuencia en los asuntos de Marina, quien le pidió a François Choiseul, su homólogo francés, un ingeniero constructor de la Marina francesa. Gautier fue aceptado y presentado al rey Carlos III por el embajador de Francia, Ossun, el 10 de enero de 1765.

Después de la positiva experiencia de las construcciones de Guarnizo, el 25 de abril de 1769 se nombró a Gautier director general de Construcciones y Carenas con grado de coronel del Ejército, relevando a Cipriano Aufrán y Oliver, hasta entonces responsable de las construcciones navales militares.

Un año y medio más tarde, el 10 de octubre de 1770, Carlos III firmó, junto con la Ordenanza de creación del Cuerpo patentado, su nombramiento como ingeniero general de Marina y brigadier de los Reales Ejércitos. Resulta significativo que a Gautier se le asignase una graduación del Ejército de Tierra y no de Marina, que nunca le reconocerá como uno de los suyos. Seis años después de la creación del Cuerpo de Ingenieros de Marina, seguía concitando la enemistad de una parte de la Marina, como había ocurrido desde su nombramiento y también en los círculos próximos al rey, como evidencia la carta de 9 de abril de Almerico Pini a Romero Landa.

«Sabe Vm. también cuál es el empeño y deseo que lleva a S. M. en que se verifique la formación completa del Cuerpo de Ingenieros de Marina, como que comprende la utilidad y la necesidad para no mendigar en la facultad de construcción. Hasta ahora parece que la trampa ha sugerido a Gautier el medio de atrasarlo por su genio y cavilidades, de modo que, en lugar de atraer, ha desanimado a los que se inclinaban a entrar en él. Vm. es uno y principal de los que dan buen ejemplo para que otros lo imiten. Deseo que ayude a las

intenciones del Amo hasta conseguir que se vea el Cuerpo de Ingenieros en el pie de florecimiento que se ha propuesto.»

La idea que circulaba en algunos entornos era que a pesar de la promulgación de la Ordenanza en 1770 no se había consolidado el Cuerpo de Ingenieros de Marina por intrigas y sutiles impedimentos de Gautier, quien en un ambiente declaradamente hostil encontró graves dificultades para llevar a cabo su cometido, por lo que su situación como ingeniero general se hizo insostenible y en 1782 reiteró al rey su petición de retiro, que fue aceptada por fin el 5 de marzo de este mismo año.

El nuevo ingeniero general. La difícil herencia de Gautier

Una semana más tarde, el 12 de marzo, siendo ingeniero director en Ferrol José Romero Fernández de Landa, empezó a ejercer de ingeniero general interino en atención a sus méritos y servicios.

Sus primeros contactos con el mundo de la construcción naval habían tenido lugar con treinta años y el grado de alférez de fragata, cuando el 1 de noviembre de 1765 recibe orden de incorporarse a un nuevo destino, Guarnizo, con el fin de imponerse en la construcción naval en aquel astillero de la Corona bajo la dirección del ingeniero de la Marina francesa Francisco Gautier, a cuyo cargo estaba. Este destino marcará su vida profesional, y le permitirá establecer relaciones con dos personajes que tendrán gran influencia en ella, el propio Gautier y Pedro González de Castejón, entonces intendente del astillero cántabro y futuro secretario de Marina.

Ya desde los primeros años de funcionamiento de la Compañía de Guardiamarinas, la Dirección General de la Armada había decidido que los



Retrato de José Romero Fernández de Landa con uniforme grande de jefe de Escuadra y venera de Santiago. (Foto: Museo Naval de Madrid, n.º inv. 2.625).

futuros oficiales fueran instruidos en la práctica de la construcción naval; y así, desde el año 1726, comenzaron a pasar al astillero de Guarnizo grupos de varios alumnos con este fin.

La interesante y decisiva estancia en Guarnizo finalizó al ser destinado a Ferrol y, con el fin de desplazarse a la capital del Departamento, el 24 de septiembre de 1768 embarcó de dotación en la fragata *Santa Gertrudis*, última de las construidas por Gautier en Guarnizo.

Poco después del nombramiento de Francisco Gautier como director general de Construcciones y Carenas, el 26 de junio de 1769 Romero Landa solicitó el pase al nuevo Cuerpo de Ingenieros de Marina, todavía no creado, reclamando que se le nombrase ingeniero constructor con el grado de teniente coronel. Para justificar la petición alegó los cuatro años dedicados al estudio de la construcción naval bajo la dirección de Gautier.

El propio Gautier en carta de la misma fecha a Julián de Arriaga, sucesor del marqués de la Ensenada al frente de la Secretaría de Marina desde el año 1754, había expuesto que «... deseoso de establecer la Escuela de Construcción ha convidado a los empleados allí en este; que dos o tres mozos están prontos a aprender ... de D. Joseph Romero de cuyos aprovechamientos abona bien que no ha podido vencer su repugnancia a separarse de su carrera en otros términos que los de su antecedente instancia», y añade: «... en los cinco (?) años que trabajó a su dirección este sujeto, así en Theórica como en la Práctica de muchos ramos de Marina, especialmente en la Construcción y Hydraúlica ha acreditado su talento y poder acreditar el empleo de ingeniero en segundo para el cual propone.

»Este oficial —dice— está actualmente en Ferrol. Siendo *Lieutenant de fregatte* y pide para él que se le ascienda un grado y se le conceda el *brevet* (patente) de ingeniero constructor.»

Esta correspondencia evidencia la predilección que desde un principio sintió y explicitó Francisco Gautier hacia Romero Landa al insistir en contar con él para el Cuerpo, que tardaría todavía casi un año en crearse. Será el primero, y uno de los escasos miembros del Cuerpo de Oficiales de Guerra, que ingresaría en el Cuerpo de Ingenieros de la Armada en el momento de su creación.

El 17 de enero de 1771 ascendió a capitán de fragata y recibió la patente de ingeniero en segundo de Marina, con un sueldo de 120 escudos de vellón al mes con descuento de Inválidos y Monte Pío, que le correspondían según las Ordenanzas de este Cuerpo.

Una biografía al servicio del rey

El 27 de mayo de 1735 Mayor Fernández de Landa dio a luz en Galaroza, provincia de Sevilla, al primogénito de su matrimonio con Gaspar Romero, capitán de Caballos Cuantiosos y comisario de Guerra. Se le impusieron los nombres de José Joaquín Juan Fernando Tesifón Félix Ramón. Nuestro

personaje firmará en el futuro como José Romero Landa, aunque en su única obra impresa, el *Reglamento de maderas...*, publicada en 1784, retomará el apellido completo figurando como José Romero y Fernández de Landa.

La hidalguía familiar estaba probada por ambas líneas, paterna y materna, lo que le facilitará más adelante el acceso a la Academia de Guardiamarinas para lo que se requería origen noble. Ingresó como guardiamarina el 21 de agosto de 1754 y, finalizada su estancia en la Academia, hizo su primera campaña de mar en el navío *Fernando*, de 64 cañones, continuando con una serie de destinos embarcados en diferentes navíos y fragatas de la Real Armada y en instalaciones de tierra.

Como se ha indicado, su carrera militar sufrió un cambio al ser destinado al astillero de Guarnizo, donde permaneció de noviembre de 1765 a septiembre de 1768, destinado entonces al arsenal ferrolano.

El 17 de septiembre de 1767 ascendió a teniente de fragata, y el 24 de febrero del año siguiente por orden de Pedro González de Castejón es nombrado responsable del armamento de la fragata de 26 cañones *Santa Teresa*, botada el 10 de julio de 1767, que supuso su primera responsabilidad en el ámbito de la construcción naval dentro del astillero.

La razón primera de su destino en Ferrol, donde desembarcó el 27 de octubre de 1768, fue la de completar su formación, familiarizándose en el Real Astillero de Esteiro con los principios de la arquitectura naval de la escuela inglesa, implantados en los años 50 en los astilleros dependientes de los tres arsenales por Jorge Juan para desarrollar los planes de expansión de Ensenada. A este fin se cursaron instrucciones para que se le franqueasen planos, el acceso al patio de gálibos y cuantos auxilios necesitase.

Fue elegido ayudante del jefe de Escuadra e inspector general de Arsenales Pedro González de Castejón en 1769, a la sombra del cual permaneció durante cinco años.

En 1772 acompañó a Castejón para establecer en los departamentos de Cádiz y Cartagena las nuevas Ordenanzas de Arsenales e Ingenieros de Marina, ya implantadas en Ferrol. Llegaron a Cartagena, procedentes del Arsenal de Cádiz en mayo de 1774 y, poco después, Romero Landa comenzó a ejercer como comandante de ingenieros interino.

Después de una licencia por enfermedad, se restituyó al servicio en enero de 1775 ya recuperado. La salud de Romero Landa continuó siendo precaria y en mayo de 1776, ya capitán de navío e ingeniero jefe, enfermó gravemente restableciéndose una semana más tarde.

En 1777 fue destinado a Ferrol como comandante de ingenieros y cuatro años más tarde ascendió a brigadier.

El 28 de septiembre de 1784, se botó en el astillero de Esteiro el navío de 112 cañones *Santa Ana*, construido con planos de Romero Landa. Será el prototipo de una serie de siete barcos iguales que se construirán a lo largo de los años siguientes en los astilleros de Ferrol y La Habana.

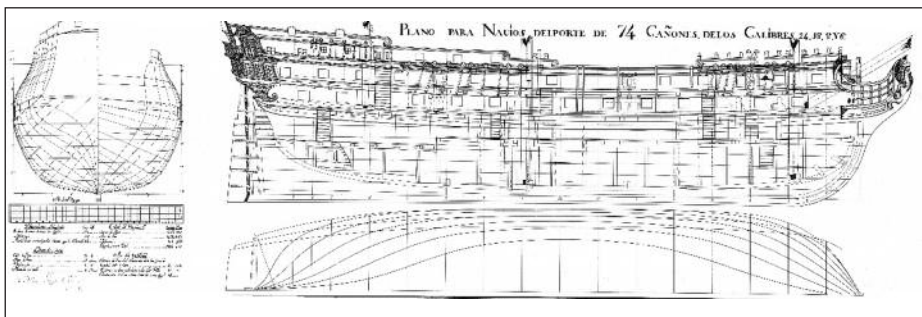
El 12 de marzo de 1782, siendo ingeniero director en Ferrol, empezó a ejercer de ingeniero general interino.

En el suplemento (5) a una representación dirigida al secretario de Marina, Romero Landa plantea que el ingeniero general resida en la corte. Expone que su propuesta no es por motivos particulares, sino para facilitar sus viajes anuales a los departamentos, al hallarse equidistante de todos ellos. En caso de no ser posible, propone se le destine a la Isla de León, continuando en La Carraca el actual comandante de ingenieros, e indica que ha sufrido «... frecuentes persecuciones, amenazas, críticas, pasquines públicos, cartas anónimas denigrantes, levantamiento de Maestranzas, y otros diversos linajes de sinsabores...».

El 18 de marzo de 1784, Romero Landa recibió orden de desplazarse a Cartagena y dirigir la construcción de un navío de 74 cañones según su plano; asimismo se le comunica que mientras permanezca en Cartagena continuará ejerciendo como ingeniero general interino. A principios de mayo de 1784 se puso la quilla de este navío, y el 22 de enero del año siguiente, víspera de la festividad de San Ildefonso, fue lanzado al agua, recibiendo el nombre de *San Ildefonso*.

No obstante su precaria salud y encontrándose en Villalba del Alcor con una licencia por enfermedad, el 28 de enero de 1786 fue nombrado ingeniero general de Marina.

Por Real Orden de 8 de julio de 1787 se creó la Junta de Estado, precursora del actual Consejo de Ministros. En la *Instrucción reservada para la Junta de Estado* —redactada por José Moñino, conde de Floridablanca—, con este motivo se explicita en los títulos dedicados a la Marina la satisfacción por los logros alcanzados en las prestaciones de los navíos construidos. Sin duda alguna, se trataba de un elogio a la calidad de las construcciones de Romero Landa.



Disposición general de un navío de 74 cañones del tipo *ildefonso*. (Archivo del autor).

(5) Archivo General de Simancas (AGS), legajo 78 de Ingenieros. Suplemento de la representación enviada en fecha 15 de octubre de 1783.

En el Título CLXX, «Se han hecho adelantamientos en la construcción, pero en la economía se necesitan todavía esfuerzos para lograrla completa», se indica:

«Se han dado algunos pasos felices en la construcción para adelantar la velocidad de nuestros navíos, sin faltar la necesaria resistencia y solidez, y espero que en ese punto se vaya continuando con buen suceso, mediante los esfuerzos y aciertos del ingeniero general, y del ministro y secretario de Estado y de Marina; pero en cuanto a economía, quiero que se trabaje y apuren todos los medios y recursos de lograrla, porque sin ella no habrá fondos capaces de sostener el gasto.»

Deja claro, no obstante, cuáles son las auténticas preocupaciones de la Junta de Estado en estos momentos.

En virtud de esta Real Orden, en agosto de 1787 fijó su residencia en la corte sin más goces que los establecidos por las Ordenanzas en el caso de hallarse destinado en cualquiera de los departamentos. Ascendió a jefe de Escuadra con fecha 14 de enero de 1789. A partir aquí, la figura de Romero Landa se difumina y su función parece quedar relegada a tareas burocráticas, aunque todavía en 1790 se le ordenó revisar la situación de todos los ramos del servicio a cargo de los ingenieros de Marina en los tres arsenales, regresando a Madrid el 26 de octubre de 1791.

Desde 1791 Julián Martín de Retamosa pasa a ser el hombre de confianza del secretario de Marina respecto a la política de construcción de buques.

El 5 de septiembre ascendió a teniente general, y el 22 de marzo de 1807 se exonera a Romero Landa del cargo de ingeniero general de Marina, concediéndole S. M. el sueldo de teniente general empleado y reservándose atender a su familia en ocasión oportuna. Para sucederle como ingeniero general se nombró al teniente general de la Armada Tomas Muñoz.

El 5 de agosto de 1807, José Romero Fernández de Landa fallece en Madrid.

La amistad con Jorge Juan

Poco después de su ingreso en la Academia, Jorge Juan, comandante de la Compañía de Guardiamarinas, le incluyó en el pequeño grupo de «los matemáticos», formado por los alumnos más destacados. Con el maestro mantendrá Romero Landa una amistad que se extenderá hasta el año de su muerte a través de una respetuosa relación epistolar (6).

(6) Museo Naval de Madrid (MNM), MS 1883. Colección de 18 cartas enviadas por Jorge Juan a Romero Landa durante el período 1760-1771.

Durante el segundo año de estancia en la Academia, ganó tres certámenes públicos sobre Análisis, Cálculo Diferencial y Geometría Sublime, el primero, Mecánica, el segundo, y Navegación, Teórica y Práctica, el tercero, lo que nos permite suponer al joven guardiamarina las características de un buen estudiante.

Durante su estancia en Guarnizo, realizó dos planos para un navío de 80 cañones y una fragata de 20, que envió a la corte con la aprobación de Gautier. Julián de Arriaga, secretario de Marina, respondió esforzándolo a continuar por este camino. Estos planos fueron enviados previamente a Jorge Juan y corregidos por este en carta de 6 de abril en relación con la falta de correspondencia de algunos puntos en las tres vistas del plano.

Más tarde, al tener noticia de su primer destino, Romero Landa escribió desde Ferrol a su maestro y amigo participándole la novedad. Jorge Juan le respondió con otra interesantísima, donde hace una crítica a los libros que se han escrito sobre arquitectura naval:

«... No hay más Libros en Francia sobre el asunto que los dos que Vm. tiene, Bouguer y Duhamel, aquel theorico y este medio practico; el primero creo que parte sobre principios falsos y aun me parece tenerlo demostrado (f^o 1 v^o) y el segundo los sigue. Sobre los mismos principios parte el Docto Euler, que escribió en latín dos tomos en cuarto, cuya especulativa tiene algunos quilates más que la de Bouguer, y por tanto no creo que para Vms. pueda ser de gran uso. En Inglaterra se escribió últimamente otro libro practico, que para el caso es el mejor, su autor Mungo Murray, pero no tiene ni un ápice de theorica...

El cálculo para averiguar el volumen que ocupa el Navío dentro del agua es el único que Bouguer y Duhamel traen cierto; pero también es más viejo que sus abuelos; los demás todos son falsos; ni la resistencia del agua en la proa es la que ellos deducen, ni el Metacentro sirve para saber el aguante de la Vela, porque les faltan atenciones a que atender; ni por ultimo otras muchas de sus theoricas que añaden son lo que se piensan (f^o 2). Fuera muy dilatado poderse explicar; la consideración de que ha más de diez años que me tiene entretenido el asunto basta para inferir lo que es de dilatado.

La dificultad de Vm. sobre la relación entre el cuerpo de Popa y Proa es cierta y las reglas que en ello da Duhamel no son sino prácticas y de pura voluntariedad. Lo que yo puedo decirle a Vm. es que el cuerpo de proa ha de ser por muchas razones más lleno que el de Popa: el quanto debe deducirse de las intenciones o destinos de la Nave: la que lo huviere más lleno será bueno para una cosa y malo para otra, y, al contrario.

La theorica de esto me ha costado infinito trabajo, y le costara a V. M. si da en que la ha de deducir: me parece mejor ceñirse por ahora a aprender la práctica y ver las diferencias que han usado varios constructores. No me aclaro mas porque acaso fuera preciso meses y años: algún día puede ser que verbalmente nos expliquemos, o que Dios (f^o 2 v^o) me de vida para dar luz a mis tareas.

Páselo V. M. bien y mande a su afectísimo de corazón.
Jorge Juan.»

Romero Landa encontró no pocas dificultades en la relación con los constructores y técnicos que había contratado Jorge Juan en Londres, que todavía se mantenían en el astillero, aunque algunos habían ido regresando paulatinamente a su país.

Habiéndole escrito sobre ello, Jorge Juan le respondía el 14 de diciembre de 1768 indicándole que los constructores ingleses eran más prácticos que científicos y que no conocían la demostración de los métodos que practicaban, recomendándole que trabajara en el patio de gálibos junto a ellos, de manera que pronto conseguiría no necesitar su ayuda.

Una muestra del interés de Romero Landa en todo lo que se relacionaba con su formación fue la petición elevada a los pocos días de su llegada a Ferrol para que se le facilitase una habitación en las inmediaciones del astillero y un operario de obra blanca para que «... a su Orden pueda verificar en sólido el pensamiento de sus planos...»; asimismo, pide gratificación para libros e instrumentos facultativos. El conde de Vega Florida accede solamente a las peticiones de alojamiento y gratificación, pero no a las otras, pues alega que Romero puede cómodamente trabajar en el patio de gálibos como venía haciendo, facilitándosele uno o dos operarios sin que estén siempre a sus órdenes.

Organización y gestión

Romero Landa fue un ingeniero dotado de una sólida formación técnica y una amplia experiencia sobre el comportamiento de los buques en la mar, adquirida en sus casi diez años de navegación en diferentes navíos y fragatas durante su período de oficial de Guerra de la Armada, antes de su incorporación al Cuerpo de Ingenieros.

Poseía dotes de organizador que aplicaba al entorno en el que se desenvolvían sus responsabilidades. Una primera lectura de esta actividad de su vida profesional podría llevarnos a catalogarle de reglamentista, y efectivamente lo fue, pero con una visión de conjunto de los problemas de organización de unos arsenales que en el último tercio del siglo XVIII se habían convertido en establecimientos industriales de una complejidad creciente. Este carácter se mostró de una forma constante en tres facetas: la organización de las maestranzas de los arsenales, la consolidación del Cuerpo de Ingenieros de Marina y la racionalización de los procesos productivos del arsenal.

Consciente de los problemas que generaba la recluta del número elevado de operarios que requería el arsenal en el entorno de una sociedad básicamente agrícola, cuya tradición industrial se limitaba al trabajo artesanal, trató de

consolidar una Maestranza profesionalizada y organizada (7), que además evitase los graves problemas que presentaban las variaciones de carga de trabajo en los arsenales, que dependían de los aprestamientos de las escuadras en el corto plazo y de los planes de construcción de buques en el medio plazo.

Para ello propuso establecer un Plan General de Sueldos, Jornales y Gratificaciones para los dependientes de ingenieros y fijar en cada uno de los departamentos peninsulares y en La Habana un núcleo estable que se denominaría Maestranza distinguida, que podría ser siempre empleada, aún en los tiempos de menor actividad. Aquella que no pudiera mantenerse constante debido a la variación de la carga de trabajo en los arsenales, recibiría el nombre de supernumeraria, y se admitiría y despediría en todo o en parte en función de las necesidades.

Consideró necesaria la elaboración de un reglamento de leyes penales para los delitos de la Maestranza, como robos en el arsenal, faltas de subordinación, uso ilegítimo de materiales y morosidad en el trabajo. En varias ocasiones Landa se vio obligado a resolver sublevaciones y alborotos de la Maestranza, que en última instancia afectaban al trabajo de los arsenales, como fue el caso en que hubo de desplazarse a Ferrol en 13 de marzo de 1795 para resolver la sublevación de las Maestranzas de ese Arsenal.

En 1784 Romero Landa redactó un borrador del *Tratado de Leyes Penales para las Maestranzas* por encargo de la corte, que sirvió de base para que en 1785 se publicaran las *Leyes penales para el arreglo de la Maestranza en los Reales Arsenales de Marina*, firmadas por Antonio Valdés en San Lorenzo el 29 de octubre de 1785. Este Tratado consta de cuarenta artículos y regula de manera detallada el gobierno de la Maestranza en los arsenales bajo la autoridad de los ingenieros.

Su interés por la Maestranza incluyó también el aspecto humano de atender a su estabilidad en el trabajo y reclamar a la corte cuando el retraso de los caudales para pagar daba lugar a situaciones extremas.

Este fue el caso presentado en el año 1801 en relación con la falta de pagas, que motivó el envío de un informe a Manuel Godoy (8), donde describe un cuadro descarnado de la situación en los tres arsenales y de la miseria generada en la Maestranza por la falta de pagas, conmoviéndose por ello y reclamando una puntualidad que permitiese una vida digna a estas gentes.

En Ferrol, Romero Landa trabajó intensamente para resolver el problema de la calidad, y en particular del control dimensional de los suministros de madera para la construcción de buques mediante la definición sistemática de las piezas

(7) AGS, Leg. 78 de Ingenieros. Representación dirigida a Antonio Valdés, 15 de octubre de 1783.

(8) MNM, MS-473. «Sobre varias medidas de subsistencia económica y reforma del Cuerpo y ramos dependientes de los Ingenieros de Marina...».

más importantes de la estructura de los mismos, en un *Reglamento de Maderas*, enviado en febrero de 1782 a Castejón mediante carta, en la que expone las ideas que le guían para su redacción. Pide que, después de que se remita a la censura, se impriman a expensas de S. M. no menos de trescientos ejemplares. La propuesta sería aprobada por S. M. el 4 de septiembre de 1783 y publicada en 1784 con el título *Reglamento de maderas necesarias para la fábrica de los baxeles del Rey y demás atenciones de sus Arsenales y Departamentos*.

Los buques

En la etapa de Romero Landa los ingenieros de Marina proyectaron y dirigieron la construcción de las unidades navales requeridas por la Corona para llevar a cabo la política naval orientada principalmente al escenario Atlántico.

Estas construcciones se llevaron a cabo principalmente en los astilleros de los tres arsenales de la Península y el astillero de La Habana:

- Navíos de 112 cañones.
- Navíos de 74 cañones (*ildefonsinos*).
- Navíos de 64 cañones.
- Fragatas de 34 y 44 cañones.
- Bergantines de 14 y de 18 cañones.
- Urcas.
- Chatas y otras embarcaciones menores.

El proyecto y la construcción de las unidades navales pertenecían a las atribuciones del Cuerpo de Ingenieros de Marina según su Ordenanza, e

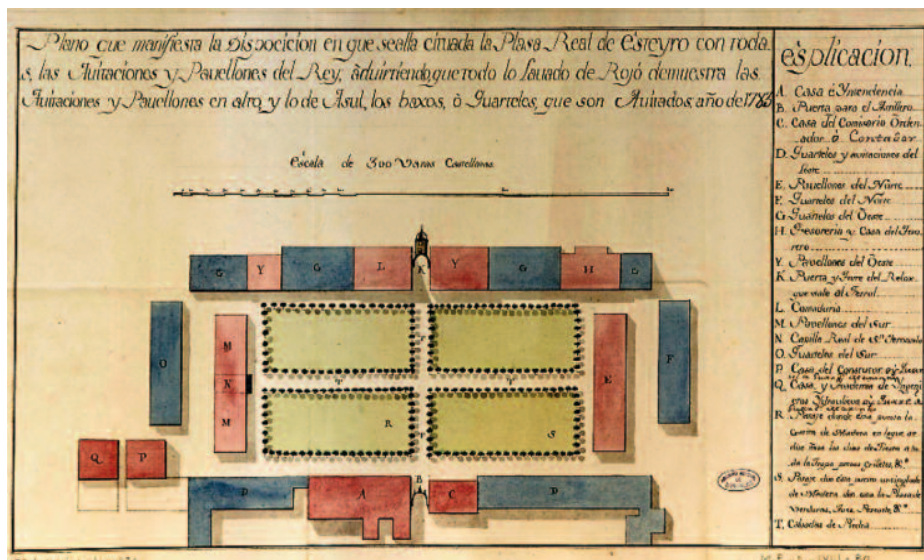


incluía el casco, la arboladura y las embarcaciones menores que se llevaban a bordo. El armamento era competencia del inspector de Pertrechos de acuerdo también con su Ordenanza y lo establecido en los Reglamentos de Armamento.

La consolidación del Cuerpo de Ingenieros de Marina

En su etapa en el Cuerpo de Ingenieros, Romero Landa se mantuvo al corriente de los avances teóricos en aspectos relacionados con la construcción naval a través de la correspondencia mantenida con Jorge Juan, y como ingeniero general valoró en los expedientes de ingreso de los individuos que aspiraban a la patente de ingeniero de Marina la formación teórica previa.

Al igual que Gautier, reivindicó de forma reiterada la creación de una academia estable para la formación de los ingenieros y, aunque este objetivo no se consiguió, los recién ingresados recibieron de forma provisional clases de las materias establecidas en la Ordenanza en locales habilitados al efecto en los tres arsenales, Ferrol, Cartagena y La Carraca, durante los primeros años de creación del Cuerpo. En el caso del Arsenal de Ferrol, la academia provisional se



Plano con la ubicación de la Academia de Ingenieros de Marina (provisional) en Ferrol (9).

(9) AGS M P y D LVIII-80.

encontraba en las inmediaciones de la puerta del Astillero, como se indica en un plano de 1783, con la denominación de «Casa y Academia de Ingenieros Idraulicos. Hoy Cuartel de Guardiamarinas».

Romero Landa siguió desde el comienzo las vicisitudes y dificultades de consolidación del Cuerpo de Ingenieros de Marina, y cuando Valdés le nombró ingeniero general interino redactó una representación (10), que envió al titular de la Secretaría de Marina en 1783, en la que hacía una revisión de los problemas más urgentes que tenía el Cuerpo, proponiendo una serie de soluciones.

En relación con la formación de los ingenieros, propuso el establecimiento de la Academia en Ferrol, donde se ubicarían las tres clases de Matemáticas, así como las de Arquitectura, Dibujo, Pilotaje y Maniobra que expresamente señalaba la Ordenanza. Puntualizó que los ingenieros debían ser formados en el aspecto facultativo por la academia, los arsenales y montes, bajo la dirección del ingeniero general, y en el aspecto militar y marinero por la navegación, concurrencia a los consejos de guerra y mando de las armas bajo las órdenes del comandante general del Departamento.

Con espíritu de autocrítica reconoció la «... insuficiencia, negligencia y demás defectos de otros ingenieros de Marina...», debido a que la elección no fue demasiado escrupulosa, a que faltó instrucción y a que su número no excedió de la mitad del previsto.

Para conseguir la plenitud de atribuciones de los ingenieros, propuso la supresión de las plazas de ayudantes de construcción, arquitectos y delineadores a medida que fueran quedando vacantes, pues estos cometidos eran propios de ingenieros, «... siendo la primera obligación de todo ingeniero de Marina la Delineación de planos correspondientes a las arquitecturas a su cargo...».

Para ejercer el control de los establecimientos ultramarinos en las competencias propias del Cuerpo, consideraba necesario que en La Habana se establecieran dos ingenieros por tener astillero de construcción y realizarse carenas mayores y cortes de maderas, y uno en Río de la Plata (Buenos Aires), donde solamente se llevaban a cabo simples recorridas y carenas ligeras.

En 1801, en un documento con el expresivo encabezamiento «Sobre varias medidas de subsistencia económica y reforma del Cuerpo y ramos dependientes de los Ingenieros de Marina» (11), que envió Romero Landa a Godoy, planteó una reducción desde ochenta hasta cuarenta y cinco individuos, con lo que la dimensión del Cuerpo volvía a corresponder con lo que mandaba la Ordenanza de 1776, con el mismo escalafón, en un intento de adecuar las dimensiones del Cuerpo a la realidad de una crisis general de la Marina.

(10) AGS, Leg. 78 de Ingenieros. Representación dirigida por Romero Landa a Valdés en 15 de octubre de 1783.

(11) MNM, MS 472, Fol. 222 a 238.

Desde un principio, los ingenieros de Marina recibieron atribuciones que chocaron frontalmente con las que tenían hasta entonces los intendentes, lo que provocó frecuentes enfrentamientos entre ambos cuerpos. Tal era el caso de la admisión de trabajadores, fijación de su número y salario, firma de los instrumentos de pago a asentistas y dirección de todos los obradores de los arsenales.

Las competencias relativas a obras civiles e hidráulicas produjeron a su vez conflictos de competencias con los ingenieros de Ejército, que se resolvieron con un difícil equilibrio entre ambos cuerpos o, en algunos, mediante el paso al Cuerpo de Ingenieros de Marina de ingenieros de Ejército, que de esta manera continuaron realizando sus funciones sin interferencias competenciales.

Todavía en 1785 se planteaba a quién correspondía la responsabilidad de las obras del Arsenal de Cartagena. En la Junta de Departamento del 18 de mayo de este año, primera a la que asiste Romero Landa después de su reincorporación al Departamento, se decide que «... de acuerdo con R. O. de 11 de mayo donde S. M. ha resuelto se encargue la Marina con arreglo a la Ordenanza de Arsenales de todas las obras del proyecto de este, y que a dicho efecto el Ingeniero Director de Ejército Mateo Bodopovich entregue a José Romero Landa los planos y demás documentos».

Landa, ingeniero general interino en aquel momento, defendió con decisión las competencias de los ingenieros de Marina, y en esta línea firmó como ingeniero general planos de obras civiles e hidráulicas que se realizaron en diferentes instalaciones de Marina en ejercicio de su autoridad y competencia.

El Cuerpo de Ingenieros de Marina adoleció desde su creación de graves defectos que cuestionaron su aceptación en el seno de la propia Marina y llevaron a su disolución en el año 1824; entre los más significativos, el haber encargado su organización a Francisco Gautier, un ingeniero francés que fue su primer ingeniero general; no integrar a los constructores existentes en el nuevo Cuerpo; la falta de voluntad de la Secretaría de Marina para establecer la academia para la formación de los ingenieros, y la no resolución de las aspiraciones de estos, que por ser oficiales vivos reivindicaban gozar de todos sus privilegios en mar y en tierra, obtener mandos de comisiones de guerra y ascender cuando les correspondiera dentro de los criterios generales de la Armada.



EL CAMBIO DE CONSTRUCCIÓN EN LA ARMADA ESPAÑOLA EN EL SIGLO XVIII. DEL SISTEMA INGLÉS AL SISTEMA FRANCÉS

Jesús VALLE CABEZAS
Doctor ingeniero naval



L sistema tradicional de construcción de buques a la española, vigente a principios del siglo XVIII, utilizaba maderas continuas de muy grandes dimensiones y consumía los mejores árboles del país. Se hacían buques muy marineros pero de un coste muy alto y que requerían trabajos caros de mantenimiento, en gran parte debidos a su tendencia al quebranto, pese a lo cual su vida útil era generalmente muy corta.

En el siglo XVIII se produjeron grandes avances científicos y tecnológicos en todos los campos y podemos decir que fue el período en el que se desarrolló la ingeniería, especialmente en Inglaterra, donde la Física y las Matemáticas, a partir de las teorías de Isaac Newton, cambiaron los procedimientos. A mediados de siglo, los ingleses construían buques más baratos y eficaces, con piezas estandarizadas de menor tamaño, que se carenaban en diques y necesitaban menos mantenimiento. Además, trazaban planos del buque y sus piezas, permitiendo la construcción de series iguales.

En 1748 Zenón de Somodevilla y Bengoechea, primer marqués de la Ensenada, comenzó la reforma de la Marina con el objetivo de introducir los beneficios de la construcción a la inglesa en nuestros buques de guerra. Para ello, contó con la colaboración de Jorge Juan y Santacilia, que entre 1748 y 1750 estudió en Inglaterra sus procedimientos de construcción y a su regreso contrató a varios maestros y constructores ingleses que se repartieron entre los diferentes arsenales.

Las características básicas de la construcción naval a la inglesa comparada con la española se documentan en las páginas 155 a 165 del manuscrito 489 del Museo Naval de Madrid. Las principales diferencias se pueden resumir en:

- Inglés: quilla escarpada de lado.
Español: quilla escarpada de arriba abajo o de plano.
- Inglés: varengas de popa a proa endentadas sobre dormidos.
Español: varengas sobre dormidos en proa y popa y sobre la quilla en el centro.
- Inglés: usan raseles en proa y popa y forman con dormidos.
Español: usan horquillas o piques.
- Inglés: genoles escarpados con una pieza o choque, de babor a estribor, como media varenga.
Español: no usan genoles escarpados.
- Inglés: misma fortificación en el sollado que en las cubiertas. Baos sobre durmientes. Curva valona en cada cabeza y otra curva de abajo arriba o llaves.
Español: no se usan durmientes y es raro poner curvas valonas en los baos.
- Inglés: baos de todas las cubiertas fortificados con dos curvas en cada cabeza, una valona y otra de peralto. En la construcción original inglesa había, además, una curva llave en cada chaza.
Español: solo una curva de peralto en cada cabeza.
- Inglés: en la fábrica original inglesa no se usaba trancanil, pero se introdujo como modificación en nuestras construcciones.
Español: uso de trancanil.
- Inglés: esloras y barrotines entre baos para los tablonés de cubiertas.
Español: latas.
- Inglés: cuatro bitas.
Español: dos bitas.
- Inglés: cinco sobreplanos.
Español: entre once y trece sobreplanos.
- Inglés: puntales oblicuos.
Español: no usan puntales oblicuos.
- Inglés: cuatro o cinco tracas de cinta principal.
Español: tres tracas de cinta principal.
- Inglés: tres tracas en la segunda cinta.
Español: dos tracas en la segunda cinta.
- Inglés: serviolas escarpadas una contra otra con un choque, empernándolas contra un bao muy grueso para este fin.
Español: serviolas empernadas contra la cubierta.
- Inglés: cabillas de madera, hasta que la Real Orden del 6 de diciembre de 1763 obliga a clavazón como a la española.
Español: clavazón de hierro.

En 1752 se reunió en Cádiz la Junta de Constructores para modificar el método de construcción a la inglesa, adoptando procesos característicos del antiguo sistema de construcción a la española. En la década de 1760 se publicaron diversas reales órdenes estableciendo los criterios constructivos de un sistema que podríamos denominar de fábrica a la inglesa con modificaciones a la española. Los principales cambios fueron:

- Se sustituyeron las cabillas de madera por clavazón de hierro en toda la obra muerta.
- Las curvas llave de las cubiertas se cambiaron por trancañiles a la española.
- Se añadieron escarpes en las cintas.
- Se estrechó la pala del timón.
- Se incluyeron más esloras en los puentes.
- Se redujo el vano de las portas.
- Aumentó el número de palmejares, que además se endentaron con las cuadernas.
- Se usaron baos y latas más gruesos.
- Se dio más peralte a los baos del alcázar.
- Se empernaron con pernos cuadrados de hierro las varengas, los gozales y las ligazones hasta la primera cubierta.
- Las lanchas, botes y fogones se hicieron al estilo español.

En 1764 se encomendó a Francisco Gautier Oliber, ingeniero y constructor de la Marina de Francia, el estudio de la calidad de las maderas utilizadas en el astillero de Guarnizo. Su ayudante era José Joaquín Romero Fernández de Landa. Al año siguiente, Gautier llegó a Guarnizo para hacerse cargo de la construcción a la francesa de los navíos del asiento de Zúbiria. En 1766 se botaron los dos primeros navíos españoles de fábrica francesa, el *San Juan Nepomuceno* y el *San Pascual*.

El 8 de abril de 1767, Francisco Gautier remitió una carta en la que exponía a S. M. el rey Carlos III el mal estado de los navíos que se encontraban en Ferrol, construidos a la inglesa. Está escrita originalmente en francés y existe una traducción que Alonso de la Rossa y Lavassor, segundo conde de Vega Florida y comandante general del Departamento de Ferrol, remitió a los interesados para su informe y contestación. Dicha carta se conserva en el Museo Naval de Madrid, al igual que toda la correspondencia e informes que se recibieron en contestación. Estos documentos contienen críticas y alabanzas a los dos sistemas de construcción, así como comparaciones con el tradicional a la española, y permiten conocer de primera mano las diferencias entre ambos.

La carta de Gautier desencadenó un cruce febril de cartas e informes entre abril y mayo de 1767. Se resumen sus contenidos adaptados al lenguaje



Navío *San Genaro*.

actual, comenzando por la carta de Francisco Gautier del 8 de abril, en la que expone:

«De todos los navíos construidos a la inglesa, existentes en el puerto de Ferrol, ni uno solo se halla, por lo débil de su fábrica, en estado de sostener un largo combate, ni aguantar un tiempo, y que no se puede en caso de guerra contar con la Marina.

Todos los navíos, sin excepción, son endeble de espesor.

Muchos de ellos a la altura de la cubierta donde está la batería de 18 no tienen los miembros tan gruesos como las fragatas ligeras.

Las cabillas sujetan muy débilmente los elementos y la fábrica se separa.

Toda la tablazón en general es delgada. La mayor parte de los tablones de la primera batería son de simple atadura de pino y sostienen artillería de 24.

Los trancañiles y contratrancañiles, únicas piezas de sujeción de algunos buques, están muy mal puestos y no producen su efecto.

Los baos distan demasiado entre sí.

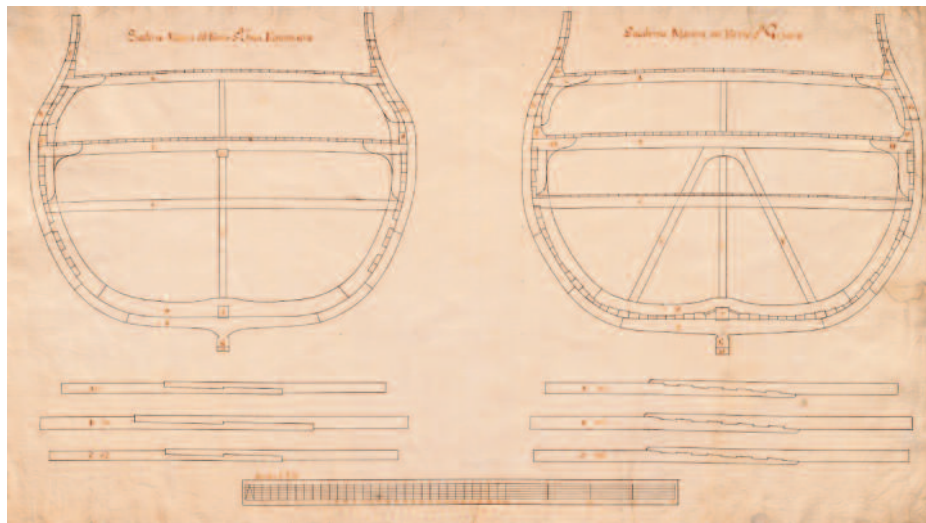
Las cubiertas no tienen curvatura y todos los buques están quebrantados.

El navío *San Genaro*, de nueva construcción, tiene los tablones de las cubiertas entreabiertos, los baos dislocados, tiene maderas más débiles que una fragata de 50 cañones y se halla totalmente desligado, sin que se puedan atribuir estos hechos a lo verde de las maderas.

Se hacen los navíos ligeros en todo.

No se comprende por qué se despueblan los montes de España de sus mayores árboles para sacar maderas muy pequeñas para la construcción de navíos.

Los navíos en grada o carena se van a continuar con el método inglés, utilizado en el *San Genaro*, y es urgentísimo cambiar el procedimiento y fortalecer las obras, pero es más importante ligar bien los navíos construidos para ponerlos en estados de servir, especialmente en tiempo de guerra.»



Cuadernas maestras de los navíos *San Juan Nepomuceno*, de construcción francesa, y *San Genaro*, de construcción inglesa. (Museo Naval de Madrid).

El 18 de abril, el conde de Vega Florida solicitó informe al respecto a Julián de Arriaga y Ribera, ministro de Marina e Indias. El 24 se pidió dictamen a los constructores, al teniente capitán de Maestranza y a los facultativos del Real Arsenal de Ferrol, y el día 30 se emitió la resolución del teniente capitán de Maestranza del Real Arsenal de Ferrol, Jaime Salomón, y de los contramaestres de Construcción y maestros mayores Joseph de Castro, Nicolás de Monterola, Juan Baptista Valerino, Juan de Olarri y Agustín Carcaño, en el que expresan:

«Parece innegable la mayor fortificación de los navíos de fábrica española sobre la inglesa... Comparada la construcción actual con la inicial fábrica a la inglesa de 1750, ha habido cambios mediante las correcciones de los mismos profesores y las que S. M. ha establecido... Sin duda los navíos que se construyen en nuestra Península a la inglesa, o por profesores ingleses, son capaces de sostener un combate o un temporal, aunque se note alguna menor fuerza o resistencia en sus obras altas... La construcción española usaba más espesor en sus ligazones, que iban sujetas con pernos, y no tenía la poca firmeza de las cabillas de madera usada en la fábrica a la inglesa cuando se introdujo en nuestros astilleros, propensa a pudrirse fuera del agua y sujetando poco la tablazón... Los tablonés de fondos y cubiertas son de menos grueso en la construcción inglesa que en la usual española, a reserva de los cocederos, pero esto no supone que exista diferencia o menos firmeza en el resto del

buque... La tablazón de roble que ponen los ingleses en la primera cubierta está donde ronza el cañón y en la medianía o cuerdas. Su cantidad es suficiente para sostener la artillería... No quita fortificación al buque el uso de tablo-nes de pino en los intermedios, especialmente si fuesen del que llaman de la tierra que es sólido, consistente, fuerte y no raja ni abre las costuras como nuestro roble... La única falta de sostén en las cubiertas procede del uso actual de barrotines. Al principio de la construcción inglesa no había trancanil sino un mero tablón que hacia sus veces. Reconocida su falta de fortaleza, actualmente se ponen trancaniles del grueso español, aunque no todos van endentados al modo antiguo a causa de las curvas valonas y los baos que lo impiden. Las curvas suplen la falta de endentado pero de ningún modo la del endentado de los armazones... En los navíos ingleses el número de baos es suficiente, pero no tienen la correspondiente curvatura y, por consecuencia, tampoco las cubiertas, causando daños graves por las aguas estancadas que no corren por la falta de inclinación...

Por varios motivos pueden embarcar agua los navíos, pero no es necesariamente por el quebranto... El *San Genaro* está empernado, pero tiene poco espesor en sus maderas de la obra muerta respecto de los demás buques de fábrica inglesa. Tampoco están endentados sus trancaniles que tienen un grueso regular... La causa de haber entrado el *San Genaro* en Ferrol haciendo agua, con los víveres averiados, se debe al exceso de ancho de las costuras, y la consiguiente flojedad de sus estopas, a lo que se agrega lo que tuvo que trabajar para entrar en el puerto. El agua entró por los costados a la cubierta y los paños... Cuanto más se liga un navío menos velero es, pero la experiencia enseña que la diferencia en la navegación no sólo se debe a lo ligados que estén los miembros o partes del buque sino también a la tensión de las jarcias y arboladuras...

Las proporciones de los navíos ingleses son excelentes, con poca diferencia de las que aquella nación tomó de nuestra fábrica antigua de Vizcaya y Montaña. Los fondos son buenos. Fortificando la obra muerta, empernando y poniendo trancanil (que es la sujeción de un navío, especialmente en las cabezadas, ya que liga a lo largo de toda la eslora) serán lo más perfectos que por ahora podemos desear para cualquier empresa a que S. M. quiera destinarlos, ya sean combates o temporales, tan comunes en las navegaciones.»

El 5 de mayo, David Howel, constructor del Departamento de Ferrol (que no firma el documento por tener ambas manos imposibilitadas por la gota), y los ayudantes de construcción Thomas Williams, Juan Lougman y Juan Hughes emitieron su dictamen en contestación a la carta de Gautier en los siguientes términos:

«Como profesores de la construcción, fabricaremos del mismo modo o con igual exactitud a la inglesa, a la española o a cualquier otro sistema, pues a

todos aplicaremos las reglas de teoría y práctica que hemos adquirido con el estudio y ejercicio de esta ciencia. No hemos construido con nuestras ideas sino según las reglas que se nos han predefinido, y habría sido indiferente que estas fuesen según las de cualquier nación.

»Se afirma que de todos los navíos de la Armada fabricados en el actual modo ninguno hay capaz de resistir un combate o temporal. Esta es una afirmación débil pues basta saber que los ingleses navegan en todos mares y tiempos, y que han tenido combates bien largos y obstinados. Los ingleses no tienen navíos más fortificados que los españoles y con ellos han cogido y destruido varios navíos franceses. Los navíos ingleses no sólo han resistido y resisten combates y temporales sino que son más fuertes y mejores que los franceses.

»No se especifican las causas de la no resistencia de nuestros navíos ante el combate y temporal, pero suponiendo que se atribuya a que no aguantan la artillería, un navío en distancia regular con otro parece imposible impida que las balas atraviesen el costado. En cuanto a los efectos de la artillería, aunque toda la andana dispare en un mismo momento, que no suele ocurrir, su empuje parece incomparablemente menor que el choque de las aguas en un balance.

»Cuando se afirma que todos los navíos sin excepción son débiles de espesor y que muchos de ellos a la altura de la cubierta donde está la batería de 18 no tienen miembros tan gruesos como los de una fragata ligera, no se especifican los grosores del navío y la fragata y debe tenerse en cuenta la separación de los miembros. Si ha habido algunas quejas en Inglaterra ha sido por demasiado grosor y nosotros excedemos el de aquellos buques. El aumento de grosor sirve para compensar el aumento en la separación de miembros. En el *San Genaro* los miembros están juntos como en los demás buques y sólo deben distar tres pulgadas (1) conforme a la Real Orden de 28 de marzo de 1764.

»En ninguna carena de navío hemos visto rotos los miembros del costado, y no puede decirse que doblan.

»Todo facultativo sabe que el cuerpo del navío está en equilibrio y que el eje es la quilla. Cuando el buque escora, la diferencia de compresión de una banda con respecto a la otra subirá un costado y bajará el otro provocando la abertura en los trancaniles, que es lo que ocurre con los balances.

Se puede oponer el reparo de que estos efectos conllevan que todos los miembros del navío den de sí y se muevan las curvas de peralte, de forma que se consoliden todos los elementos de la estructura que son por naturaleza flexibles, pero en el caso de los navíos sus propios miembros, la separación de ellos y las maderas puestas para mayor fortificación, como son las curvas, evitan que se aflojen las costuras.

(1) En todo el documento se usan pies y pulgadas de pie español de tierra. Un pie equivale a 27,86 cm y una pulgada a 2,32.



Estructura de construcción inglesa.
(Museo Naval de Madrid)

En las carenas de algunos navíos cuyos comandantes se quejaron de que se aflojaban las costuras, encontramos siempre curvas separadas del costado y baos a menos de una pulgada, sin detectar el menor movimientos de los pernos ni que se hubiesen separado el durmiente y la cabeza del bao del costado, resultando que la causa de la abertura es el movimiento y no la debilidad del costado.

Los ingleses intentaron corregir este defecto poniendo ligazones desde los sobrepianos hasta los baos de la segunda cubierta y por otros medios, no consiguiendo el

efecto deseado. Como remedio, en lo posible, determinaron que se pudiese en la bodega un puntal desde la mitad de cada genol de sobrepán que corresponde al pantoque (sitio de mayor sostén del buque) en dirección oblicua al bao de la primera cubierta cerca de su centro y que, por mayor seguridad, su cabeza o extremo alto formase una curva que recibiera dos pernos del bao y que los topes de los puntales o curvas largas se llegasen a besar en el centro del bao. Con esta experiencia reformaron o suprimieron desde entonces las ligazones de sobrepán hasta la segunda cubierta colocando en su lugar las curvas llave cuyo gran servicio es tan conocido y estimado por los ingleses.

»En los navíos con puntales oblicuos estos crujen en el balance al soportar las fuerzas o aligerarse. Algunos navíos carecen de puntales oblicuos y curvas llave y, en consecuencia, del crujido que se genera en ellos. El hecho de que los puntales oblicuos crujan con el menor movimiento y en otros navíos no exista ese crujido resulta en una confusión y error. Algunos facultativos, discutiendo sobre tal fortificación, pasan al extremo de decir que debieran ponerse puntales oblicuos debajo de todo bao o eliminarlos todos, pero dicta siempre la razón que de dos términos se tome el medio y siguiendo esta regla racional conceptuamos suficiente el número actual porque el aumento ahogaría la bodega y no dejaría lugar en ella.

»Ninguna nación navega más ni en mares más tempestuosos que la inglesa y no tienen más grosor sus miembros que lo siguiente: grueso de los miembros desde dentro a fuera en la primera cubierta de navío de 80 cañones un pie

y una pulgada, y los de 70 de doce pulgadas y una cuarta de otra. En el alto del costado (igual en los dos) cinco pulgadas y una cuarta. En el alto del costado seis pulgadas.

»Un gran número de facultativos, y no facultativos, pidieron la supresión de las cabillas y la subrogación de la clavazón, pero en las carenas se ve la solidez de las cabillas, en especial debajo del agua donde no es tan útil el hierro por corroerse y aniquilarse. De ningún modo se mantiene mejor la unión de miembros que con las cabillas de madera. La cabilla atraviesa de parte a parte y en la cabeza o extremo interior se introduce una cuña a fuerza de mazo, calafateando el exterior, quedando así tan identificada con la madera que es casi imposible de separar sin romperla. La cabilla, lejos de corromper la madera a la que se fija, se identifica como cuerpo propio o de su misma naturaleza. Los facultativos españoles han intentado combatir las cabillas, diciendo que unas se encogían y otras se pudrían, y nosotros les concedemos esto pero no el que haya procedido de dejadez en su colocación, juego u otras causas que se imputan, sino de defecto intrínseco debido a su mala calidad por estar cortadas fuera de sazón. Con el mayor dolor según nuestra inteligencia dejamos el uso de las cabillas en obediencia de la Real Orden del 6 de diciembre de 1763.

»Respecto a la objeción de que la tablazón en general es delgada, las dimensiones o gruesos de miembros y tablazones se reglaron por la Junta congregada en Madrid por el Excelentísimo señor D. Jorge Juan, verdadero apreciador de nuestra construcción y campeón de esta y otras facultades. Nuestra tablazón es de mayor grueso que la de los ingleses y ellos combaten y hacen presa. La objeción es voluntaria y ningún facultativo imparcial podrá decir que no es suficiente nuestra tablazón y que hay Marina que la gaste de más grosor.

»Se objeta que la mayor parte de la tablazón de la primera cubierta es de simple madera de pino, teniendo que sostener artillería de 24. Con sólo leer esta proposición dirá cualquier facultativo práctico que no conoce cómo se ponen las cubiertas, qué resistencia tiene el pino, especialmente el que llamamos de la tierra, y qué efectos se advierten en el roble. Al introducirse la construcción inglesa se pusieron las primeras cubiertas todas de roble pero, al ser el roble de España tan bravo e indócil, raja creando goteras y se pudre. Por esa causa se tomó la decisión de utilizar roble únicamente en las tracas hasta las que alcanza la cureña al ronarse y en la medianía de la cubierta.

»La séptima objeción se dice que los trancañiles y contratrancañiles, únicas piezas de sujeción que hay en algunos navíos, están muy mal puestos y no producen su propio efecto. Los trancañiles en el actual modo y estado de los navíos, tienen universal aprobación, aun de los facultativos de la antigua construcción española por cuyas ventajas están colocados.

»La octava objeción es que los baos distan demasiado entre sí. Los baos están colocados uno debajo de cada cañón y otro en el intermedio. Ponerlos

más juntos producirá efectos perniciosos. La proporción actual hace fuertes y seguras las cubiertas.

»La novena objeción se refiere a que las cubiertas no tienen curvatura, y es cierto que ahora no tienen estos navíos toda la que se les dio en la grada y con el servicio de tantos años van siempre perdiendo, pero esta circunstancia no tiene relación con la fortificación de los buques, a los cuales se da la curvatura establecida en la Junta de Corte, aprobada por S. M., aunque dando un poco más a la segunda cubierta quedan más desahogados los entrepuentes.

»Respecto a la objeción de que todos los navíos que hay en este puerto están ya quebrantados, decimos que en los no carenados en chata, como son *Príncipe* y *Victorioso*, no se conoce quebranto alguno, ni menos en el *San Genaro*. Como ejemplo de esta objeción se aduce el *San Genaro*, ligado (según dice) mejor que todos los precedentes, y verdaderamente no atinamos en qué pueda cimentarse tal aseveración pues lejos de considerar este navío como el más ligado lo tenemos por muy endeble respecto a los demás de nuestra construcción. Carece de curvas llave, que creemos absolutamente necesarias y no las suple el empernado, que no da fortaleza. Este navío salió de Cádiz tan sumamente sobrecargado que excedía su calado de popa en dos pies y cinco pulgadas y aun así aguantó el temporal, se mantuvo a barlovento y tomó aquel puerto cuando su acompañante, el *San Fernando*, tuvo que amollar en popa o arribar a Cartagena.

»Siguen las objeciones diciendo que el *San Genaro* entró aquí con todos los tablones de las cubiertas abiertos, los baos dislocados y averiados sus víveres por haber tenido algunos golpes de mar, y aun añaden que se atribuirá acaso, como siempre, a lo verde de las maderas. Puntualmente acierta con la causa a tales efectos, atribuyéndola al verdadero origen que es el defecto de haberse colocado las maderas sin curarse suficientemente. En este navío se aflojaron las costuras hasta cerca de tres cuartas de pulgada en cada traca. Si este defecto procediese de movimiento de la estructura resultaría haberse apartado los costados, o dilatado la manga, en casi 20 pulgadas, lo cual es imposible, corroborándose que el defecto no se debe a la falta de fortaleza sino al encogimiento del tablón. Los baos y las curvas estaban apartados de los costados (lo cual no se objeta) pero los pernos no han hecho el más leve movimiento y tienen sus puntas y cabezas en los mismos puntos de su situación primitiva, lo cual es incompatible con la separación imputada de las maderas.

»Las objeciones dicen que los navíos ligeros andan bien, tienen batería floreada y gran vela. Sabemos que los que están demasiado cargados de maderas andan menos. Las dimensiones de las maderas en los bajeles que se construyen son muy proporcionadas para sus fines. Los constructores deben conciliar en la fábrica de un navío para que no deje de ser fuerte por falta de grueso ni sea zorrero por demasiadamente sobrecargado, porque apartándose mucho de un extremo se cae en el otro.

»En la objección final se expresa que necesita pronto remedio el mal estado de la Armada, pero no propone ningún medio oportuno para el logro. Parece preciso que se especifiquen los defectos y modos de precaver cualquier daño.

»Se ha examinado el *San Juan Nepomuceno*, de fábrica francesa, y no se encuentra nada que dicte alterar el sistema inglés.

- El grosor en los miembros de los extremos altos en la segunda batería, con 10 pulgadas y 8 líneas, es excesivo.
- Su costado es débil, con 3 pulgadas de grosor frente a las 8 del *San Genaro*.
- Los baos son muy defectuosos, carecen del grosor necesario y la formación de escarpes es incompatible con las reglas de arquitectura. Los baos escarpados de acuerdo con el arte y con un grosor de la tercera parte tendrían la misma resistencia que los actuales.
- Se interrumpen los baos con grandes escotillas.
- Los baos son grandes en sí pero tienen el mismo grosor debajo del cañón que en el medio.
- Los baos que están más juntos tienen en separación (pulgada más o menos) la misma distancia que los de fábrica inglesa pero son más débiles porque en la popa de la primera batería hay una gran escotilla que aleja demasiado los baos. Esta gran escotilla no se corresponde con ningún hueco en la segunda cubierta.
- Los trancaniles, únicas piezas de sujeción en este navío, son piezas muy gruesas y se consideran inútiles al estar cortadas en pedazos, especialmente las principales, con una ligación de sobreplán en cada chaza.
- Se empernan las dos tracas inmediatas al trancanil, que ofrece el inconveniente de la dificultad al calafatear bien las costuras y la mayor facilidad de tener goteras.
- Los trancaniles están cortados en pedazos de 8 o 10 pies de largo, reducido su grueso al de un simple tablón y tienen dientes de baos y lazas. Proba-



Estructura de construcción francesa.
(Museo Naval de Madrid).

blemente los dientes sean para que los pernos vengan más abajo que las tracas ordinarias de la cubierta, a fin de poderlos echar fuera en una carena si saliese malo el trancañil para dar lugar a calafatear bien las costuras.

- Ofrecen más reparo los baos en sus intermedios, donde no hay la debida fortificación, pues si bien hay latas, auxiliadas por un barro-tín de cuatro o cuatro pulgadas y media, son más pasivas que activas y en vez de sostener a las tablas estas sostienen a aquellas.
- Se ha omitido en este navío una curva contra la cabeza del codaste en la primera batería, que es de gran utilidad.
- Los baos del sollado no descansan sobre durmientes, que no existen, y carecen absolutamente de curvas que aseguren sus cabezas, excepto en la escotilla mayor que tiene una curva valona en cada cabeza. Estos baos son pequeños y los miembros en la cubierta del sollado tienen cerca de una pulgada menos que los nuestros.
- La falta de curvas causa la abertura de sus costuras de trancañil sin que los que lo naveguen sientan crujido o ruido, ya que carece de los puntales oblicuos, y también la abertura de los baos, especialmente con los calores.
- En la bodega no tienen más que dos tracas si y una no. Además de los tres palmejares en cada unión de miembros tiene forrada toda la bodega con tablones de cinco pulgadas, que es innegable fortifican mucho los miembros contra el movimiento ya indicado, y aun le haría mayor servicio si en lugar de clavos se usara en ellos cabillas de madera.
- Las cintas que fortifican el navío contra quebranto no están bien colocadas, algunas apenas tienen tres pies y medio de escarpe, que es un defecto que también tenía la antigua construcción española. Es bueno dar escarpe a los tablones y así nosotros usamos hasta ocho pies en las cintas, y al menos siete pies en el fondo, cuidando no caigan dos toques en una cuaderna sin haber tres tracas enteras en su intermedio.
- Los baos de su alcázar tienen 18 pulgadas de distancia entre sí más que los nuestros, y casi del mismo grueso.»

El 9 de mayo, Julián de Arriaga contestó indicando que se habían solicitado informes a los constructores, al capitán de Maestranza y a los facultativos de Ferrol, pero no obstante enviaba un informe reducido refiriéndose a su experiencia propia en dichos buques. En ese parte reducido exponía las cuatro opiniones siguientes:

- No discute cuál de las dos construcciones es la más fuerte y durable, pues por práctica sabe que ambas tienen la suficiente fortaleza para su uso.
- El uso de curvas llave en los navíos ofrece algunos reparos, y en la actualidad se omiten, pero siendo evidente lo utilísimas que son para sujetar y fortalecer los costados, mayormente en temporales, reconoce que en el *San Genaro* convendría que se pusiesen, al igual que en los buques de gran porte que no las tengan y en adelante se construyan. Sugiere instalar dieciséis curvas llave en cada cubierta de la primera y segunda baterías, repartidas ocho a babor y ocho a estribor, situándose las de babor en los espacios intermedios de las de estribor.
- Juzga conveniente que se dé a los entrepuentes dos pulgadas más de alto y las mismas de curvatura a todos los baos.
- Están notoriamente acreditadas y probadas las bondades de la construcción inglesa en cuanto a los gálibos, dimensiones, compartimientos, baterías y propiedades, y no piensa que puedan mejorarse ni que monarca alguno tenga mejores navíos.

El mismo día, el conde de Vega Florida respondió a las objeciones contra la construcción inglesa por Francisco Gautier. En su contestación expone que se enviaron copias de las objeciones a los constructores y facultativos, dirigiéndole al rey los documentos ejecutados y presentados, sin hacer cotejo de ellos con el de Gautier, por no ser de su privativa facultad. Comenta a continuación lo que por experiencia propia acreditó y oyó generalmente a toda la Marina, en comprobación de la fortaleza, aguante y excelentes propiedades de los buques. Dice en su carta:

«Los navíos de fábrica inglesa pueden ser tan fuertes como los navíos de nuestra fábrica antigua, aunque estén contruidos y ligados con un método distinto, e incluso más fuertes que los ingleses. No son débiles e incapaces de resistir temporales y combates, pues la prueba experimental desde el año 1750 ha acreditado lo contrario, y raros serán los Oficiales de Marina que no hayan pasado en ellos temporales grandes. Personalmente, al mando del *África*, que es el más débil de todos, no experimenté con él, ni con los demás, el más leve contratiempo. Los puse a la capa y forcé de vela bolina cuanto era posible con mares formidables, en cuyos casos admiré más el poder, aguante, descanso y buen gobierno de ellos y, en todos, su buena vela.

»¿Para qué fin se necesita mayor fortificación en un navío de guerra, para la resistencia de un temporal o en un combate? Se necesita más para el temporal pues con un tiempo y mares grandes hasta a los navíos de mayor fortaleza en sus cubiertas y costados les cuesta resistir, por lo que padecen con los grandes balances, cabezadas y golpes de mar, que los estremecen enteramente, y mucho más con el enorme peso de la artillería que llevan sobre dichos costados y cubiertas, viéndose muchas veces obligados sus comandantes a echar al

mar toda la artillería o parte de ella para aliviarlos y salvarlos del riesgo. En los combates la estructura del navío no trabaja tanto, porque teniendo en las cubiertas la suficiente fortaleza para aguantar el peso de la artillería y en sus costados para los cáncamos y argollas de sus bragueros y palanquines, es el cureñaje el que trabaja y padece más que los costados, al contrario que en los temporales.

»No se puede negar que todo navío de mayor espesor en el costado recibirá en un combate largo menos daño en sus obras muertas que otro de menor espesor. Pero estos daños en la obra muerta no pueden producir efectos tan considerables en ella que obligue a rendir o retirar el navío del combate, tal como puede ocurrir con los daños debajo del agua o en la arboladura. No hay razón para pensar que la obra viva capaz de resistir la violencia de los temporales y golpes de mar no pueda aguantar mejor los combates. Los espesores de los costados de los navíos que en la actualidad tiene este Departamento (que se remiten en relación separada) no presentan grandes diferencias entre un tipo y otro de construcción.

»Se da por sentado que la desunión de la tablazón de la obra muerta y las cubiertas del *San Genaro*, así como la dislocación de algunos baos, ha procedido de la flaqueza de su construcción, y que habría perecido miserablemente en el mar si el temporal le hubiese cogido a mayor distancia. Jamás hubieran podido hacer las frecuentes comisiones que han tenido si así fuese. No ofrece duda que los materiales de que se hicieron estos navíos, por las urgencias de la Corona, no siempre se cortaron en su sazón y tiempo, y que acabadas de cortar se colocaban en los buques, concluyéndolos con tanta brevedad que no teniendo tiempo para secarse y curarse se han podrido, ocasionado los expresados perjuicios. La falta no debe atribuirse a que los navíos no estén bien ligados y fortificados, ya que ni en las carenas ni en la mar navegando se ha notado esta debilidad.

»Se nota en estos navíos mucho quebranto, que en verdad tienen y es bien visible. La falta de sazón y la pudrición de las maderas contribuyen bastante. Estos buques no tienen arrufo en sus cubiertas y baterías por lo que se nota más el quebranto que en los navíos de nuestra antigua fábrica, que tenían mucho más arrufo. Los navíos construidos a la inglesa tienen más plan y caen con mayor fuerza que los antiguos sobre chata, por lo que no es extraño que padezcan más quebranto. Una vez carenados en los diques, como aquí se hace desde hace mucho tiempo, no sólo se evita este grave inconveniente sino que fortificando con trancañiles a la española, pernería de hierro y clavazón, han quedado sin ningún o muy poco quebranto y capaces de servir mucho tiempo y en todos los mares.

»Los buques de construcción antigua estaban reputados y tenidos por muy fuertes, aunque la experiencia dice que no tenían tan buenas propiedades ni eran tan salientes a la mar como los de la actual, pero tuvieron tan poca duración por el uso de maderas verdes que habiendo comenzado su fábrica y uso

en el año 1722, sin contar los que antes tuvimos desde el 1714, no quedó de ellos en el 1749 otro que el San Fernando, que sirve de chata en La Carraca desde hace mucho tiempo, y algunos de los construidos en La Habana, que por la buena calidad de las maderas aún permanecen. Se infiere que la duración de los navíos no depende solamente de su fortaleza sino principalmente de la bondad de sus materiales, y que si para aquellos antiguos, que en breve tiempo se inutilizaron y echaron al través, hubiera habido entonces diques en que carenarlos no habrían tenido tan pronto fin.

»Los navíos de guerra, en particular los ingleses (que aseguran los constructores que no son tan fuerte como estos), han navegado frecuentemente en todos los mares del mundo y han mantenido combates con ellos, débiles como se suponen, con la mayor parte de las naciones marítimas de Europa, sin que se haya reconocido decadencia por poder sostener o dejar de aguantar los temporales y las dilatadas navegaciones. Esto es más que suficiente para demostrar que esta construcción inglesa es fuerte, desvanecer el triste y bajo concepto que de ella se ha formado, pues no todas las cosas están precisamente sujetas a unas mismas reglas, y que S. M. puede contar para todas las funciones que se ofrezcan de guerra y mar con los navíos que tiene.»

Finalmente, después de todo lo ocurrido en mayo de 1767, la balanza se inclinó del lado de Gautier y se hizo oficial el método francés que había propuesto, con gran disgusto para Jorge Juan, que en 1771 recopiló su conocimiento sobre los procedimientos de construcción naval en su obra *Examen marítimo teórico-práctico ó Tratado de Mecánica aplicado á la construccion, conocimiento y manejo de los navíos y demás embarcaciones*.

En 1769 Francisco Gautier fue nombrado director general de Construcciones de la Real Armada, y en 1770 se creó el Cuerpo de Ingenieros Navales de la Armada, nombrando como su primer director a Gautier. Su discípulo José Joaquín Romero Fernández de Landa fue el primer ingeniero naval español y el segundo director del Cuerpo de Ingenieros Navales de la Armada.

Los documentos y hechos que se han expuesto fueron decisivos para el cambio de sistema de construcción naval en España. El inglés y el francés tenían ventajas e inconvenientes y todavía hoy es difícil concluir si el cambio estaba verdaderamente justificado y resultaba beneficioso desde un punto de vista técnico.

Retrato de José González Hontoria (1840-1889), mariscal de campo de Infantería de Marina, brigadier de Artillería de la Armada e inventor del sistema de cañones que lleva su nombre. Lienzo al óleo de José Castellote y Villafruela. (Museo Naval de Madrid).



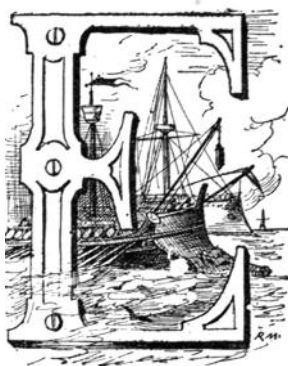
EL REAL ARSENAL DE LA HABANA

Juan ESCRIGAS RODRÍGUEZ
Doctor en Historia Contemporánea



(Reserva)

Antecedentes



Es indudable que desde la fundación de la villa de San Cristóbal de La Habana hace más de 500 años, esta ciudad y su puerto se convirtieron en una posición estratégica para España por diferentes causas: su bahía, inmejorable como puerto natural; su posición geoestratégica, que le llevó a reunir a las flotas que retornaban de Indias a la Península; sus bosques y las maderas de excelente calidad para la construcción de los buques; su población, con personal cualificado y no cualificado como mano de obra, y el capital que se reunía en esa ciudad procedente de las Indias y de sus posteriores fortificaciones. Todo ello hizo

de este enclave un centro de construcción de buques, de reunión de flotas y, posteriormente, la cabecera del Apostadero de La Habana.

No obstante, el primer intento de establecer unos astilleros fijos para la construcción de buques para la Armada se recoge en la obra *Planta o proyecto que en virtud de orden de su Magestad ha formado el señor Don Bernardo Tinagero de la Escalera, del Consejo de Su Magestad, y su Secretario en el Real de las Indias, y junta de guerra de ellas, de lo que se ha de observar, y reglas con que se ha de hacer la fábrica de diez bageles, y dos pataches, que su Magestad ha resuelto se construyan en el Puerto de la ciudad de La Habana, y de los medios para el coste de la expresada fábrica, y manutención luego que estén en perfección los Bageles, como también de su destino, y Navegación*, de 1713, en el que se establecía:

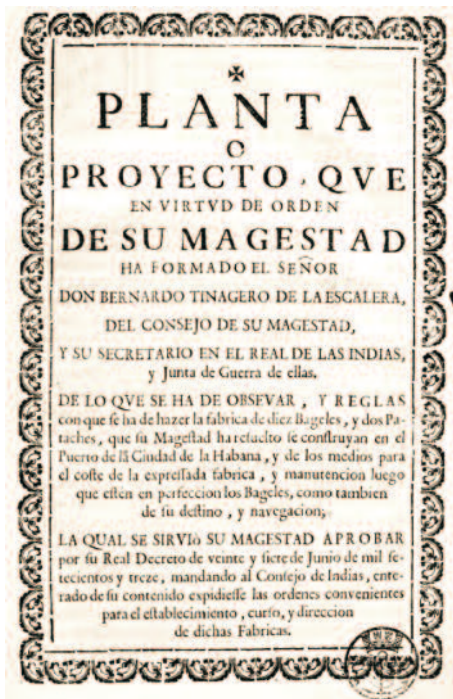
«... Resulta que esta fábrica, como dicho es, se ha de fundar en La Habana, dando principio lo primero para ello con el corte de madera, en el sitio más cercano al Astillero, y este se ha de formar en la playa del mismo puerto de La



Mapa de la bahía de La Habana anterior a 1702, cuando todavía no se habían establecido los astilleros en la ciudad.

Habana de Castillos para adentro, en el parage más capaz, donde sin confusión puedan cómodamente trabajarse, por la posición de peones, y Oficiales, que han de ser necesarios, e igualmente para el expresado sitio, sea también commodo, y conveniente para el mas seguro botadero al agua de los Bañales.»

Aunque finalmente no llegaron a construirse, estableció las bases para lo que posteriormente se iba a realizar.



Portada de *Planta o proyecto que en virtud de orden de su Magestad ha formado el señor Don Bernardo Tinagero de la Escalera, del Consejo de Su Magestad...*, de 1713. (Museo Naval de Madrid).

El primer astillero (1722-1735)

En 1722, e impulsado por Andrés de Pes y José Patiño, comienza a construirse el primer astillero situado entre el Castillo de la Fuerza y la Contaduría. Adolecía de falta de espacio, por lo que parte de sus instalaciones no podían estar en el recinto destinado para ello y, a pesar de hallarse en pleno centro de La Habana e intramuros, no era el mejor emplazamiento. Además, tenía una sola grada y la botadura de los buques no era nada fácil.

No obstante, a partir de 1723 empezó su andadura, y al año siguiente ya había construido su primer buque, el navío *San Juan*, de 50 cañones, de la mano de Juan de Acosta, figura fundamental en el Astillero de La Habana durante más de tres décadas. Fue asentista, constructor y posteriormente capitán de la Maestranza. El 7 de mayo de 1731

firmó un asiento para construir un buque al año, y hasta 1740 salieron bajo su autoridad quince navíos, seis fragatas y tres paquebotes.

Tras la llegada del nuevo comisario de Marina, Lorenzo Montalvo, en los primeros años de la década de los treinta, y a pesar de un inicio con Acosta en apariencia normal, aparecieron disensiones entre ambos, lo que hizo que al comienzo de la siguiente década fuera relegado como asentista, aunque continuara como capitán de la Maestranza.

Como ya adelantamos, el primer astillero tenía muchas deficiencias; al carecer de talleres y forjas, no podía hacer instalaciones fijas y estaba expuesto al público, con lo que se decidió su traslado hacia una zona alejada del centro, fuera de las murallas de La Habana, donde se comenzarían las obras.

El Arsenal de La Habana (1736-1762)

En cuanto a la construcción del segundo astillero, germen del Real Arsenal, parece que su génesis es bien temprana, coetánea del primero. Según se establece en el artículo de Carlos Martínez Shaw y Marina Alfonso Mola (1), existen dos documentos en el Archivo Nacional de la República de Cuba donde se vislumbra que desde el comienzo de la construcción del primer astillero ya se veía la necesidad de encontrar un nuevo lugar para asentarlo.

Así se establece en fecha tan temprana en 1721 en el primer documento:

«... aclaración de terrenos extramuros al sur de la Zanja Real entre la ciudad de La Habana, Calzada de Guadalupe, el Arsenal, Barrio de Jesús María y costa del mar.» (2).

En el segundo, fechado en 1735, el contratista Juan Valentín Barroso establece unos «autos sobre las obras mandadas hacer para establecer el nuevo astillero fuera de la muralla delante del baluarte de la Tenaza» (3).

Asimismo, en un plano de la ciudad de La Habana del Museo Naval, no fechado pero anterior a 1735, se señala la situación de los «lugares para astillero» en la orilla de enfrente de La Habana (marcada con una X en el plano), cerca de lo que hoy sería Casablanca.

(1) ALFONSO MOLA, Marina, y MARTÍNEZ SHAW, Carlos (2015): *La economía marítima en España y las Indias: 16 estudios. (El Arsenal de La Habana en el siglo XVIII)*, Ayuntamiento de San Fernando, pp. 143-162.

(2) Archivo Nacional de la República de Cuba (ARNAC), Realengos, Leg. 97, n.º 41 (1721).

(3) ARNAC, Realengos, Leg. 68, n.º 1 (1735). Citados ambos por MARTÍNEZ SHAW y ALFONSO MOLA.



Plano de La Habana anterior a 1735, donde se señala la situación de los futuros astilleros en la orilla de enfrente de la ciudad (marcada con una X en el plano). Los iniciales estaban entre el Castillo de la Fuerza y el muelle de la Contaduría.
(Biblioteca Virtual de Defensa).

Otros dos documentos gráficos esclarecedores de cuándo se instalaron los Astilleros en La Tenaza nos los muestran dos planos de Archivo General de Simancas. El primero de ellos es el *Plano del astillero de La Habana: se representan en perspectiva los muros que lo cercan, almacenes, casas de grúas, navío dispuesto para botarle y costa opuesta al arsenal. Con carta de D[on] Lorenzo de Montalvo a D[on] José Patiño, La Habana, 26 de febrero de 1736*. Es un anexo de una de las cartas enviadas por Lorenzo Montalvo a Patiño, donde le da cuenta de un encargo que le había hecho este. En él se ve ya el esbozo de lo que iba a ser el Arsenal, con algunos tinglados montados y donde se representa ya una grada, y en la letra *O* se dice: «Demostración de un Navío al tipo de votarse: y paraje donde se deben construir». Esta letra se encuentra en tres lugares diferentes, que coinciden con los emplazamientos donde se iban a construir las gradas posteriores y donde vienen las profundidades del agua reproducidas. En la grada que parece ya estar construida, se ve un navío representado.

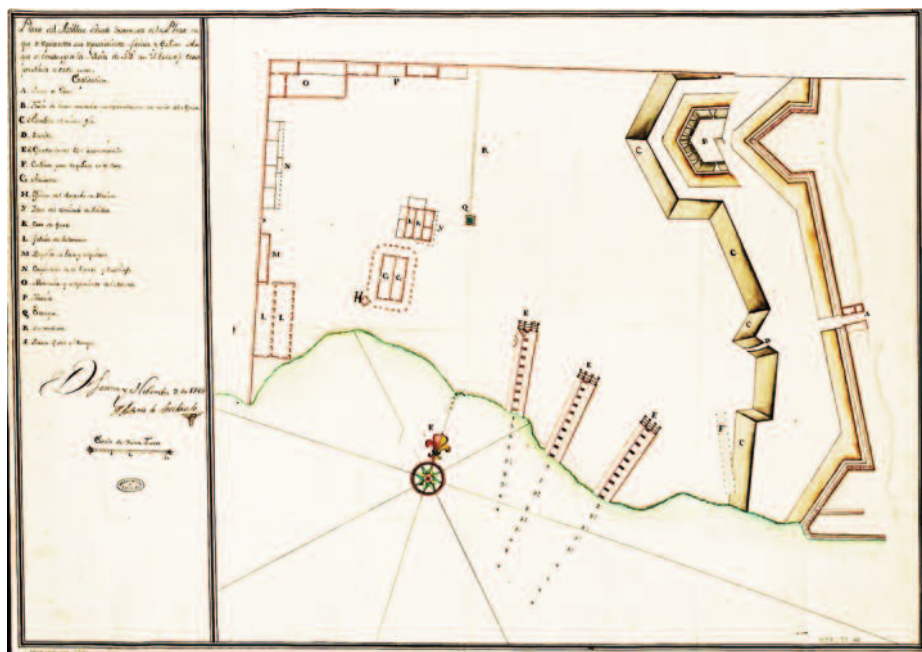
Parece que este plano, en una fecha tan temprana de 26 de febrero de 1736, muestra que el Astillero ya se encontraba adelantado y una grada en produc-

ción, mientras que las otras dos no estaban todavía construidas. Asimismo, Montalvo, en un documento de julio de 1736, da ya por finalizadas las obras del nuevo Astillero. Quizá estuviera acabada la primera grada, la muralla inicial del Arsenal y algunos tinglados, pero desde luego el Arsenal se iría conformando a lo largo del siglo XVIII hasta alcanzar su máximo esplendor a finales de la década de los 80.

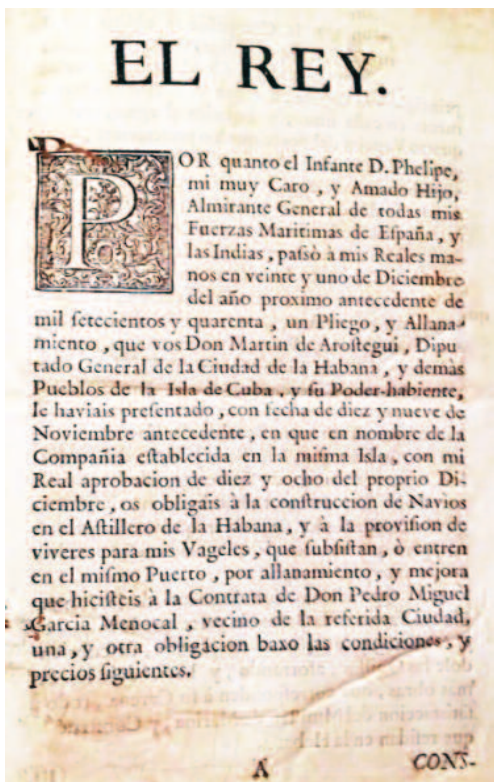
El segundo es un *Plano del Astillero situado extramuros de la plaza, en el que se representan sus repartimientos, oficinas y gradas sobre los que se construyen los Navíos de S. M. con el brazaje correspondiente a cada una. Fechado el 9 de noviembre de 1745*. En él se ven tres gradas ya construidas e indica la fecha de firma, el 9 de noviembre de 1745. Su propio título establece que ya se están construyendo en esa fecha navíos de S. M.

Muy interesante es la zanja que aparece tras la muralla de La Habana que, según reza en el plano, estaba construido debido a los avatares de la guerra del Asiento con los ingleses para prevenir los ataques.

Por todo ello, podemos concluir que ya se había comenzado a construir el nuevo Arsenal en 1735, que un año después parece que ya tenía una grada instalada y que en 1745 disponía de tres más y se encontraba en plena produc-



Plano del Astillero situado extramuros de la plaza, en el que se representan sus repartimientos, oficinas y gradas sobre los que se construyen los navíos de S. M. con el brazaje correspondiente a cada uno. Fechado el 9 de noviembre de 1745. (Archivo General de Simancas).



Real Orden de 18 de diciembre de 1740 de la Real Compañía de La Habana.

ción. Desde luego, su labor tuvo que convivir con el antiguo Astillero y pudo haber momentos en que ambos estuvieran en funcionamiento.

Desde el punto de vista de los constructores, ya vimos cómo Acosta fue perdiendo su predominio, pero aun así entre 1736 y 1740 llegó a construir cinco navíos y tres fragatas más (4).

Finalizado este contrato, se firmó la Real Orden de 18 de diciembre de 1740 de la Real Compañía de La Habana. Esta estaba presidida por Martín de Aróstegui, diputado general de La Habana y comerciante, y suponía la construcción durante diez años de tres o cuatro navíos anuales. La Real Compañía proporcionaría los medios logísticos y los materiales, la madera, el hierro y la clavazón, y se hacía cargo de la botadura y el mantenimiento de los buques. Asimismo, facilitaría la provisión de víveres para los barcos.

Fueron años difíciles para el asentista, que empezó la construcción de los buques en 1743, teniendo que anular el asiento en 1749, cuando la Compañía ya no podía aguantar las pérdidas, entregando los últimos navíos en 1750. En estos años de asiento se hicieron trece navíos y una fragata.

Esta situación supuso un paréntesis en la construcción, que duró hasta 1753, en que se empezaron nuevos buques. Uno de los motivos del parón fueron la reorganización del Astillero de la mano de Montalvo y la caída del marqués de la Ensenada en desgracia, que no se superó hasta que Julián de

(4) PEZUELA, Jacobo de la (1863-1866): *Diccionario Geográfico, Estadístico e Histórico de la Isla de Cuba. (Buques de guerra construidos en el Arsenal de La Habana y en el antiguo astillero entre 1724 y 1870)*. Madrid: Imprenta del Establecimiento de Mellado a cargo de Joaquín Bernat.

Arriaga no se aposentó en el cargo y pudo dedicarle recursos a La Habana. En esta etapa, hasta la toma por los ingleses, se construyeron dos navíos, dos fragatas, tres bergantines y paquebotes y una goleta.

En cuanto a la construcción del Arsenal, se continuó con la mejora de las instalaciones no solo en la zona de La Tenaza, sino también en el muelle de lo que sería la machina, muy cercano a la futura Comandancia General de Marina. Destacar la utilización de la energía hidráulica gracias a un canal que conducía el agua del río Almendares (La Chorrera) al este de la muralla de La Habana. También servía para poder autoabastecerse, una de las funciones primordiales de un Arsenal en aquellos días.

El avance fundamental asociado a la energía hidráulica fue la sierra hidráulica para el corte de la madera, uno de los adelantos del naciente Arsenal. Aunque ya se tienen indicios en 1748 de su construcción, recordar que en el plano de 1745 no aparecía en la descripción. Además, encontramos la maqueta del Museo Naval de Madrid fechada en 1744 y los planos de la sierra firmados el 5 de octubre de 1761.

La siguiente mejora del nuevo Arsenal fue la machina, aunque se encontraba fuera de este. En concreto a partir de 1753, en que se ponen los cimientos de la machina de arbolar y se comienza la construcción de lo que sería el muelle. Su construcción quedó en suspenso por el ataque de los ingleses a La Habana, que destrozaron todo lo que se había levantado. El muelle estaba pensado no solo para arbolar y desarbolar los buques, sino también para carenarlos. En su parte más cercana a la plaza de San Francisco, se encontraba lo



Maqueta del Arsenal de La Habana en el Museo Naval de Madrid, fechada en 1754, aunque se cree que su construcción es anterior.



Detalle del plano del puerto de La Habana y su Arsenal en 1789, que muestra cómo fue finalmente construida la machina. Véase la leyenda.

y su Arsenal de 1789. En la parte inferior de este plano aparece la figura de una machina y una leyenda muy clarificadora de la época de finalización definitiva de la instalación, en la que se puede leer:

«Bista de la machina tomada de perfil desde el pto A en la bahía que por disposición del Exmo. Sr. Comte. General D. Juan Axaoz, se colocó en su torreón el día 17 de abril de 1789 después de 36 años de plantados sus cimientos. Los aparejos fuera del muro van a parar a la muralla B.»

Gracias a esta inscripción sabemos que se empezó a construir en 1753, y por lo tanto el muelle, que se reutilizó lo ya levantado y que fue destruido por los ingleses, y en abril de 1789 la machina ya se encontraba finalizada y lista para su utilización.

Ya vimos que en 1745 ya estaban construidas tres gradas y una cuarta fue edificada posteriormente. Aún así, existió un proyecto de una grada que permitiría la construcción de tres buques a la vez. Era el *Plano geométrico, con sus elevaciones y Secciones Orthographicas. De tres diques secos para la construcción y carena de los Navíos de la Rl Armada*, que nunca se llegó a ejecutar.

A partir de 1761 y con la llegada del rey Carlos III, comenzó un período de impulso de la construcción naval, al intentar doblar el número de navíos. Ello se debió a la firma del Tercer Pacto de Familia, que asignaba nuevos ingresos

que después sería la Comandancia General de Marina del Apostadero de La Habana.

En cuanto a la machina en sí, encontramos un plano de 9 de febrero de 1761, unos meses antes de la llegada de los ingleses, titulado *Plano de la Torre para arbolar y desarbolar los navíos de S. M.* donde parece que el proyecto inicial no fue lo que al final se construyó.

Otra de las fuentes que podemos utilizar es la maqueta de la machina que se encuentra en el Museo Naval, que es la que finalmente se instaló en el muelle de la machina. En cuanto a la fecha de la instalación, tenemos un dato fundamental en el *Plano del Puerto de La Habana*

para el Arsenal de La Habana. Todo ello se vio truncado con el ataque y toma de ciudad por los ingleses el 17 de agosto de 1762.

La toma por los ingleses de La Habana (1762-1763)

Desde el punto de vista de la Real Armada, la estancia y posterior salida de los ingleses de La Habana tuvo unas consecuencias desastrosas. Se destruyeron todos los buques que había en la bahía y también todos aquellos que estaban en construcción en las gradas del Real Arsenal, lo que significó un varapalo para las fuerzas estacionadas en aguas americanas.

Además, el 22 de agosto comenzaron los ingleses el aniquilamiento de los navíos del Arsenal, destrozando todo lo que se pudiera utilizar, como la sierra hidráulica, la machina, etcétera.

Ovidio Ortega en su libro cita un oficio mandado a Arriaga por Montalvo donde le da la novedad de lo sucedido y establece:

«Ya impuse a V. E. que habían desbaratado las gradas sobre las que se hacía la construcción; y teniendo aquéllas porción de madera, han embarcado toda la útil con la que se hallaba en el astillero y vendido la que consideraron inútil... Acaban de destrozarse las ruedas y demás útiles de la sierra de agua que se hallaba en el astillero; y, esto, después de haberse servido de ella con mucha utilidad. Ayer han deshecho la rueda con que movía la Machina; y con hachas han roto las puertas de los almacenes del astillero... Algunos de los ingleses de graduación explican que su intento es dejar este puerto en estado de que el Rey no pueda construir más navíos en seis años.» (5).

Toda esta destrucción significó la paralización del Astillero y el Arsenal hasta 1765. A lo largo de todo el siglo XVIII, con la configuración de departamentos y apostaderos, se intentaron reforzar los tres pilares del poder naval (6) para formar la Armada española. Con esta acción los ingleses pretendieron dejar a cero dos de estos pilares: los buques y el Arsenal; en esta ocasión no lo conseguirían por la capacidad de resiliencia que la Real Armada y España tenían en ese momento. Un nuevo intento tendría lugar durante nuestra Guerra de la Independencia, esta vez con mucho mejor resultado para los ingleses.

(5) ORTEGA PEREYRA, Ovidio (1998): *El Real Arsenal de La Habana*. La Habana: Editorial Letras Cubanas, p. 54.

(6) El poder naval de una nación se puede medir, de una forma simplificada, como el producto de tres factores. Los buques, las bases navales y la moral y el adiestramiento de sus dotaciones. Cuando uno de los factores del producto es cero o se aproxima a este número, el valor total de la multiplicación se acerca a cero.

La recuperación y caída del Real Arsenal de La Habana (1763-1805)

Tras la recuperación de La Habana y debido al desastre que había sufrido la Real Armada, se publica la Real Orden de 16 de abril de 1763 (7) que mandaba iniciar un plan de construcción en La Habana de dos navíos anuales de 80 cañones y reparar los almacenes y demás lugares del Astillero que hubieran sido dañados por los ingleses. Asimismo, por Real Orden de 17 de diciembre de 1763 se crea la Intendencia de Marina.

En 1765 ya se encontraban las cuatro gradas construyendo navíos en ese intento de Arriaga de revitalización de la fuerza naval, bajo la construcción de Pedro de Acosta.

Por Real Orden de 13 de abril de 1767 se nombraba al jefe de Escuadra Juan Antonio de la Colina Racimes comandante general del Apostadero de La Habana, con claras funciones logísticas asociadas y el mandato de agilizar las construcciones de buques, para lo que le iba a ayudar Mateo Mullán en la revitalización de lo que sería el Real Arsenal de La Habana. Fruto de este impulso fue la construcción del navío *Santísima Trinidad*, coloso de los mares.

Llegado este momento, se hace necesario el repaso de las ordenanzas que dieron lugar a los arsenales y al Cuerpo de Ingenieros de la Armada.

Las necesidades constructivas de nuestra nación y su impulso exigían de profesionales que tuvieran la mayor formación técnica en la construcción de buques. Esta necesidad vino reflejada en la *Real Ordenanza de S. M. para el establecimiento del Cuerpo de Ingenieros de Marina* de 1770, donde se establecía:

«Por cuando conviniendo a mi Servicio crear un Cuerpo de Ingenieros de Marina, a cuyo cargo se construyan, carenen, recorran y cuiden de los bajeles de mi Armada, y practicar las demás operaciones correspondientes a este Cuerpo facultativo, y siendo también de mayor importancia se componga de sujetos hábiles e instruidos en la teoría y práctica de esta profesión: He resuelto su establecimiento y el de una Escuela de Cadetes de distinguido nacimiento... y quiero que uno y otro se gobiernen por esta ordenanza...»

Y posteriormente decía:

«Los Oficiales de este Cuerpo se distribuirán en los Departamentos, y Astilleros de Europa, y América, según las urgencias, y el número de Bajeles que hubiese que carenar, y construir, Edificios hidráulicos, y civiles, que fabricar, y reconocimientos de Montes que convenga hacer.»

(7) SERRANO ÁLVAREZ, José Manuel (2009): «La revitalización de La Habana en época de Lorenzo Montalvo, 1765-1772». *Revista de Historia Naval*, núm. 105, pp. 71-101.

Por Real Orden de 23 de mayo de 1772 se nombra al sucesor de Colina, fallecido, comandante general responsable de la construcción de buques.

Una disposición importante para entender cómo se transformó la organización del Arsenal de La Habana, una vez creado el Cuerpo de Ingenieros, es el *Título XI de la Ordenanza de S. M. para el mejor methodo de conservar los Pertrechos de los Vageles de la Real Armada: Mando Militar de los Arsenales de Marina, y exercicio de las Funciones del Cuerpo de Ingenieros de ella en Indias*, del año de 1774, donde se establecen, entre otras cuestiones, el aprovisionamiento de pertrechos y víveres de los buques en el puerto de La Habana y la organización de los servicios del Arsenal.

«Siendo de la mayor importancia uniformar en todo lo posible el methodo de conservar los Pertrechos de los Vaxeles de mi Real Armada, y establecer el Mando Militar de Arsenales, como también el exercicio de los Empleos y Funciones del Cuerpo de Ingenieros de Marina en todos mis Dominios; he mandado, para que asi se verifique en los de Indias con arreglo á mis Reales Ordenanzas de 28 de Mayo y 13 de Agosto de 1772, estender el siguiente Titulo XI, que deberá desde luego observarse como parte y continuación de la primera.»

No obstante, en 1776 se promulga la *Ordenanza de S. M. para el Gobierno Militar, y Económico de sus Reales Arsenales de Marina, Dividida en dos Tratados*, donde en su preámbulo entre otras cosas dice:

«... por tanto he resuelto, que, anuladas las Ordenanzas anteriores de Arsenales, é Ingenieros, se observe inviolablemente en todos mis Dominios quanto se previene en los dos Tratados de ésta, segun se expresa en los Artículos siguientes.»

En 1780 hubo un parón durante tres años en la construcción debido a la Guerra de la Independencia de los Estados Unidos, reanudándose con más vigor. Como ya vimos, en 1789 se puso a funcionar definitivamente la machina del Arsenal de La Habana, 36 años después de ponerse sus cimientos.

En 1792 se finalizó la cuarta grada, como lo indica la obra de fray Nicolás Pacheco, *Oración panegórica que en la solemne acción de gracias á Dios y á su Santísima Madre en la advocación de la Merced, por la feliz conclusión de la grada de construcción finalizada en el astillero de la Habana* (8).

(8) PACHECO, fray Nicolás (1792): *Oración panegórica que en la solemne acción de gracias á Dios y á su Santísima Madre en la advocación de la Merced, por la feliz conclusión de la grada de construcción finalizada en el astillero de la Habana*, La Habana, ed. José Boloña.



Plano del puerto y ciudad de La Habana de 1798.

Con la llegada de Carlos IV se empezaron a agudizar los problemas económicos de la Hacienda española, agravados con la entrada en guerra con Inglaterra en 1796. A partir de la derrota del cabo de San Vicente en 1797 —punto de inflexión junto con Trafalgar del declinar de la Real Armada—, se paralizan las construcciones de grandes buques. Con la firma de la Paz de Amiens en 1802 se recuperó cierta actividad en el Arsenal con la construcción de pequeños buques. En 1805 el combate de Trafalgar marcaría el segundo punto de inflexión, que provocaría la casi desaparición de la Real Armada.

En este período (1763-1805) se construyeron 23 navíos, 13 fragatas, ocho bergantines, 13 goletas, una corbeta, tres paquebotes, cinco gánguiles, cuatro pontones y un chavetín.

Tras Trafalgar y la Guerra de la Independencia. El devenir del Astillero a lo largo del siglo XIX (1805-1894)

Desde luego, la pérdida del poder naval de España no se debió a una única causa. Ni solo se puede achacar al posible mal gobierno de los ministros del

ramo, ni a las pérdidas sufridas en San Vicente o en Trafalgar, que sin duda fueron muy severas, ni a la falta de recursos materiales y económicos de los que desde finales del siglo XVIII adoleció nuestra Real Armada, ni a la pérdida de moral de las dotaciones, ni a la falta de pertrechos de nuestros arsenales, ni a los sucesos que tienen lugar durante la Guerra de la Independencia. Es una suma dolorosa de acontecimientos y situaciones, entre los que, no cabe duda, tuvo una influencia crucial la Guerra.

Como ya comentamos en el punto anterior, la situación de nuestra Armada tuvo antes de la Guerra de la Independencia dos puntos de inflexión claros. El primero fue en 1797, en que alcanzamos nuestro mayor poder naval del siglo XVIII, aunque con grandes problemas en organización, instrucción y adiestramiento, y se produce el desastre de San Vicente. El segundo fue el combate de Trafalgar en 1805. Esta última circunstancia fue crucial para la Real Armada y trajo consigo la trágica pérdida del control sobre nuestros mares, vacío que otras naciones estuvieron prontas a rellenar, pasando la titularidad absoluta a manos de la Gran Bretaña.

En este tiempo el Arsenal de La Habana entró en un letargo del que solo despertó en pequeños períodos a lo largo del siglo XIX. Para darnos una idea del auténtico descalabro que sufrió la Real Armada, únicamente hay que ver las bajas de navíos que sufrió entre 1808 y 1811. De los 48 que había en 1808, causaron baja 22, y del resto solo ocho estaban armados. Desde entonces hasta 1814 lo único que hicimos fue perder barcos, hasta 24, quedando armados únicamente cuatro, y en 1816 la cifra era de 22 y solo dos armados.

Por supuesto, el Arsenal de La Habana siguió la misma suerte y no se volvió a construir ni un solo buque hasta 1843... cuatro décadas de pequeñas reparaciones y carenas y de destrucción del Arsenal.

En el *Plano del Real Arsenal de La Habana en la costa Norte de la Isla de Cuba*, fechado en 1816, de Honorato Bouyón (9), hay una leyenda que dice: «... en donde se aprecia las dificultades para un maior ensanche», que recoge los intentos del autor de impulsar el Arsenal, aunque las dificultades eran de otro tipo —económico, organizativo e institucional—, y no precisamente de espacio. En este plano ya una de las cuatro gradas iniciales se encontraba inutilizada, estableciendo una diferencia entre la parte industrial y la zona de carenas y construcciones.

El 23 de abril de 1825 y ante la ruina de la nación, de la hacienda y de la Real Armada, se solicita desde la Dirección General de la Real Armada al comandante general del Apostadero de La Habana: «... que proponga a la mayor brevedad posible las grandes economías que las circunstancias presen-

(9) Sobre los proyectos sobre el Arsenal de La Habana de Bouyón, consultar la obra de ORTEGA PEREIRA, Ovidio (1998): *El Real Arsenal de La Habana*. La Habana: Editorial de Letras Cubanas. Impreso en Madrid, pp. 79-85.

tes exigen en el Apostadero de Marina de La Habana...». Tras la respuesta del comandante general, en el documento que se encuentra en el mismo expediente, titulado *Providencias de reformas y arreglo que el Rey N^o S^{or} ha mandado se ejecuten desde luego en el Apostadero de Marina de La Habana* (10), fechado el 2 de mayo de 1825 se establecen todas las disposiciones necesarias para llevar a cabo. Entre las que hablan del Arsenal, su personal y el material de pertrechos, destacar la que ordena el cese de todas las actividades.

Como vemos, era la ruina y el abandono total del Real Arsenal de La Habana. En el *Plano de parte del Real Arsenal de la Habana, levantado de orden del Excmo. Sr. Comandante General del Apostadero D. Angel Laborde*, fechado en 1831, se puede observar que la cuarta grada ha desaparecido definitivamente y se ven los pecios de los distintos buques que han ido perdiéndose en el ataque de los ingleses y en otros eventos.

Un documento interesante que muestra las actividades posteriores del Arsenal es la disposición publicada en *La Gazeta* el 30 de enero de 1844, momento de la botadura del bergantín *Habanero*, que establece que desde hacía 45 no se llevaba a cabo ninguna ceremonia similar.

Un hecho importante sucedió con el huracán sufrido entre el 4 y 5 de octubre de 1844, que tumbó la machina de La Habana. El Estado General de la Armada de 1846 ya la daba como en funcionamiento. En el opúsculo *Noticia de los efectos del temporal ocurrido en la Isla de Cuba en los días 4 y 5 de octubre del presente año*, se cuenta esta pérdida.

En el Estado General de la Armada de 1846 aparece por primera vez el Arsenal y la dotación que lo compone. A partir de 1846 se transforma una de las gradas en un varadero, que fue utilizado tanto por buques civiles como de la Armada. El 1 de agosto de 1851 se inauguró el citado varadero al subir a sus gradas al vapor *Almendares*, que fue reemplazado por el de guerra *Colón*.

El 29 de septiembre de 1858 se produjo un serio accidente en el Arsenal. No fue otro que la voladura del polvorín, una catástrofe que costó cerca de 200 vidas, según las crónicas de la época.

Otro interesante testimonio de cómo era La Habana en los años 60 del siglo XIX lo recoge Samuel Hazard en su libro, escrito en 1866, *Cuba a pluma y lápiz*, donde recorre rincones de La Habana y sobre el Arsenal dice que «... se entra desde la ciudad por la llamada Puerta del Arsenal, que con sus bonitos edificios para oficiales y sus árboles verdes, luce muy atractiva desde fuera. En la actualidad no vale gran cosa el Arsenal, aun cuando contiene astilleros, depósitos, talleres y otras cosas peculiares de la construcción naval».

(10) Archivo del Viso del Marqués. Expediciones de Indias, Legajo 76, Documento 28, 2, 6, 9 de mayo 1825 y 19 de abril de 1826.

Hubiera sido muy necesario durante la Guerra de los Diez Años (1868-1878) construir pequeños cañoneros para la defensa de las costas, que sin embargo tuvieron que ser encargados a los Estados Unidos.

Desde 1805 la construcción que se había hecho en el Arsenal fue mínima: tres goletas, un paquebote, dos bergantines y una corbeta. En 1870, acuciados por la Primera Guerra de la Independencia de 1868, se construyó el último buque, un cañonero, el *Cuba Española*, ante la necesidad de tener unidades para el control del tráfico marítimo y el contrabando de armas.

En 1875 encontramos un nuevo *Plano del Arsenal de La Habana* con una disposición muy parecida a la que tendríamos en 1898. Se ven en él los restos de dos de las cuatro gradas ya inoperativas y la disposición de las oficinas administrativas, viviendas, tinglados y talleres y gradas.

Por orden de 25 septiembre de 1875 se dispone que empiece a regir en el Apostadero de La Habana la Ordenanza de Arsenales de 13 de julio de 1870 y que se organice el personal de jefes y oficiales para el servicio de la misma manera que lo está en la Península. En su apartado segundo establece que el cargo de comandante general lo desempeñe, a imitación de lo resuelto para la Península, el segundo jefe del Apostadero.

En 1880 se manda cambiar las machinas de Ferrol, Cartagena y La Habana, comenzándose a hacer dos años más tarde, y la nueva machina de La Habana, de construcción inglesa, fue arbolada en el muelle de San Fernando de La Habana el 12 de noviembre de 1882.

Debido a la situación económica que estaba pasando el Ministerio de Marina, el 13 de diciembre de 1884 se publica el Real Decreto que dispone el cierre de los talleres del Arsenal del Apostadero de La Habana, entregando a



Plano de parte del Real Arsenal de La Habana, levantado de orden del comandante general del Apostadero Ángel Laborde. Fechado en 1831.



Plano del Arsenal de La Habana en 1875, donde se ven los restos de dos de las cuatro gradas ya inoperativas.

la industria particular sus quehaceres, pequeñas carenas y reparaciones, y reorganizando los servicios administrativos para introducir la mayor cantidad de economías posibles.

Por el Real Decreto de 7 de mayo de 1886 se aprueba la Ordenanza para el régimen militar, facultativo y económico de los arsenales del Estado, que reactiva al Arsenal de La Habana.

En una noticia fechada el 10 de mayo de 1890, en la REVISTA GENERAL DE MARINA se anuncia la instalación de electricidad para alumbrado en el Arsenal, a iniciativa del comandante general de Marina, por la Spanish American Light & Power Company Consolidated.

La falta de este Arsenal, de sus medios, de su capacidad de reparaciones, de su aprovisionamiento y de sus municiones,

influyó en la preparación y disponibilidad de nuestras unidades en el Apostadero. Solo con soluciones de fortuna se pudo mantener un mínimo de unidades listas para la guerra que se avecinaba.

La Guerra hispano-cubana-norteamericana (1895-1899)

La Habana contaba con una inmejorable situación respecto a los Estados Unidos debido a su proximidad a las costas de este país. El problema estribaba en que disponía de malas condiciones de defensa porque el ancho de la entrada permitía que parte de los buques fondeados quedaran a disposición del fuego enemigo.

En lo referido al Arsenal, por Real Orden de 31 de marzo de 1896 se disponía que el destino de comandante del Arsenal de La Habana estuviera desempeñado por capitanes de navío.

El 23 de noviembre de 1897 había quedado a disposición del comandante general del Apostadero un dique flotante, con capacidad para buques de hasta 10.000 t, adquirido en Inglaterra por el Ministerio de Ultramar. Se le había confiado a la Junta del Puerto de La Habana su ubicación, ya que era necesario hacer tres metros más profunda la poza donde se debía fondear, por lo que no se pudo utilizar para que varase el *Vizcaya* cuando estuvo en La Habana en marzo de 1898 (11).

Para la preparación de la Guerra, las autoridades de Marina intentaron activar unidades de la Armada. En cuanto a los medios de aprovisionamiento, en los primeros días de abril de 1898 se habían adquirido 277.860 raciones, que se almacenaron en el Arsenal, quedando al final 183.000 para la capital, 20.520 para Cienfuegos, 45.900 para Santiago de Cuba, 10.740 para Caibarién y 17.700 para Gibara.

El almirante Manterola encargó al segundo jefe de Estado Mayor el servicio de subsistencia y abastecimiento de víveres de la isla, dándole facultades para embargar y destinar a este servicio los buques de la Trasatlántica, los de la casa Sobrino y Herrera y los de la empresa Navegación del Sur. Se adquirieron también 50 camas colombinas y los efectos y accesorios propios para poner un hospital de sangre en el Arsenal si fuera necesario. También se contaba con cierto número de disparos de munición en los polvorines, la mayoría no utilizable por la Escuadra de Cervera.



Machina del Arsenal de La Habana en el momento de ser arbolada el 12 de noviembre de 1882.

(11) AUÑÓN Y VILLALÓN, Ramón: *Luz sobre la guerra (s/f)*. Manuscrito MSS 23037 de la Biblioteca Nacional de España, p. 524.

El gobernador general de Cuba, general Blanco, telegrafió al ministro de Ultramar desde La Habana el 8 de enero de 1898, diciéndole: «... A Marina se le deben dos millones y tercio que convendría liquidar para que puedan hacer servicio gran número de barcos que están Arsenal con averías, sin poder repararlas por falta de fondos... » (12). Estos fondos nunca llegaron. Este es el triste resultado de no contar con una verdadera capacidad en el Arsenal.

El Arsenal de La Habana contaba además con su machina de 80 t y un dique flotante que había sido entregado por la casa Sivan and Hunter a finales de agosto de 1897. Atravesó el Atlántico a remolque del vapor *Ruapehiu*, llegando al Apostadero el 14 de noviembre, siendo el *Magallanes* el primer buque en entrar en dique. El dique fue colocado en su destino el día 1 de abril de 1898, con 137,17 m de eslora, 32,24 de manga y 14,23 de puntal.

En el Arsenal se intentaba, con los pocos medios de que disponía, de reparar el máximo número de buques. El *Alfonso XII* y el *Magallanes*, que entraron en el dique flotante, y todas las unidades mayores intentaban se reparadas para su entrada en combate. Desgraciadamente, un esfuerzo inútil.



El *Alfonso XII* entrando en el dique de La Habana en marzo 1898. Al comienzo de la guerra todavía se encontraba inútil sin poder navegar. El no poder entrar en el dique durante la estancia del *Vizcaya* posteriormente mediatizó la capacidad operativa del buque y de la Escuadra de Cervera.

Finalizada la guerra, se dispone por Real Orden del 30 de septiembre de 1898 la admisión en los arsenales de la Península, con preferencia a los de nuevo ingreso, de los individuos de Maestranza peninsulares que regresan del Apostadero de La Habana.

El 1 de enero del año siguiente, España abandonó definitivamente la isla de Cuba después de más de cuatro siglos.

Con la nueva situación de las islas, el Arsenal pasó a una segunda línea. Sería demolido, y en 1912 se inauguraría la estación central del ferrocarril,

(12) *Operaciones Navales en 1898*. Madrid: Ministerio de Marina, p. 87.

que lo sustituyó definitivamente después de llevar desde 1735 allí instalado. Hoy, solo quedan los restos de las puertas.

La machina de La Habana se retiró del uso en 1903 al no tener barcos que arbolar. Hoy hay una maqueta en el Castillo de la Fuerza, fechada en 1922, hecha con los restos de la original.

El dique flotante fue subastado y vendido a los Estados Unidos para llevarlo a Pensacola, donde sufrió los embates de un huracán a finales de la primera década del siglo xx.

En España todavía se guarda en una granja en Ribadeo la última bandera que se arrió en el Arsenal de La Habana, como recuerdo de una ciudad que ha permanecido y permanecerá en la memoria de los españoles y de la Armada española como algo muy cercano y querido. El vuelo de la bandera reza:



Fotografía anterior a 1898 del crucero *Magallanes* en dique.

«Bandera oficial que ondeaba en el Real Arsenal de La Habana que fue arriada el 1 de enero de 1899 al cesar la soberanía de España, recogida por el Excmo. Sr. Pedro Murias.»



LOS SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN NAVAL Y EL COMBATE DE TRAFALGAR

Mariano JUAN Y FERRAGUT



(Retirado)

Hazte un arca de madera de ciprés; ... y la calafatearás con brea por dentro y por fuera... la harás de trescientos codos la longitud del arca, de cincuenta codos su anchura y de treinta codos su altura. (Génesis 6: 14).

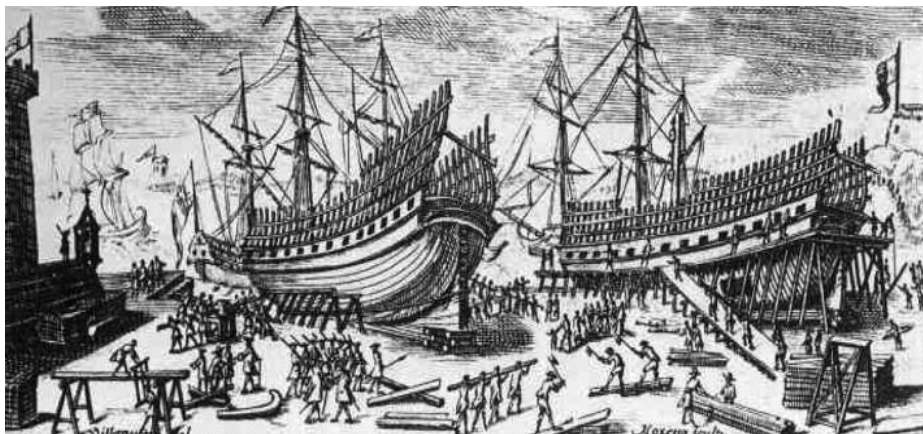
Orden de Jehová al patriarca Noé para la construcción de una embarcación para preservarlo del Diluvio Universal.

Introducción obligada



N mayo del pasado año 2019, se celebró una reunión presidida por el AJEMA, almirante general Teodoro López Calderón, acompañado, entre otros, por el también cartagenero José de Lara Rey, decano presidente de COIN y AINE, y el director de Ingeniería y Construcciones Navales, vicealmirante Manuel Antonio Martínez Ruiz, en la que se establecieron las bases para programar una serie de actividades para conmemorar el 250 aniversario de la creación del Cuerpo de Ingenieros de la Armada.

El presente trabajo es una modesta, aunque ilusionada, aportación encuadrada en las múltiples actividades que en la citada reunión se consideraron para celebrar tal efemérides. El trabajo se ha elaborado en plena pandemia del COVID-19 y en coincidencia con la obligada suspensión del alud de fastos del V centenario de la primera circunnavegación del globo de la nao *Victoria* bajo el mando de Juan Sebastián de Elcano. A lo largo de las siguientes páginas, recorreremos la construcción naval española del Siglo de las Luces, durante el cual se armaron cerca de 600 buques: 236 navíos y otros tantos entre fragatas y corbetas.



Grabado de la construcción de un buque en Ferrol en el siglo XVIII.

A principios del XVIII, con un estado penoso de la Marina, se inició nuestra recuperación naval, que alcanzó su apogeo en 1794 con 76 navíos de línea, 51 fragatas, 9 corbetas, 10 jabeques, 30 bergantines, 6 paquebotes y 16 urcas, fabricados según las normas establecidas por los cinco sistemas de construcción del siglo XVIII.

Tales sistemas estuvieron representados por los navíos que participaron en el combate que se libró el 21 de octubre de 1805 a la vista del cabo Trafalgar, donde la escuadra de Nelson se alzó con la victoria. El triunfo inglés fue debido, básicamente, al lamentable estado en que se encontraban aquellos magníficos buques, abandonados a su suerte, sin mantenimiento, propiciado por la desidia de Godoy y bajo el mando de un inepto almirante, el francés Villeneuve. Recordar que también una epidemia sanitaria tuvo una notable influencia en aquel descalabro, ya que un par de años antes la fiebre amarilla había diez-mado Andalucía, acabando con gran parte de las dotaciones de la Armada, lo que obligó a que se reclutase a última hora, y a la fuerza, a gente sin experiencia marinera, muchos de ellos incluso delincuentes sacados de la cárcel.

Por escaparse del presente trabajo el análisis de las causas de aquella derrota, solo nos limitaremos a aportar una serie de datos de los 15 navíos españoles que participaron en la jornada de Trafalgar.

Reflexiones previas

En el presente año bisiesto de 2020 —«año bisiesto, año siniestro»— se cumple el 250 aniversario de la creación del Cuerpo de Ingenieros de la Armada.

Fue por una Ordenanza de S. M. el rey Carlos III, cuyo preámbulo decía: «Por quanto conviniendo a mi Real servicio crear un Cuerpo de Ingenieros de Marina, agregado al Cuerpo General de Marina, a cuyo cargo se construyan, carenen, recorran, cuiden los vageles, se fabriquen los edificios y practiquen las demás operaciones correspondientes a este cuerpo facultativo y militar en mis puertos, arsenales, montes, a bordo de mis navíos y escuadras de guerra, a los que destinaré en cualquier parte de mis dominios. Y siendo también de la mayor importancia se componga de sujetos hábiles en la teoría y práctica de esta profesión, he resuelto su establecimiento...».



Retrato del marqués de la Ensenada, por Jacopo Amigoni, c. 1750. Museo del Prado.
(Foto: www.wikipedia.org).

El Cuerpo de Ingenieros se creó siendo ministro Julián de Arriaga, sin el conocimiento ni participación del que fuera el gran oráculo de Ensenada, el insigne Jorge Juan, debido a las malas relaciones entre ambos, propiciadas por el mal trato, poca consideración y enemistad que el de Novelda recibió del citado ministro.

Los miembros del Cuerpo de Ingenieros no solo se limitaron a sus funciones principales en los arsenales: construcción naval, carenas, almacenes de fábricas de jarcias, lonas, betunes, etc., sino que también extendieron sus actuaciones como ingenieros de montes, construcción de puertos, faros, pantanos, puentes, canalizaciones hidráulicas, canales navegables, murallas, labores cartográficas, diseño y construcción de nuevas poblaciones y ejecución de grandes edificaciones. Todo ello evidencia la versatilidad y el protagonismo de los ingenieros de la Armada.

A lo largo de este cuarto de milenio, el Cuerpo de Ingenieros ha sufrido una serie de vicisitudes, destacando que a poco más de 50 años de su creación, en 1824, se suprimió. Tal supresión estuvo motivada, básicamente, por la inicial oposición de los integrantes del Cuerpo General y del Cuerpo del Ministerio, así como de los del Cuerpo de Ingenieros del Ejército, ya que muchas de las funciones que venían ejerciendo pasaron a ser de la competen-

cia de los nuevos ingenieros. En 1848 se restableció el Cuerpo, creándose una escuela en San Fernando que empezó a funcionar en 1860, cuando se trasladó a Ferrol. Un cuarto de siglo después se clausuró.

En 1910, como consecuencia de la Ley Ferrándiz, se reinstauró el Cuerpo de Ingenieros Navales de la Armada y en 1914 se creó la Academia de Ingenieros y Maquinistas en Ferrol. La primera promoción salió en 1917, formada por trece alumnos, tres de la Armada —Juan A. Suanzes, F. de la Rocha y Nicolás Franco— y diez del Ejército, entre ellos, Áureo Fernández Ávila, que alcanzó cierta fama por ser el único ingeniero español que ha diseñado y construido, hasta ahora, un modelo de submarino, el de la serie D.

En 1943, se fundó en la Universidad Complutense de Madrid la Escuela de Ingenieros Navales. Y dentro del ámbito de la Armada, se creó la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Armas Navales, heredera del antiguo Cuerpo de Artillería de la Armada.

En 1967, se constituyó el actual Cuerpo de Ingenieros de la Armada, en el que se integraron las diferentes clases de marinos ingenieros de diversas procedencias y titulaciones. Se estructuró en tres ramos: armas navales, ingenieros navales y electricidad. En las dos últimas, se integraron los componentes del Cuerpo General y del de Máquinas que habían obtenido el título de ingeniero naval, o ingeniero electricista, telecomunicaciones, etc., pero que continuaban en los Cuerpos respectivos.

Durante un prolongado período —desde antes de la Guerra Civil hasta las últimas décadas del siglo XX—, muchos marinos ingenieros habían cursado sus estudios en centros y universidades extranjeras. Así, los navales procedían de Livorno (Italia) y de Newcastle (Reino Unido); los electricistas de Lieja (Bélgica); electrónicos/telecomunicaciones de Stanford, en pleno Silicon Valley (Estados Unidos), y aeronáuticos de París (Francia). A continuación, nos disponemos a relacionar a algunos de aquellos ingenieros titulados en el extranjero, los considerados más punteros, con la certeza de que nos dejaremos a muchos; por tanto, no están todos los que son, pero sí son todos los que están.

Comenzamos con José Antonio Suanzes, fundador y director del INI. Continuamos con José M.^a Navascués, padre de la energía atómica en España, que a los 15 años ingresó en el Cuerpo de Artillería de la Armada y se especializó en el Instituto Politécnico de Zúrich y en el de Óptica de Berlín. Seguimos con Manuel Álvarez-Ossorio, Pedro Fernández Martín, Pedro Núñez Iglesias, Pascual O'Dogherty, Máximo Solano Campuzano, Remigio Díez Davó, Carlos Navarro Revuelta, Ángel Martín Caloto... y finalizamos con una *rara avis*, Antonio Núñez Rodríguez, que se formó en la Escuela de Aeronáuticos de París (rama de motores), pasado al Cuerpo de Ingenieros Aeronáuticos, donde se retiró de general de división, y por su medalla aérea ascendió a teniente general.

No nos ocupamos de los ingenieros hidrógrafos, título privativo de la Armada, para los especialistas en Hidrografía, cuya diplomatura se obtiene

después de superar un curso de dos años en el Instituto Hidrográfico de la Marina.

Y concluimos cerrando un ciclo de 250 años —iniciado cuando Carlos III dispuso que los ingenieros eran agregados al Cuerpo General de Marina—, ya que desde hace un lustro a los alféreces de navío, al igual que los tenientes de Infantería de Marina, al finalizar su formación en la Escuela Naval y recibir los correspondientes despachos, también se les entrega el título universitario de graduado en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Vigo, actualmente un prestigioso centro universitario, en cuya creación participaron brillantes ingenieros de la Armada que a la sazón eran profesores de la ETEA.

La construcción naval al iniciarse el Siglo de las Luces

La construcción naval era, entonces, la disciplina más compleja y de difícil resolución, pues los buques han estado siempre en la vanguardia del desarrollo científico y técnico de su tiempo. Era una ciencia empírica, basada en la práctica que dictaba la experiencia. Tales saberes se iban transmitiendo de generación en generación, o en el seno de los gremios, en los que los maestros iban formando a sus discípulos hasta que pudiesen ejercer su oficio, siempre regulado y controlado con el fin de defender los privilegios y beneficios que su conocimiento daba a quienes lo tenían.

A principios del siglo XVIII se empezaron a publicar normas apoyadas en aquellas prácticas, pero los avances de las ciencias matemáticas y físicas todavía no se aplicaban a la construcción naval.

Las marinas más potentes de entonces eran las de Inglaterra y Holanda, naciones que marcaban la pauta en la construcción naval, aunque la pionera en el estudio teórico fue Francia, con Pierre Bouguer y su obra *Traité du navire*, publicada en 1746. Bouguer fue el más importante de una serie de grandes científicos que se ocuparon de los problemas teóricos de la construcción naval, a la que aplicaban los conocimientos más avanzados de la época; pero la mayoría de ellos no había pisado la cubierta de un buque, incluso ni tan siquiera habían visto alguno. Por ello, sus obras solo tuvieron impacto sobre la comunidad científica y casi ningún efecto práctico.

Bouguer, además de Godin y La Condamine, fue el académico francés que, con Jorge Juan y Antonio de Ulloa, llevó a cabo la medición del arco del meridiano en el Perú para determinar la forma de la Tierra. Conocido como el «padre de la ingeniería naval» (fue el que introdujo el concepto del metacentro), nunca construyó ni participó en la construcción de un barco, pero trabajando solo en las montañas del Perú estableció las leyes matemáticas de la ingeniería naval. Cuando el *Traité du navire* bajó de la montaña, la ingeniería naval pasó de ser un oficio para convertirse en ciencia.

El navío de línea

Era todo aquel buque con suficiente artillería (más de 60/64 cañones) que podía combatir en una línea de combate. Se le llamó «de línea» por la táctica de las escuadras, en la que los navíos se alineaban los unos detrás de los otros para que toda la artillería de una de las bandas pudieran disparar simultáneamente contra la flota enemiga.

El rey de la línea de combate era el navío de tres puentes, siendo el inglés John Hawkins su creador, quien teniendo como base el galeón español y su gran experiencia marinera —así como los avances de la artillería naval y las mejoras técnicas en los buques de vela— diseñó un nuevo tipo de buque de mayor eslora, menos altura de obra muerta y con una distribución interna caracterizada por una cubierta corrida de proa a popa, donde iba instalada la batería de cañones con portas al costado. En España, fue el cordobés Francisco Antonio Garrote el precursor de la evolución del galeón al navío, quien escribió el tratado *Recopilación para la nueva fábrica de baxeles españoles, donde se declaran las proposiciones y nuevo gálibo correspondiente a seis órdenes diferentes de portes, con la utilidad de servir de guerra en las armadas del océano, 1691*, calificado por Cesáreo Fernández Duro como el más completo y mejor del siglo XVII.

El navío de línea se convirtió en la columna vertebral de las flotas del siglo XVIII. La estructura de este tipo de buques se reforzó para que sus cubiertas pudieran soportar el enorme peso de la artillería instalada en baterías corridas o cubiertas, a las que se denominó con el galicismo de «puentes». Además, el reforzamiento también vino impuesto al abrirse en sus costados numerosas portas para los cañones al nivel de cada cubierta.

Tenía tres mástiles. El trinquete era el situado más a proa, y montaba la vela de trinquete, el velacho o gavia de trinquete y el juanete de proa. El palo mesana era el situado más a popa y montaba las velas siguientes: la cangreja, en cuyo pico se izaba navegando el pabellón nacional, la sobremesana y el juanete. El palo mayor, situado entre el trinquete y el mesana, era el más grande de los tres y en el que laboraban las principales velas del buque: la vela mayor, la de gavia y el juanete. Además de los mencionados, también montaban el bauprés, un palo grueso que salía de la proa para fuera con cierta inclinación al horizonte, y que siendo uno de los principales de la arboladura, sirve para marear los foques y hacer firmes los estays del palo trinquete y de sus masteleros. Por esta razón se le dio el epíteto de «llave de los palos» o «de la arboladura».

Las prioridades que se tenían presentes en el diseño del navío de línea eran:

- Que sea de buen gobierno y responda pronto al timón.
- Que aguante la vela, incluso con condiciones adversas de mar y viento.

- Que no sea tormentoso, es decir, que los balances y cabezadas no sean violentos.
- Que su batería baja sea floreada, o sea, que se pueda emplear en todo momento, independientemente de las circunstancias climatológicas.

Inglaterra, España, Francia y Holanda, las cuatro potencias navales del siglo XVIII, trataron en todo momento de copiar las mejoras que introducían sus competidores en el campo de la construcción naval, por lo que es difícil hablar de sistemas nacionales propios.

Por ello, a finales del siglo todas las potencias navales disponían de unos tipos de navíos bastante similares, siendo los de 74 cañones para arriba los que formaban la línea para combatir contra las escuadras enemigas.



Navío *San Ildefonso*.

España ante el Siglo de las Luces

El siglo XVIII español se inicia con una nueva dinastía y un nuevo sistema político que cambió por completo la estructuras tras la promulgación de Felipe V de los Decretos de Nueva Planta. La pérdida de nuestros territorios europeos, en particular los Países Bajos —insondable pozo de dinero y cementerio de nuestros Tercios—, pareció revitalizar a España, como a cuerpo enfermo que se le amputa un miembro gangrenado. Se pudo concentrar el esfuerzo en la metrópoli y sobre el inmenso imperio ultramarino, que también experimentó un notorio progreso a lo largo de la centuria.

Los gobiernos borbónicos querían implantar una cultura preferentemente técnica y utilitaria, pero se encontraron con unas universidades inoperantes, arcaicas y con una gran miseria intelectual. Además de reticentes a la modernización de las enseñanzas, seguían aferradas a su tradición escolástica, responsable de dos siglos de atraso español, por lo que no figuraron a la vanguardia de la reforma educativa de la España ilustrada. Aquellos gobiernos se apoyaron en la Armada y en el Ejército, propiciando en sus senos nuevas

instituciones y centros de estudio en el campo de la ciencia aplicada. Así, en Barcelona se crearon el Cuerpo de Ingenieros Militares y las Academias de Matemáticas y de Artillería, y en Cádiz la de Guardiamarinas, el Colegio de Cirugía de la Armada, el Observatorio Astronómico, etc. En palabras del historiador Antonio Lafuente, «puede calificarse este proceso como militarización de la ciencia española de la Ilustración».

Ninguno de los Borbones del XVIII, excepto Carlos III, mostró inclinación por el gobierno directo, personal, al estilo de los Reyes Católicos o de los Austrias Mayores. Fue la época de los grandes ministros, entre ellos, Patiño, Campillo y Ensenada, con la particularidad de que los tres habían servido previamente en la Real Armada. Al respecto recordemos que la preocupación máxima de los Borbones de la Ilustración fue restaurar nuestro poderío naval, tanto para garantizar la defensa y la seguridad de las comunicaciones con el imperio ultramarino como para el juego de las combinaciones y alianzas internacionales.

Por último, recordar que en el Siglo de las Luces España vivió en estado de guerra, salvo la llamada «paz armada» del reinado de Fernando VI. La inmensa mayoría de las guerras fueron marítimas y, en contra de la propaganda anglosajona, no todas las perdimos, pues de haber sido así no hubiéramos podido mantener prácticamente intacto nuestro extenso imperio ultramarino. Alguna vez ganaríamos nosotros, o quizás las victorias enemigas no fueron tan contundentes como ellos han proclamado y muchos españoles han creído.

La construcción naval en España

España tenía una gran tradición en la construcción naval, basada en la regla «as-dos-tres» (uno de manga, dos de quilla y tres de eslora). Los mejores galeones del mundo habían salido de los astilleros del Cantábrico, pero de resultas de las contiendas de la centuria anterior nuestro poderío naval había quedado arruinado, a lo que vino a sumarse la devastadora Guerra de Sucesión.

A partir de la llegada de Felipe V, primer Borbón al trono de España (1700), se hizo necesario y perentorio realizar un gran esfuerzo para potenciar nuestra Marina, en especial en el campo de la construcción naval. Al respecto, la herencia que recibió se limitaba a los astilleros del Cantábrico (Orio, Guarnizo y Pasajes) y del Mediterráneo (Barcelona, San Felú de Guíxols, Arenys, Mataró y Sitges). Por otro lado, en cuanto a la bahía gaditana, hay que señalar el Puntal y el Real Carenero del puente Zuazo, en el caño de Sancti Petri, en el que ya desde el siglo XV se llevaba a cabo el mantenimiento de las galeras del rey; sin olvidarnos del caño del Trocadero, donde se carenaban los buques mercantes de la Carrera de Indias.

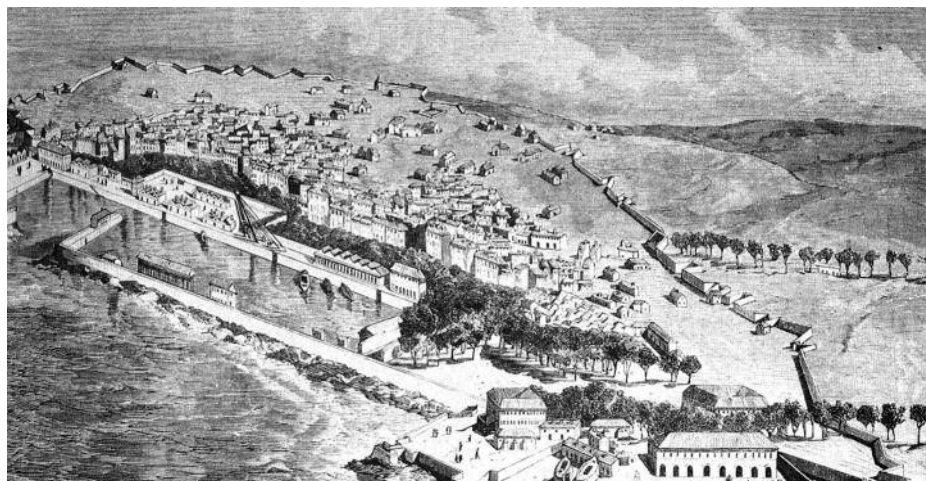
La creación de los arsenales

Como consecuencia de la creación de los tres departamentos marítimos, se establecieron en Ferrol, Cádiz y Cartagena sendos arsenales para la construcción de los buques de la Real Armada. En su construcción los protagonistas principales fueron el marqués de la Ensenada, Jorge Juan y notables ingenieros del Ejército (Sánchez Bort, Llovet, Feringan, Vodopich, etc.) pues, como es sabido, el Cuerpo de Ingenieros de la Armada se creó después, en 1770.

El Arsenal del Departamento gaditano fue el primero que se construyó, si bien en principio se estableció en el citado carenero del puente Zuazo, trasladándose en 1724 a La Carraca. Las obras definitivas se decidieron en 1749, pero debido a las grandes cimentaciones que hubieron de realizarse por los fondos fangosos de aquel lugar, se prolongaron hasta finales de aquel siglo.

El de Ferrol se construyó inicialmente en La Graña en 1727, y ya en el reinado de Fernando VI Ensenada lo trasladó a su actual emplazamiento de El Esteiro, dando comienzo las obras proyectadas por Jorge Juan en 1750. Las principales de la dársena finalizaron en 1765. Con sus doce gradas de construcción, fue en su época el mayor de Europa y el centro industrial más importante de España.

En el Arsenal de Cartagena, las obras fueron iniciadas por Patiño en 1721, con el desvío a La Algameca de la rambla de Benipila, que desembocaba en el rincón noroccidental de la nueva dársena. El impulso definitivo lo dio Ensenada en 1749, con la intervención de Jorge Juan, que construyó los dos diques secos, los primeros en el Mediterráneo, y las bombas de vapor, o «de fuego» para achicarlos. Las obras finalizaron en 1782.



Ferrol en el siglo XVIII. (www.galiciaartabradigital.com).

Mientras se levantaban los astilleros de los arsenales, Guarnizo continuó con la construcción de navíos y fragatas hasta 1732, en que decayó. Entre 1745 hasta 1768, se reactivó a pleno rendimiento debido a las necesidades perentorias de la Armada.

Los astilleros ultramarinos

Durante los siglos XVI y XVII, en ultramar se fabricaron muchos buques, de forma que en el último tercio del siglo XVII la quinta parte de los de las flotas de Indias fueron construidos en los astilleros de La Habana y Guayaquil, si bien el atraso técnico obligó al abandono de este último a mediados del siglo XVIII. En cuanto al de La Habana, la fortaleza, seguridad y longevidad de los navíos salidos de sus gradas fueron proverbiales; así, desde 1715 a 1759 la tercera parte de la producción española de barcos era habanera. En 1735, tal astillero se amplió tras el traslado a La Terraza, en la dársena interior, lo que permitió un incremento de las construcciones, que continuaron hasta principios del XIX.

En Filipinas se construyeron la mayoría de los buques del galeón de Manila, la línea de comunicación que unió durante 250 años la capital filipina con Acapulco, en la costa del Pacífico de Nueva España. En aquel archipiélago abundaba la madera de gran calidad que, junto con la destreza de los operarios filipinos para trabajar tanto la madera como los metales, dio unos magníficos buques. Solo en casos concretos se adquirieron en astilleros foráneos (Japón, Siam, etc.), prohibiéndose en 1679 que las naves para la línea de Acapulco se construyeran fuera de las islas Filipinas. La mayoría de los buques se hicieron en los astilleros de Cavite y en ocasiones en Bagatao, Sual, Sorsogón, etc. En los primeros años no existía legislación sobre el tamaño de los galeones, pero a partir de 1593 eran de 300 toneladas de arqueo, y desde 1702 aumentó a 500, si bien tales restricciones no se respetaron y se sobrepasaron considerablemente, como fueron los casos del *Nuestra Señora del Rosario*, de 1.700 toneladas, y del *Santísima Trinidad*, que alcanzó las 2.000.

El sistema de Gaztañeta, el primero de construcción en España en el siglo XVIII

Desde principios del siglo XVIII construíamos un tipo de buques para la defensa de las comunicaciones con nuestros territorios ultramarinos, principalmente en el Caribe y el seno mexicano. Estos eran aptos para limpiar aquellas aguas de piratas y para proteger las flotas y convoyes en su recalada en las Antillas, pero no eran los adecuados para disputar el dominio del mar a nuestros potenciales enemigos. Y con esa misma política seguimos hasta mediados

de siglo, con navíos de 60 cañones, muy inferiores a los de Inglaterra, Francia y Holanda, que montaban entre 100 y 70 cañones.

El constructor más destacado durante el primer tercio del XVIII fue el teniente general de la Armada Antonio de Gaztañeta, responsable de los astilleros de Cantabria. Sus normas sobre dimensiones y diseño de navíos fueron aplicadas a los de 60 cañones construidos en Guarnizo y Pasajes en los años 1716 y 1717, que resultaron de buenas condiciones marineras. Gracias a esta experiencia, Gaztañeta publicó en 1720 su obra *Proporciones más esenciales para la fábrica de navíos y fragatas*, que aplicada por real orden sirvió de pauta hasta 1752, siendo el navío *Real Felipe* (1732), de 114 cañones y tres puentes, el de mayor porte construido.

Gaztañeta introdujo el primer sistema racional para la construcción de buques, aunque adolecieron de los defectos propios de la época al basarse en prácticas empíricas más que en principios físicos y matemáticos. Los principales problemas eran: la falta de solidez en sus ligazones; una relación eslora-manga superior a la de sus contemporáneos europeos, lo que les provocaba quebranto; una arboladura excesivamente grande para mover unos cascos tan pesados, y una artillería de menor calibre que la de sus similares extranjeros. En cuanto a sus bondades: eran capaces de resistir las galernas del Cantábrico y los huracanes de las Antillas, navegaban bien de bolina y con la batería baja floreada. Muchos de los defectos señalados fueron subsanados por los sucesores: Autrán y Boyer.

Los buques construidos por este sistema causaron la admiración de los ingleses; así el navío español *Princesa*, apresado en 1740, les sirvió para desarrollar y mejorar la construcción de nuevas unidades, diseñadas bajo la inspiración de los gálibos del *Princesa*.

La mejor descripción del sistema de Gaztañeta se puede apreciar en el *Diccionario de Arquitectura Naval*, que de 1719 a 1756 redactó y dibujó Juan José Navarro, primer marqués de la Victoria y primero que alcanzó la dignidad de capitán general de la Armada. Dicha obra es un verdadero monumento iconográfico y descriptivo, indispensable para conocer todos los aspectos de la construcción y apoyo a los navíos del siglo XVIII.

Aparece en escena Ensenada

Con la llegada al poder del marqués de la Ensenada —ministro de Marina, Guerra, Hacienda e Indias—, la preocupación máxima fue restaurar nuestro poderío marítimo, tanto para garantizar las comunicaciones con nuestros territorios ultramarinos como para el juego de las alianzas internacionales. España no pretendió rivalizar con Inglaterra en la mar ni superar el poderío militar de Francia por tierra; no disponíamos de los recursos económicos ni de la población (demografía) para ello, pero sí contábamos con las fuerzas propias sufi-

cientes para nuestro propio juego político y para inclinar la balanza a uno u otro lado.

Lo que pretendió Ensenada fue: «... un Ejército que sumado al inglés sea como el francés, y una Armada que sumada a la francesa sea como la inglesa». Perseguía un sistema que le permitiera construir más barcos, reduciendo el tiempo de construcción y con un menor coste económico. Y tal objetivo solo se podía lograr centralizando y estandarizando la construcción con criterios industriales, fabricando barcos en serie, con planos garantizados, sin dejar estos al arbitrio de los asentistas. Por ello, decidió copiar los métodos de los ingleses, que tan buenos resultados habían obtenido en la pasada guerra.

Hacia un nuevo sistema de construcciones

En 1748, finalizada la guerra con Inglaterra con la Paz de Aquisgrán, Ensenada, según Cesáreo Fernández Duro, «... desea relanzar la construcción de los arsenales de Ferrol, Cádiz, Cartagena y La Habana, copiando a los mejores de Europa y excluyendo lo malo de ellos, con objeto de construir las fuerzas navales que España necesita». Su objetivo era construir una flota no tan potente como la inglesa, pero sí equiparable en coste y eficacia, así como en la reducción del tiempo empleado en la construcción de los buques sin que por ello sus condiciones marineras y su fortaleza salieran perjudicadas. Por ello decide imitar los métodos ingleses, que resultaban mucho más económicos al utilizar piezas de madera de menor tamaño, lo que significaba un menor coste a la vez que facilitaba la estandarización de la construcción con criterios industriales. Se trataba, en definitiva, de centralizar la construcción naval y fabricar barcos en serie, con planos garantizados, sin que sobre ellos tuvieran potestad los asentistas. De momento, hasta que los arsenales de Ferrol y Cartagena no pudieran funcionar, se construirían los barcos en Guarnizo, La Carraca y La Habana. El de Guarnizo se cerraría cuando funcionaran los dos que estaban en construcción, dedicándose el de Ferrol y el de La Habana a la fábrica de los grandes buques.

La misión de Jorge Juan en Londres

Ensenada encargó a Jorge Juan una arriesgada misión en Inglaterra. Con el pretexto de ampliar los conocimientos de matemáticas viajó a Londres, acompañado por dos guardiamarinas. Pero en realidad, se trataba de una misión de espionaje para obtener información sobre la construcción naval inglesa, así como para la contratación secreta de personal especializado en ese campo.

En Londres Jorge Juan llevó una doble vida, una como capitán de navío de la Real Armada, relacionándose con círculos oficiales y frecuentando la Royal

Society, donde bien pronto fue elegido *fellow*, es decir, socio. Por otro lado, con la falsa identidad de Mr. Josues, contactó con constructores navales a los que les ofreció trabajo en España, con unas condiciones económicas muy atractivas.

Fue muy numeroso el personal especializado que aceptó la oferta: en total unos 80. Inicialmente vinieron sin sus mujeres, pero al fin, como los maridos escribieron con buenas noticias y satisfechos del sueldo y trato que se les dispensaba, estas decidieron viajar a España. Precisamente fue la esposa de un constructor quien desveló la trama, pero Jorge Juan logró burlar a sus perseguidores y salir de Londres disfrazado de marinero a bordo de un buque vizcaíno.

Tan pronto como los ingleses contratados fueron llegando a sus destinos en España —Richard Rooth a Ferrol, Eduard Bryant a Cartagena, David Howel a Guarnizo, Almond Hill y Matew Mullan a Cádiz (aunque este último después pasó a La Habana)— se iniciaron las construcciones de acuerdo con las normas que habían seguido en Inglaterra. Fueron los llamados navíos experimentales.

En Ferrol, Rooth fue el primero que propuso modificar las normas de Gaztañeta. Para ello, y con el fin de aumentar la velocidad, propuso variar la relación manga-quilla. Pero al aumentar la eslora el resultado fue que tanto el navío *Asia* como el *Fernando* sufrieron quebranto, por lo que se ordenó parar la construcción de los otros dos previstos.

En Cartagena, Bryant tenía el encargo de seis navíos experimentales, pero debido a los problemas de los ferrolanos solo se hicieron cuatro. Para solucionar tales problemas, Jorge Juan convocó a los constructores en Madrid en 1752. Durante los nueve meses que duraron las reuniones, se diseñaron y trazaron nuevos planos para cada clase de navíos y demás buques de todos los portes. También para economía de los montes en las cortas de madera se confeccionaron cuadernos sueltos para cada tipo de buque, señalando en ellos separadamente todas las piezas, con la figura y dimensiones de cada una de ellas. El fruto fue la redacción del *Nuevo método de construcción naval*, que dio origen al impropriamente llamado «sistema inglés», pues en él Jorge Juan aplicó por primera vez sus profundos conocimientos de mecánica, teoría del buque y cálculo infinitesimal que luego publicaría en el *Examen Marítimo*. Los buques diseñados por este sistema fueron considerados como sólidos, marineros y veloces.

El «apostolado»

Entre mayo y septiembre de 1752, en las doce gradas construidas con buena mampostería y cantería en el astillero de Esteiro del Arsenal de Ferrol, se pusieron las quillas de otros tantos navíos de línea, a los que bien pronto se les denominó con el mote del «apostolado». Para ello llegaron a la capital

departamental unos 250 carpinteros de ribera guipuzcoanos que acometieron el grandioso espectáculo de tal construcción en serie, de acuerdo con las directrices redactadas por la primera Junta de Constructores.

Sus nombres aparecen, siguiendo el orden de su puesta en quilla, en el poema titulado *Real de Esteyro. Poema heroyco joco-serio a los doce navíos que se están construyendo de orden de su Real Magestad*, cuyo autor es conocido como el Cura de Fruime —localidad gallega cercana a la villa de Noya—, quien visitó el Arsenal y fue testigo ocular del magnífico espectáculo de su construcción:

«VENCEDOR es el nombre del primero
Al segundo llamaron el GLORIOSO
Al tercero pusieron el GUERRERO
Al cuarto el SOBERANO; nombre honroso
EOLO al quinto. ORIENTE al que numero Sexto.
AQUILÓN al séptimo furioso. Al octavo NEPTUNO;
y al noveno MAGNÁNIMO; y al GALLARDO al que es deceno
El nombre del undécimo es BRILLANTE
HÉCTOR el del duodécimo; más viendo
Que el primor es en todos semejante,
Si es que a su perfección hermosa atiendo
Por más que sus diversos nombres canto
Diferencia de nombres la comprehendo;
Pues todos son, al fin, en todo hermanos
VENCEDORES, GUERREROS, SOBERANOS.»

Fue la edad de oro de Ferrol, que se convirtió en la primera ciudad de Galicia y en el primer centro industrial de España.

Pero de nuevo surgieron fallos, quizás debido a una deficiente cura de las maderas motivada por las prisas. Por ello, se celebró en Cádiz otra reunión de la Junta de Constructores, presidida por el marqués de la Victoria, director general de la Armada. Asistieron los capitanes generales de los departamentos marítimos, los constructores de los arsenales, los comandantes de los navíos afectados y, cómo no, el inmarcesible Jorge Juan. En esa Junta se alabaron las formas de la carena, es decir, los gálibos y perfiles del sistema inglés, pero sobre todo se señalaron los principales defectos: problemas de estanqueidad debido a la debilidad o escasa fortificación de la construcción y de quebranto por las ligazones de los empalmes de las cuadernas, y en la tablazón del forro exterior no se empleaba clavazón de hierro.

Jorge Juan, junto con los constructores ingleses, insistió en las bondades del sistema y señaló como la causa de las averías el empleo de maderas verdes no curadas. En cuanto a las ligazones o tipo de encoramentado, fueron cambiado a propuesta de Jorge Juan, y la descarga de pesos inútiles y la mejo-

ra en la selección y tratado de las maderas dieron paso a unas correcciones que se aplicaron a partir del *Guerrero*, de cuya bondad baste decir que este navío construido en Ferrol en 1755 no necesitó carena en sus primeros doce años de vida. Además, alcanzó casi la edad centenaria y llegó a figurar en las listas de la Marina de Isabel II. Fue el navío de línea con más tiempo de servicio activo en el mundo: 92 años.

Los navíos de tres puentes y el *Santísima Trinidad*

La construcción de los navíos de tres puentes españoles fue muy tardía en comparación con Inglaterra y Francia. En todo el siglo XVIII solo construimos una docena, todos ellos en La Habana y Ferrol. Aunque el primer tres puentes español, el *Real Felipe*, se hizo en Guarnizo con el sistema Gaztañeta, de pura tradición española.

En 1769 se botó en La Habana el *Santísima Trinidad*, construido por Mateo Mullan, único del sistema inglés de tres puentes. Los planos de construcción no han sido encontrados, pero conocemos la desafortunada historia de sus reformas, iniciadas al llegar a Ferrol: se le aumentó el ancho de la pala del timón y se cambió la inclinación del bauprés. En otra posterior entrada en dique, se le intentó corregir, sin éxito, su gran defecto de origen: la falta de

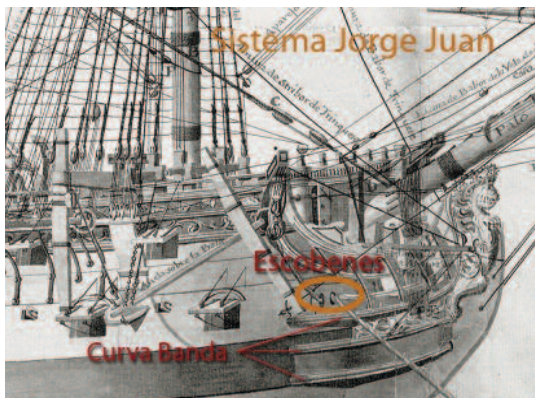


Navíos españoles navegando en columna. El *Santísima Trinidad* encabeza la línea.
(Foto: artemilitarynaval.es).

estabilidad, pues solo con buen tiempo se podían abrir las portas de la batería principal. Por ello, en 1795 se decidió embonarlo (aumentar la manga a base de forrar de madera el casco original) para mejorar la estabilidad y correrle una cuarta batería, cuando lo lógico hubiese sido rebajarle la tercera y dejarlo en un navío de dos puentes. Nada mejoró con las reformas, pero se convirtió en un cuatro puentes con 140 cañones y unas dimensiones extraordinarias para la época. Fue el mayor navío del mundo y por su desmesurado tamaño Pérez-Galdós lo llamó «El Escorial de los mares».

La caída de Ensenada

La caída de Ensenada, provocada por Inglaterra, de acuerdo con Ricardo Wall —formado en la Academia de Guardias Marinas de Cádiz— y el duque de Huéscar, se celebró en Londres como un triunfo, al recibir de su embajador Keene en Madrid: «Los grandes proyectos de Ensenada sobre la Marina se han desvanecido. No se construirán más navíos».



Sistema inglés.

(Foto: navesrealarmada.wordpress.com).

El sucesor de Ensenada, Julián de Arriaga, continuó con el sistema inglés hasta que, por varios motivos, decidió sustituirlo por el francés. Para algunos autores, el motivo del cambio no fue por razones técnicas, sino políticas, como consecuencia del Tercer Pacto de Familia, en el que se acordó la uniformidad de las dos armadas. También para el cambio del sistema debió de influir la reconocida anglofobia de Carlos III. Por todo ello, el Gobierno español solicitó al francés un acreditado

constructor, y el designado fue Gautier, un discípulo de Bourguer.

Por otro lado, la caída de Ensenada supuso la destitución, e incluso el destierro de la corte, de la mayoría de sus principales colaboradores. Jorge Juan, en parte, se salvó de la purga, pues Arriaga no se atrevió a cesarle de todos los cargos. Como hemos dicho, Jorge Juan y el nuevo ministro no se llevaban bien, pues su prestigio y sabiduría despertaron en Arriaga unos celos terribles. Siempre temió que fuera su sustituto, pues cuando en la corte corrían rumores de crisis de gobierno, siempre se daba por seguro que Jorge Juan sería el nuevo ministro. Pero lo cierto es que Arriaga logró permanecer al

frente de la Armada cerca de 22 años (el que más tiempo ha desempeñado la cartera de Marina a lo largo de la historia. Valdés, el ministro que le sigue en tiempo en el cargo, estuvo 10 años).

En cualquier caso, Arriaga separó a Jorge Juan de la dirección de las construcciones de buques y de las obras de los arsenales. Lo mantuvo en Cádiz, en la dirección de la Compañía de Guardias Marinas, y durante los seis años del destierro de Ensenada, estuvo apartado de la corte, con la consiguiente pérdida de influencia en los altos círculos del poder. Continuó elaborando todo tipo de informes solicitados por diversos organismos, pero no tuvo más ascensos y permaneció en el empleo de jefe de escuadra hasta el final de sus días.

Gautier

El francés Gautier llegó a Guarnizo en 1765. Allí se estaba construyendo el *San Juan Nepomuceno*, diseñado y contratado por el sistema inglés, pero lo cambió por el sistema francés. Después, con dicho navío fue a Ferrol, donde redactó el *Informe sobre el Sistema de Construcción Inglés*, que contiene una agria y dura crítica al sistema de Jorge Juan. Y tras afirmar que «mi obligación, que es la de mirar a los bajeles de España y Francia como formando una sola Armada», expresó lo siguiente: «... todos los barcos construidos a la inglesa, existentes en este puerto, ni uno solo se halla en estado de sostener un largo combate, ni aguantar un tiempo, y que S. M. no puede en caso de guerra contar con su marina».

El comandante general de Ferrol, conde de Vega Florida, salió en defensa de los buques construidos por el sistema inglés y rechazó las afirmaciones de Gautier argumentando que si Inglaterra construye con ese sistema y sus navíos combaten en todos los mares y contra todas las naciones, no puede afirmarse que el sistema inglés es malo.



Sistema francés.

(Foto: navesrealarmada.wordpress.com).

En el mismo sentido, cuatro constructores ingleses de Ferrol emitieron un documento desmontando las tesis de Gautier, defendiendo el empleo de puntales oblicuos y el uso de cabillas y comparando el *San Juan Nepomuceno* con el *San Genaro* construido en Cartagena.

Ante tales discrepancias, Arriaga ordenó a Bryant la elaboración de las secciones de las cuadernas maestras de los dos navíos citados, las envió a Madrid junto con un informe en el que criticaba el sistema de Gautier. A pesar de lo dicho, en 1769 el rey nombró a Gautier director de Construcciones y Carenas y declaró oficial su sistema de construcción, con el consiguiente disgusto de Jorge Juan.

La creación del Cuerpo de Ingenieros de Marina

Al año siguiente se creó el Cuerpo de Ingenieros de Marina y el nombramiento de Gautier como ingeniero general. Jorge Juan, al que se le consultaba todo tipo de asuntos, no intervino en tal creación ni en la redacción de sus ordenanzas, pues se enteró a través de su correspondencia con Landa. La personalidad de Gautier propició en los oficiales de la Armada el rechazo a su persona y a su tecnología, y este, al verse cuestionado por la gran mayoría de la corporación, presentó en varias ocasiones la dimisión, que le fue aceptada en 1782.

Romero Fernández de Landa

A Gautier le sustituyó el onubense Romero Fernández de Landa, que en 1786 obtuvo el cargo de ingeniero general en propiedad. Como discípulo de Jorge Juan en la Academia de Guardias Marinas, estudió el sistema inglés y, cuando en 1765 pasó a Guarnizo dirigido por Gautier, practicó el sistema francés. Decidió implantar su propio sistema, logrando armonizar ambos. Su prototipo, el *San Ildefonso*, consiguió subsanar los defectos de los anteriores. Dicho navío y la serie que le siguieron, los famosos «ildefonsinos», resultaron ser unos magníficos navíos de 74 cañones.

En 1784 publicó *El Reglamento de las Maderas Necesarias para la Fábrica de los Baxeles del Rey*, que contiene un detallado despiece de las piezas de madera con sus dimensiones para diversos tipos de navíos de 100 y 74 cañones, de fragatas de 34 cañones y de otros buques menores.

En 1785, el jefe de Escuadra José Mazarredo realizó, durante una navegación de Cartagena a Argel, unas pruebas de comparación entre los navíos *San Juan Nepomuceno* y *San Ildefonso*. Sobre este último dictaminó: «Salía a barlovento como las fragatas, gobernaba y viraba como un bote; tenía una batería espaciosa, estable en todas las posiciones, casos y circunstancias».

Fernández de Landa también fue el constructor de unos magníficos navíos «reales» o de 1.^a clase de 112 cañones, entre ellos el *Santa Ana*, *Príncipe de Asturias* y *San Hermenegildo*, serie conocida por los *meregildos*.

Martín de Retamosa

Tal sistema de construcción fue después perfeccionado por el cartagenero Martín de Retamosa, cuyos navíos superaron en el andar a los diseñados de Landa gracias al afinamiento de formas; además, mantenían a flor sus baterías en todas las condiciones meteorológicas. En 1794 botó el *Montañés*, de dos puentes y 74 cañones, de excepcionales cualidades marineras. Se hicieron tres navíos siguiendo tal modelo y siete fragatas de 34 cañones, cuyo prototipo fue la *Diana*.

El navío *Montañés* y los que le siguieron fueron de los mejores del mundo. Sus propiedades navegando de bolina, a un largo o en popa fueron extraordinarias. Las principales novedades introducidas con respecto al anterior sistema fueron modificar la disposición y peso del lastre, estrechamiento de la proa y reforzamiento de la popa. Fue el canto del cisne de la construcción naval española del llamado «siglo de oro» de la Marina de vela.

Luces y sombras

Jorge Juan fue el primero que aplicó a la construcción naval los avances habidos en las ciencias matemáticas y físicas. Los introdujo teniendo en cuenta su experiencia de marino, logrando así un armónico equilibrio entre la teoría y la práctica.

Su sistema se caracterizaba por reforzar la obra viva, juntando las cuaderñas; aligerar todo lo posible la obra muerta y descargarla de piezas inútiles, con lo que se ahorraba mucha madera, siendo el coste del buque mucho menor, y sustituir la cabillería de hierro por la de madera, excepto para las uniones de grandes elementos estructurales del buque.

En los 15 años que estuvo vigente el sistema inglés, o de Jorge Juan, fue sufriendo una serie de modificaciones muy importantes que acabaron por convertirlo en un sistema mixto hispano-inglés, que presentaba dos ventajas:

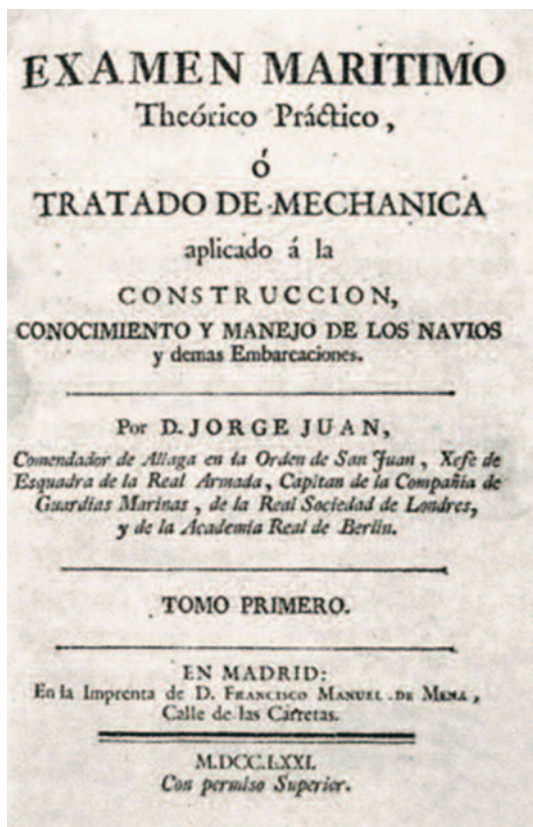
- Las cuaderñas y demás piezas estructurales no se elaboraban de una sola pieza, sino que se fabricaban uniendo varias, con lo que se conseguía un mejor aprovechamiento del material.
- Para la implantación del sistema se habían confeccionado cuadernos para cada tipo de buques, señalando en ellos separadamente todas las piezas, con la figura y dimensiones de cada una de ellas. Ello permitía

poder fabricar estas piezas fuera del astillero, y en serie, y montarlas directamente en el buque.

La cima se alcanzó con el navío *Velasco*, botado en Cartagena en 1763, que se convirtió en el buque modelo, aunque más evolucionado fue el *San Genaro*, uno de los últimos de este sistema. El apogeo teórico del sistema de Jorge Juan fue el *Examen Marítimo Theórico Práctico, ó Tratado de Mecánica aplicado á la construcción, conocimiento y manejo de navíos y demás Embarcaciones*, considerada la publicación científica cumbre española del Siglo de las Luces. Publicada en 1771, gozó de reconocido prestigio internacional y fue traducida al francés, inglés e italiano.

Por otra parte, el contralmirante González-Aller Hierro dejó escrito que «... estaba comprobado que un navío español de dos puentes y de 74 cañones poseía las ventajas de una mayor estabilidad y un superior aguante al efecto de la artillería con respecto a otro similar británico», añadiendo: «Es asombroso

comprobar que mientras Jorge Juan estudiaba con ahínco a los ingleses, éstos, a la vista del *Princesa*, desarrollaban un tipo de navío mejorado que no era sino una copia agrandada del español. El famoso *Royal George*, botado en 1756; el *Britania* de 1762, e incluso el célebre *Victory*, insignia de Nelson en Trafalgar, botado en 1765, fueron diseñados bajo la inspiración de los gálibos del *Princesa* de nuestro sistema Gaztañeta. En nuestra opinión, la decisión adoptada por Ensenada se puede considerar como errónea, pues traicionó nuestra esencia secular en la construcción naval y despreció una técnica ancestral muy importante, que debió conservar aun siendo modernizada. En resumen, Jorge Juan se podía haber encargado de reformar nuestros sistemas partiendo de Gaztañeta y no de los ingleses».



Otro buen conocedor de la materia, el capitán de navío José M.^a Blanco Núñez, se permite disentir de su admirado maestro, «porque el razonamiento del muy afrancesado ministro, quizás simplista, era impecable, ¿quiénes ganan en la mar?: los ingleses, pues vamos a copiarles sus métodos».

En todo caso, lo que parece evidente es que si Ensenada decidió sustituir el sistema tradicional español no fue por la calidad de los buques, sino por razones industriales, que perseguían racionalizar la construcción naval ahorrando material y tiempo, lo que se traducía en un menor coste económico y permitía fabricar buques iguales en astilleros diferentes con mayor rapidez y uniformidad.

La carta atribuida a Jorge Juan que envió al rey Carlos III

Enfermo, postrado en el lecho, viendo cercano el final de su vida y siempre leal a sus ideas y a su Patria, Jorge Juan dictó una carta para ser entregada a Carlos III tras su muerte. En ella se lamentaba de la indefensión de España por haber sustituido su sistema de construcción por el modelo francés. En su escrito vaticinó graves pérdidas, añadiendo que la situación de la construcción naval «no solo es inútil en todas sus partes, sino que preveo el honor de las armas, vasallos y Estado de S. M. en peligro inevitable de perderse en un solo día». Algunos autores han visto en esta última frase una premonición de lo que sucedería 32 años después en la jornada de Trafalgar, cuyo fiasco, a nuestro entender, no fue debido a la bondad de nuestros barcos, sino a otras razones, cuyo análisis se escapan de los límites del presente trabajo. Volvamos a la «desafortunada» carta, cuya autoría atribuida a Jorge Juan ha sido cuestionada, que finaliza con estas amargas frases: «Ya no me hallo en estado de alcanzar las desgracias que amenazan a España el presente sistema, pero Vuestra Majestad mismo, si no las remedia, pronto a de ser testigo presencial para llorarlas. Dígnese Vuestra Majestad leer por sus propios ojos estas verdades y créalas para apreciarlas, no como inspiradas por Jorge Juan, sino como hijas de un alma que le estima y va a dar cuenta a Dios, a quien suplico dilate la importante vida de su majestad». Días después de dictar la carta, Jorge Juan falleció en su casa de Madrid, el 21 de junio de 1773, a la edad de sesenta años.

Los barcos de Trafalgar

A la vista del cabo de Trafalgar, los navíos españoles que combatieron en aquella luctuosa jornada del 21 de octubre de 1805 pertenecieron a los cinco sistemas de construcción naval que estuvieron vigentes en la Real Armada en el siglo XVIII.

A continuación se agrupan los navíos por sistemas. Para cada buque, se especifican los siguientes extremos: nombre, número de cañones, astillero de construcción y año; nombre del comandante, número de hombres de la dotación y, entre paréntesis, número de muertos y de heridos; y cuando corresponda, buque insignia del oficial general con su nombre y, por último, el resultado del combate.

Con respecto a los 15 comandantes de sendos navíos, aportamos dos detalles anecdóticos:

- Cuatro comandantes no habían sido guardiamarinas: Miguel Gastón de Iriarte, Felipe Jado de Cagigal, Enrique Macdonell y Teodoro de Argumosa. Se habían formado en el Ejército y con el empleo de oficiales habían pasado a servir en la Real Armada.
- Tres comandantes, lo que equivale al 20 por 100, eran egabrenses, o sea, que habían nacido en la localidad cordobesa de Cabra: Dionisio Alcalá Galiano, José R. de Vargas y Antonio Pareja.

Sistema Gaztañeta

- *Rayo* (100 cañones); La Habana, 1749; Enrique McDonnell; 830 hombres (cuatro muertos/14 heridos). Consiguió llegar a Cádiz, y dos días más tarde, tras el rescate del *Santa Ana*, naufragó en la bahía de Cádiz. Fue el navío más veterano en Trafalgar.

Sistema Jorge Juan

- *Santísima Trinidad* (140 c.); La Habana, 1769; Francisco J. de Uriarte; 1.159 hombres († 205/h. 108); insignia de Baltasar Hidalgo de Cisneros; fue capturado, pero se hundió por las vías de agua.

Sistema Gautier

- *San Juan Nepomuceno* (74 c.); Guarnizo, 1766; Cosme Damián Churruca (†); 530 h. († 100/h. 150); capturado.
- *San Francisco de Asís* (74 c.); construido en Guarnizo, 1767; Luis A. Flórez; 667 h. († 5/h. 12); varado.
- *San Agustín* (80 c.); Guarnizo, 1769; Felipe Jado Cagigal; 711 h. († 180/h. 200); hundido.
- *San Justo* (76 c.); Cartagena, 1769; Miguel Gastón; 649 h. († 0/h. 7); huido, regresó a Cádiz.

- *Bahama* (74 c.); La Habana, 1784; Dionisio Alcalá Galiano (†); 702 h. († 75/h. 67); fue apresado, pero se hundió por las vías de agua.

Sistema Romero Fernández de Landa

- *San Ildefonso* (74 c.); Cartagena, 1785; José R. de Vargas; 716 h. († 34/ h. 136); capturado.
- *San Leandro* (74 c.); Ferrol, 1787; José de Quevedo; 606 h. († 8/h. 22); huído, regresó a Cádiz.
- *Monarca* (74 c.); Ferrol, 1794; Teodoro Argumosa; 667 h. († 100/h. 150); capturado y quemado.
- *Santa Ana* (120 c.); Ferrol, 1784; José de Gardoqui; 1.102 h. († 99/h. 141); insignia de Ignacio María de Álava; capturado, pero rescatado por el *Rayo* y llevado a Cádiz.
- *Príncipe de Asturias* (118 c.); La Habana, 1794; comandante Rafael Hore; 1.141 h. († 52/h. 110); insignia de Gravina (†), siendo Escaño el mayor general; regresó a Cádiz.

Sistema Julián Martín de Retamosa

- *Montañés* (74 c.); Ferrol (1794); Francisco Alsedo (†); 749 h. († 17/h. 29); regresó a Cádiz.
- *Argonauta* (92 c.); Ferrol (1798); Antonio Pareja; 798 h. († 100/h. 203); capturado, pero hundido para evitar su rescate; fue el navío más moderno en Trafalgar.
- *Neptuno* (80 c.); Ferrol (1795); Cayetano Valdés; 800 h. († 42/h. 47); capturado, represado y perdido en la costa.

Botadura de la fragata *Baleares* en Ferrol, 20 de agosto de 1970.
(Fotografía facilitada por Raúl Villa Caro).



EL CUERPO DE INGENIEROS Y LA RECONSTRUCCIÓN DE LA ARMADA DURANTE EL REINADO DE ISABEL II

Carlos ALFARO ZAFORTEZA
Doctor en Historia Contemporánea

Introducción



I los ingenieros de la Armada han sido siempre un factor imprescindible para el proyecto, la construcción y el mantenimiento del material, su importancia se multiplicó en este período de rápidos avances tecnológicos. La introducción del vapor, los cascos de hierro, el blindaje, las granadas explosivas y los cañones rayados generaron inicialmente, como toda nueva tecnología, incertidumbre respecto a su utilidad. Para tomar decisiones bien informadas en estas materias era preciso un asesoramiento técnico solvente. En este trabajo se esboza la evolución del Cuerpo de Ingenieros y los desafíos a los que se enfrentó en la reconstrucción de la Escuadra. Se verá cómo la labor de sus miembros se vio entorpecida o directamente frustrada por la falta de recursos, la ausencia de un sector privado capaz de suministrar los productos

y servicios requeridos, y las prioridades del Cuerpo General.

La característica fundamental de este período es el impacto de la Revolución Industrial en la Fuerza Naval. En 1833, a la muerte de Fernando VII, la Armada estaba constituida por un puñado de viejos buques de vela, con casco de madera, artillados con cañones de ánima lisa, que disparaban balas de hierro macizo. El Cuerpo había sido abolido. A la caída de Isabel II, la Fuerza Naval no solo había experimentado un notable aumento, sino también un cambio cualitativo radical. Aunque todavía no se había abandonado el aparejo, todos los buques montaban ya máquina de vapor. Los cascos cada vez incorporaban más miembros estructurales de hierro. Había incluso algunos buques

con casco de hierro, como la fragata blindada *Numancia* o los cañoneros cons-
truidos en astilleros ingleses para Filipinas. El poder ofensivo también había
aumentado de forma espectacular: la granada explosiva y el cañón rayado
formaban ya parte de armamento habitual. El Cuerpo se había refundado y
contaba con 43 miembros (1).

El nuevo Cuerpo de Ingenieros



Isabel II en 1852 retratada junto a su hija Isabel por Franz Xaver Winterhalter, Palacio Real de Madrid.
(Foto: www.wikipedia.org).

Los primeros años del reinado de Isabel II se caracterizan por la falta de tesorería. La crisis económica y política que dominó el reinado de Fernando VII se agravó con la Guerra Civil. En 1833 los que se habían quedado en la Armada habían pasado a otros cuerpos desempeñando distintos cargos. Honorato de Bouyón (1781) (2), por ejemplo, pasó al Cuerpo General, aunque dejó el servicio activo. Su hijo Alejandro (1810) quedó adscrito al Cuerpo de Constructores, donde desarrolló el resto de su carrera. Los hermanos José (1805) y Vicente (1810) Sánchez Cerquero tuvieron carreras destacadas fuera del Cuerpo General: el primero, famoso matemático, fue director del Observatorio Astronómico de San Fernando entre 1825 y 1845, la institución más prestigiosa de la Armada. No dejó de prestar

(1) *Estado General de la Armada*, 1868, pp. 117-120.

(2) La cifra entre paréntesis que figura a continuación de los nombres indica el año de la promoción, conforme al escalafón establecido por José María Sánchez Carrión, en su artículo «Establecimiento del definitivo escalafón del Cuerpo de Ingenieros de Marina de la Real Armada (1770-1827)». *Revista de Historia Naval*, núm. 111 (2010), pp. 49-79.

servicios esporádicos extraoficiales como ingeniero. En 1842, elaboró para el capitán general del Departamento de Cádiz un informe técnico sobre la fragata inglesa *Vernon*, de 50 cañones, fondeada en la bahía de Cádiz, un buque moderno de los que la Armada carecía. Sugería que este buque, equipado con armamento monocalibre, podía combatir con ventaja con un navío de 74 con armamento antiguo, a pesar de ser una fragata (3). Su hermano Vicente alcanzó el grado de coronel de Infantería de Marina; como experto artillero, en 1843 fue nombrado comandante del Cuerpo de Artillería de Marina.

Otros se ganaron bien la vida en otros ministerios, donde sus conocimientos fueron valorados y bien pagados. Tal era el prestigio del extinto Cuerpo. Carlos María Abajo (1805), por ejemplo, se empleó como alto funcionario en el Ministerio de Fomento. Cuando el ministro Vázquez de Figueroa intentó recuperarlo en 1834 para restablecer el Cuerpo, se encontró con su negativa. Tenía un cargo seguro y bien remunerado con el que podía ganarse la vida. No podía permitirse volver a la precariedad de la Armada del momento. En su nuevo puesto cobraba un sueldo que la Armada, con su mísero presupuesto, no podía pagar (4).

Un tercer grupo se dedicó al sector privado. Manuel Ciarán (1798) montó un astillero en La Graña en 1833, muy cerca del Arsenal de Ferrol. Allí medró con el negocio de reparaciones y la construcción de algunos buques que vendió a la Armada (5). También contrató la construcción de tres fragatas —*Cristina*, *Isabel Segunda* y *Cortes*— en el Arsenal de Ferrol, al modo de los viejos asentistas del siglo XVII. La Armada aportó las gradas y el recinto, y Ciarán sus empleados, los materiales y los conocimientos. No olvidemos que hasta mediados de la década de 1840 los arsenales estaban prácticamente yermos y el único con diques operativos era el de Cádiz. No había pertrechos porque no se podían pagar, y el magnífico plantel de carpinteros de ribera y otros operarios cualificados que les había dado vida en otros tiempos casi había desaparecido cuando se vieron obligados a emigrar a otras actividades o a otras latitudes para poder ganarse la vida. Ciarán asesoró de forma no oficial a Vázquez de Figueroa, recomendándole, entre otras cosas, el armamento monocalibre, una reciente innovación francesa, para los tres navíos que quedaban y las fragatas en construcción (6). Pero el ministro tenía las manos atadas por la falta de presupuesto. Mientras durase la Guerra Civil no había dinero ni siquiera para comprar cañones y mucho menos para emprender nuevas construcciones.

(3) Archivo General de Marina Alvaro de Bazán (AGMAB), 3900, José Morales de los Ríos, capitán general del Departamento de Cádiz, al ministro de Marina, 24-3-1842.

(4) Museo Naval de Madrid (MNM), Colección Vázquez de Figueroa, Tercer Ministerio, tomo 17, fols. 133-134.

(5) MONTERO Y ARÓSTEGUI, José: *Historia y descripción de la ciudad y departamento naval de Ferrol*. Madrid, Beltrán y Viñas, 1859, pp. 609-610.

(6) MNM, Colección Vázquez de Figueroa, Tercer Ministerio, vol. 19, fol. 86.

El recurso empleado durante estos años para cubrir necesidades urgentes fue adquirir buques de ocasión o encargarlos en el extranjero. Poner los arsenales en condiciones de producir significaba invertir enormes sumas que no estaban disponibles. Sin embargo, los dirigentes de la Armada eran conscientes de la necesidad de ir recobrando la capacidad de construir buques. Hacia 1844, las marinas de Francia e Inglaterra estaban experimentando con buques de vapor. El director general de la Armada, Ramón Romay, que estaba al tanto del debate generado entre los marinos, pensó que no se podía esperar más. Era la oportunidad de aprender las nuevas técnicas y de apoyar la industria nacional (7). Pero el ministro de Marina lo consideró inviable por el momento por la escasez de ingenieros. Se habló de contratar uno francés y otro inglés para que enseñasen los últimos adelantos, pero el proyecto no se materializó por las limitaciones del presupuesto. El ministro sabía que los interesados no abandonarían sus países sin un puesto y un sueldo garantizados. De momento, eso era imposible: podían cambiar de estatus o incluso desaparecer en uno de

los frecuentes cambios de ministerio (8). De este círculo vicioso solo se podía salir con más dinero.

En 1848 se dieron las circunstancias para que se pudiese restablecer el Cuerpo. La recuperación de la economía se había iniciado y la situación política interior estaba estabilizada. El nuevo ministro de Marina, el marqués de Molins, inició la reconstrucción de la Fuerza Naval e introdujo una serie de reformas. Entre ellas estaba la creación de un Cuerpo de Técnicos Superiores conforme al modelo francés. También se contrataría a un miembro del Cuerpo de Ingenieros de la Marina francesa para que repitiese la tarea de Gautier. No se



Mariano de las Mercedes Roca de Togores y Carrasco, ministro de Marina, marqués de Molins.

(Foto: www.wikipedia.org).

(7) AGMAB, 3907, Ramón Romay a Jorge Lasso de la Vega, 25-5-1844.

(8) Actas del Consejo de Ministros. Madrid, Ministerio de la Presidencia, 1989-1996, tomo 10, sesión del 31-3-1844, p. 136.

olvide que el ministro que había disuelto el Cuerpo, Luis María de Salazar, tenía una visión más práctica, que coincidía con el modelo inglés de constructores prácticos, sin apenas formación científica.

El nuevo Cuerpo debía componerse de 40 oficiales. Su jefe, el ingeniero general, sería miembro de la Junta Consultiva de la Armada. Así, las decisiones sobre política naval estarían respaldadas por un asesoramiento técnico adecuado. Los aspirantes, con edades entre 17 y 22 años, ingresarían por oposición, y seguidamente cursarían tres años de estudios teóricos en una escuela especial fundada con este objeto. Esta etapa se completaría con un período de navegación en buques de vela de 120 días y otro de 60 en buques de vapor. El objetivo de estas prácticas era que pudiesen «observar de qué modo obran en estas grandes masas las potencias ya separadas, ya unidas del viento y mar, el influjo de la estiva, alteración de centros, gobierno... sin cuyas observaciones no se podrá adelantar en las mejoras de la construcción naval» (9). Una vez alcanzado el número de individuos programado, se mantendría permanentemente a un oficial destinado en Francia y a otro en Inglaterra para que informasen de los últimos adelantos en tecnología naval en estos dos países, que se reconocían como los más avanzados. Los constructores e hidráulicos, sin categoría militar, no se incluían en el nuevo Cuerpo, a menos que pasasen los exámenes de entrada y de fin de carrera (10). Esta medida era injusta, ya que algunos tenían gran experiencia y habían pertenecido al Cuerpo antes de su disolución. Era, sin embargo, una forma de crear una nueva identidad y otorgar prestigio al nuevo Cuerpo.

Las dificultades surgieron enseguida. No se pudo encontrar docentes cualificados, no porque no existiesen, como se ha visto, sino porque hacían más falta en otros puestos, y la Armada se había labrado una fama de mala pagadora. Llevaba años excluida de las prioridades presupuestarias del Gobierno. La solución inicial fue enviar a los alumnos a Francia. La primera promoción, de seis aspirantes, empezó sus estudios en la escuela de Lorient en 1849, haciendo sus prácticas en los arsenales de Brest y Tolón, y los terminó en 1853. Este sistema aseguraba una magnífica formación a cargo de los mejores ingenieros navales del mundo, pero no funcionó durante mucho tiempo. En 1858 el Gobierno francés prohibió la asistencia de alumnos extranjeros en los establecimientos de la Marina francesa (11). La carrera de armamentos navales entre Francia e Inglaterra estaba en pleno auge, y el secreto podía proporcionar temporalmente la superioridad técnica. En marzo de aquel año se había puesto la quilla de *La Gloire*, el primer buque acorazado de alta mar, en el Arsenal de Tolón, rodeado de fuertes medidas de seguridad para evitar el espionaje indus-

(9) Real Decreto de 7 de junio de 1848, *Gaceta de Madrid*, 11-6-1848.

(10) Ídem.

(11) HIGUERAS, Dolores: «Primeras promociones de la Escuela Especial de Ingenieros de la Armada (Cádiz, 1848-1860)», *Ingeniería Naval*, mayo 1988, pp. 284-88.

trial de otras potencias. Esta nueva situación llevó al restablecimiento de la Escuela Especial, esta vez en el Arsenal de Ferrol, en 1860. Este Arsenal era entonces el más activo en nuevas construcciones, y en él se instaló la factoría de máquinas de vapor. Era, pues un lugar más propicio que Cádiz. Esta vez la Escuela sí funcionó y duró hasta 1885. Las circunstancias ponían en evidencia la necesidad de minimizar la dependencia tecnológica del exterior y de contar con un instituto técnico propio sin tener que recurrir al extranjero para la formación de cuadros técnicos superiores.

Los desafíos

Los desafíos no eran pocos. La construcción de los primeros buques de vapor, a pesar de su aparente simplicidad, suponía una serie de dificultades para las cuales no existían ni conocimientos teóricos ni experiencia previa. Romay sabía que no se podía esperar más y, espoleado por lo que había leído, convenció al ministro para que le apoyase. El resultado fue el envío de una comisión técnica a Inglaterra en 1844 con el fin de estudiar los últimos adelantos y comprar buques que sirviesen de modelo para las nuevas construcciones. Estaba al mando del jefe de Escuadra Casimiro Vigodet, veterano de Trafalgar, vocal de la Junta Directiva y uno de los oficiales más influyentes de la Armada. Vigodet no era del Cuerpo, pero conocía muy bien el material existente y sabía escuchar los consejos de los técnicos para tomar decisiones acertadas. Le acompañaban el constructor Alejandro Bouyón, el capitán de fragata José Soler (1814), que también había pertenecido al Cuerpo y había desarrollado una brillante carrera en el General, y dos constructores de menor rango (12). Los buques encargados, que incorporaban la mejor tecnología inglesa, eran la corbeta *Villa de Bilbao*, de 30 cañones, y los vapores *Blasco de Garay*, de 350 caballos, y *Vulcano*, de 200. Este último fue el primero de hierro de la Armada. Se contrató con el casco metálico al observar que la Marina inglesa estaba experimentando con este tipo de construcción. Los resultados materiales de esta comisión fueron tres excelentes buques, que tuvieron larga vida y rindieron importantes servicios, y la importación de utillaje moderno para los arsenales. La información recogida en el Reino Unido y la detallada inspección de los buques a su llegada a España proporcionaron los conocimientos necesarios para construir barcos modernos. Inmediatamente se puso la quilla de la corbeta *Ferrolana* en el Arsenal de Ferrol, copia exacta de la *Villa de Bilbao*, y la de un vapor igual al *Vulcano*, el *Lepanto*, en La Carraca. Para esto se contrató un segundo juego de máquinas y

(12) MNM, Armero, ministro de Marina, a Vigodet, 11-10-1844, ms. 2.492-21.

calderas en Inglaterra. La capacidad de fabricarlas en España era otro objetivo que se alcanzaría más adelante. Entre las nuevas prácticas que se introdujeron en los arsenales estaban las popas elípticas, los refuerzos diagonales en el casco, las curvas de los baos, roldanas y jarcia de hierro y las máquinas de vapor oscilantes (13).

Para llevar a cabo este proyecto, la Armada contó con veteranos del Cuerpo. Alejandro Bouyón fue destinado a Cádiz, a las órdenes del brigadier José de la Cruz (1818), comandante general, subinspector y jefe de constructores del Arsenal desde 1847. Cruz había pertenecido al Cuerpo, pero pasó al General en Ferrol en 1826. José Soler, por su parte, ocupó el cargo homólogo de Cruz en Ferrol, con Pablo Amado, un veterano y experto constructor, de ayudante. La construcción en el Arsenal de Cartagena no se desarrollaría hasta unos años más tarde. Con estos nombramientos se ve cómo la Armada intentaba recuperar a los técnicos valiosos que aún quedaban después de la disolución y diáspora del Cuerpo. Estos personajes, junto con algunos oficiales del Cuerpo General, dirigieron la modernización del material mientras las primeras promociones de nuevos ingenieros se formaban y adquirían experiencia.

Pero la tecnología avanzaba a pasos agigantados. Mientras se construían buques de vela y vapores de ruedas en los arsenales, en el extranjero ya se experimentaba con barcos de hélice. Este nuevo propulsor se podía adaptar a los de vela, ya que les daba movilidad contra el viento y la marea sin que perdiesen poder ofensivo. No obstante, reducía su autonomía y su capacidad de maniobra a vela. Además, las vibraciones del eje podían debilitar la estructura de la popa. Cualquier avería de este tipo tenía que arreglarse en dique seco. Los buques de vela, en cambio, eran una tecnología madura y bien probada frente a una innovación que ciertamente presentaba problemas de fiabilidad, como cualquier tecnología en estado embrionario. No es, pues, extraño que al principio algunos oficiales del Cuerpo General, al igual que en otras marinas, fuesen escépticos sobre sus ventajas.

Para tener una propulsión eficiente y buena velocidad, los buques de vapor requerían una relación eslora-manga mayor que los de vela. Estos debían tener poca eslora para poder virar fácilmente por avante. Cuando se botó la *Princesa de Asturias* era la unidad de mayor eslora que había tenido la Armada. Le

(13) ALFARO ZAFORTEZA, Carlos: «Sea Power and Technology Transfer: The Spanish Navy and the Thames Shipyards, 1844-1850». En Roger Owen ed., *Shipbuilding and Ships on the Thames: Proceedings of the Fourth Symposium, held on 28 February 2009 at the Museum of London Docklands*, Lavenham, The Lavenham Press Ltd., 2012, pp. 98-100. Real Orden del 8-10-1846, determinando que en adelante en las construcciones y carenas de firme que se hagan en los arsenales de los tres departamentos y apostaderos de La Habana y Filipinas se introduzcan las reformas que se expresan. *Colección Legislativa de España*, tomo 39 (1846), pp. 23-25.

siguieron buques mayores, lo que también hizo necesario el alargamiento de gradas y diques. Estas obras civiles eran complejas y costosas y también necesitaban de una dirección facultativa. En Francia e Inglaterra se estaban transformando navíos para ponerles máquinas de hélice, cierto que no siempre con buenos resultados, y se construían navíos nuevos. La decisión de realizar un modelo equivocado implicaba una pérdida de recursos y un retraso en las construcciones que se consideraban inasumibles.

El desarrollo de la arquitectura naval a mediados del siglo XIX era tan rápido que no deben extrañar los retrasos ni las vacilaciones. Los ingleses, que poseían la tecnología más avanzada y la industria más desarrollada, se metieron en varios callejones sin salida. Solo el gran presupuesto de Marina y la industria naval compensaban los errores de un excesivo empirismo. Uno de los casos más llamativos, pero en modo alguno inusual, es el de los cuatro buques de la clase *Duke of Wellington*. Su construcción se decidió en 1841 como navíos de vela de tres puentes; las quillas se pusieron entre 1848 y 1850. En 1852, el *Duke of Wellington* se convirtió en navío de hélice, equipado con la máquina de una fragata de hierro fallida, que quedó disponible al transformarla en transporte. El *Marlborough* se transformó en 1853, entrando en servicio en 1858. El *Royal Sovereign* lo hizo en 1855, se terminó como navío de hélice, pero no llegó a entrar en servicio. En 1862 se decidió transformarlo una vez más en buque blindado con torres, entrando en servicio en 1864. El *Prince of Wales* se terminó en 1861, pero después de las pruebas se le quitó la máquina, que se usó en la fragata blindada *Repulse*, que era a su vez un navío de 90 cañones transformado (14). Obsérvese la larga duración de las construcciones. Esto pasaba en un país con abundantes recursos de todo tipo.

El primer experimento se hizo con la fragata *Princesa de Asturias*, cuya quilla se puso en La Carraca en 1852 como fragata de vela. Enseguida se modificó el proyecto para que montase una máquina de hélice. Sin embargo, quien impulsó este cambio fue un miembro del Cuerpo General, el teniente de navío José Martínez Viñalet, en una memoria bien razonada sobre las ventajas de los buques de hélice. La Junta Consultiva examinó la propuesta, suspendió la construcción, apenas comenzada, y ordenó su transformación en buque de hélice. Al faltar experiencia, se pidió al brigadier Quesada, que estaba investigando precisamente este asunto, que enviase los planos de un buque ya construido para poder basarse en un diseño probado y asegurar así el éxito (15).

(14) LAMBERT, Andrew D.: «*Duke of Wellington Class Steam Battleships*». *Warship*, núm. 32 (1984), pp. 239-343.

(15) AGMAB, 1176/574, Viñalet al ministro de Marina, 28-6-1852; Junta Consultiva a ministro de Marina, 3-7-1852.

Esta fue la primera de un total de trece fragatas de hélice construidas en los arsenales en un período de quince años, lo que representa una más que notable actuación por parte de los ingenieros de Marina. Estos buques son dignos de mención por su crecido número y el esfuerzo que supuso su proyecto y construcción. Aquí ya participan los alumnos de las primeras promociones. Juan García Lomas (1854), Tomás Tallerie (1854) y Prudencio Urcullu (1854), entre otros, ya figuran como responsables del proyecto y de la dirección de las obras. Los grandes servicios que rindieron estos buques y sus largas vidas útiles atestiguan el buen hacer del Cuerpo. Las primeras montaban cañones y máquinas importadas, pero pronto se empezaron a fabricar máquinas y calderas en la factoría de Ferrol, y artillería en la fábrica de Trubia, hasta conseguir un grado de nacionalización casi completo. Los principales problemas que se presentaron eran el encaje de las máquinas y calderas con el casco y mantener la capacidad de maniobra en la navegación a vela.

El siguiente reto llegó con la introducción del blindaje. El primer blindado que se construyó en España fue la fragata *Tetuán* en el Arsenal de Ferrol. Con sus casi 7.000 toneladas de desplazamiento era, con diferencia, el mayor buque jamás construido en el país. Aquí ya intervino en el proyecto Juan Gamonal (1853), de la primera promoción del nuevo Cuerpo. Dada la falta total de experiencia en este tipo de buques, el proyecto seguía muy de cerca el de las primeras fragatas blindadas francesas. No obstante, distaba de ser una copia servil del modelo, ya que estaba adaptado a las necesidades específicas de la Marina española. La experiencia de la construcción de fragatas de hélice había sido una buena preparación para el siguiente paso. De los siete buques de este tipo, cuatro se construyeron en los arsenales, y los resultados no fueron peores que en Francia o en Inglaterra. Se trata de toda una proeza técnica teniendo en cuenta las limitaciones con las que trabajaron (16).

La concurrencia del Cuerpo General

Hay que señalar la ayuda, o la concurrencia, según como se mire, de algunos oficiales del Cuerpo General interesados en el material y los avances técnicos, y la necesidad urgente de actuar. En el período que nos ocupa, la formación de los ingenieros y de los marinos tenía elementos comunes. La base científica era similar, lo que permitía a algunos desempeñar las funciones de ingenieros. En Inglaterra, por ejemplo, el equivalente a ingeniero general era a veces un ingeniero civil y otras veces un oficial de Marina. El equivalen-

(16) ALFARO ZAFORTEZA, Carlos: «Cambio tecnológico y política naval en la monarquía isabelina: los primeros buques blindados», *Revista de Historia Naval*, núm. 73 (2001), pp. 84-86.

te inglés al Cuerpo de Ingenieros no se estableció hasta 1883. En este país había ingenieros prácticos buenos y abundantes, que proporcionaban tanto los arsenales militares, que siempre estaban ocupados con nuevas construcciones, como la gigantesca industria naval.

Durante la Primera Revolución Industrial, los conocimientos del proyectista o constructor y los del usuario eran similares, y era relativamente frecuente que un oficial alternase estas funciones a lo largo de su carrera. Ya se ha visto en los casos de José Soler y de José María de la Cruz. Solo hacia finales del siglo XIX la técnica se convirtió en un saber especializado y se produjo una fragmentación en disciplinas claramente diferenciadas. También es a finales de este siglo cuando la arquitectura naval experimentó notables avances y los buques adquirieron una complejidad asequible solo a los especialistas. Si a estas circunstancias añadimos la escasez de ingenieros y el vivo interés de parte de los marinos por los cambios tecnológicos, no es extraño que en este período todavía se encuentren oficiales del Cuerpo General desempeñando tareas propias de ingenieros. Los destinos de comandante de arsenal y de ingeniero general, jefe del Cuerpo de Ingenieros, los ocupaban miembros del Cuerpo General.

Citaremos dos ejemplos de oficial técnico. El teniente de navío Juan José Martínez recibió en 1831 la misión de viajar a Estados Unidos para comprar buques de vapor para el Apostadero de La Habana. El resultado de sus pesquisas fue la publicación del primer tratado de máquinas de vapor original en lengua española (17). Su interés por el material persistió a lo largo de su carrera, llegando a ingeniero general en 1854, año en que el Cuerpo estaba constituido únicamente por doce ingenieros bisoños, todos con la categoría de alférez de navío, seis de ellos recién graduados (18). Todavía pasarían algunos años hasta que dispusiese de miembros con experiencia.

El caso más conocido es el de Trinidad García de Quesada. Este oficial de gran talento poseía los conocimientos y actuó como un verdadero ingeniero. Como joven oficial ya era aficionado a la mecánica, y destacó por su valor en diversas acciones durante la Primera Guerra Carlista. En 1846 fue nombrado comandante de constructores del Arsenal de La Habana. Aprovechándose de que su Apostadero estaba financiado por los presupuestos de ultramar, mucho más generosos que los de la Península, transformó el Arsenal, instalando utillaje moderno comprado en los Estados Unidos e Inglaterra con capacidad para reparar las máquinas de los buques, y estableció el varadero. Estuvo varias veces en Inglaterra para supervisar la construcción de buques y practicar espionaje industrial. Dirigió la transformación de la *Princesa de Asturias*

(17) MARTÍNEZ TACÓN, Juan José: *Descripción de las máquinas de vapor y de sus más importantes aplicaciones*. Madrid, Imprenta de D. León Amarita, 1835.

(18) *Estado General de la Armada*, 1855, p. 102.

al ver que los encargados vacilaban sobre la forma de hacerlo. Dirigió también el montaje de la factoría de máquinas de Ferrol. En 1858 fue nombrado brigadier del escalafón de Ingenieros sin haber pasado los exámenes preceptivos, pues había demostrado ampliamente sus conocimientos, y al mismo tiempo, director de Ingenieros (19).

Estos dos ejemplos nos muestran que oficiales del Cuerpo General a menudo ejercían con éxito funciones de ingenieros. Esta costumbre disminuyó a medida que pasaba el tiempo. A finales del período estudiado, los de las nuevas promociones habían ascendido en graduación, habían ganado experiencia y eran ya lo suficientemente numerosos como para formar un grupo de presión que defendiese sus intereses.

El sector privado

La otra circunstancia que dificultó su labor fue el subdesarrollo de la industria naval española. Una de las principales dificultades de la construcción en los arsenales era el suministro de maderas. En el siglo XVIII la Armada controlaba los bosques y los transportes, y uno de los cometidos principales



Pintura de Rafael Monleón que representa el bombardeo de El Callao. En el centro, la *Numancia*. (Museo Naval de Madrid).

(19) AGMAB, Hoja de servicios. Francisco Pavía, *Galería biográfica de los generales de Marina, jefes y personajes notables que figuraron en la misma corporación desde 1700 a 1868*, tomo 2. Madrid, Imp. a cargo de J. López, 1873-1874, pp. 25-34.

de los ingenieros de Marina era la silvicultura, que aseguraba la calidad de las maderas.

Cuando se inicia la reconstrucción de la Armada en la década de 1840 toda la red de suministro se había perdido. Con el colapso de la administración a partir de la Guerra de la Independencia y las que siguieron, los bosques se habían descuidado o talado para otras necesidades. Los caminos habían desaparecido y el personal encargado había buscado otras ocupaciones con que poder ganarse la vida. La calidad de las maderas solo se podía asegurar controlando el proceso completo, desde que el árbol se plantaba hasta que llegaba al arsenal. Esto era imposible con los contratistas privados, que trataban con maderas de muy diversas procedencias. Restablecer todo el sistema de suministro tal como estaba en el siglo anterior hubiese sido tremendamente costoso, en tiempo y en dinero. Por lo tanto, la Armada tuvo que depender en gran parte del mercado internacional. Las dificultades de suministro se agudizaron después de la Guerra de Crimea. Francia e Inglaterra iniciaron una carrera de armentos navales y acapararon las mejores maderas. El tamaño de los buques aumentaba sin cesar y las grandes piezas para navíos y fragatas blindadas comenzaron a escasear. La introducción de la construcción metálica en los buques de guerra se debió tanto a sus bondades técnicas como a la creciente carestía de maderas adecuadas. Primero fueron partes concretas del casco, como diagonales y curvas de baos; luego cascos de hierro completos. La decisión de construir la *Numancia* en hierro tuvo que ver con la incierta calidad de las maderas que ofrecía el astillero para otro buque. El Almirantazgo británico decidió construir el acorazado *Warrior* en hierro porque los arsenales estaban saturados, teniendo que recurrir al sector privado. En España no existía una industria privada que pudiese suplementar la capacidad de los arsenales en momentos determinados. Todo tenía que fabricarse en ellos o importarse. La autosuficiencia nacional en armamentos dejó de ser viable cuando pasó a estar estrechamente relacionada con el desarrollo industrial.

Hacia 1866 el Estado estaba en bancarrota, las importaciones no se podían pagar al contado y solo algunas empresas españolas daban crédito al Gobierno. Esta fue la causa inmediata de que Portilla, White y Cía., de Sevilla, iniciara en 1867 la fabricación nacional de hierro en planchas y ángulo, tornillos, tuercas y remaches. Algo aparentemente tan sencillo no se había hecho antes y la Armada lo necesitaba urgentemente para no paralizar la construcción de la fragata blindada *Príncipe Alfonso* (rebautizada *Sagunto*).

El auge de la construcción de la red ferroviaria española, simultánea con la gran actividad en los arsenales, no había significado nada para la industria siderúrgica. Los raíles y el material auxiliar se importaban. El intento de conseguir fabricantes de máquinas terminó también en fracaso. Algunas empresas, como La Maquinista Terrestre y Marítima, de Barcelona, y Portilla, White y Cía., construyeron unas pocas máquinas para pequeños cañoneros, pero eran incapaces de producirlas con cierta potencia para corbetas, fragatas

y navíos. Se necesitaba una demanda continuada que ni la Armada ni el sector privado podían proporcionar. Lo mismo pasó con los astilleros privados, que solo tenían capacidad para construir pequeños buques de madera. El subdesarrollo industrial sobrecargaba de trabajo a ingenieros y arsenales, que tenían que atender a la vez la construcción y el mantenimiento de la Flota en una época de mucha actividad, que se traducían en abundante trabajo de mantenimiento. Con frecuencia, los recursos empleados en construcción se desviaban a tareas de mantenimiento urgentes para la operatividad de los buques. Sin la cooperación de una industria naval nacional, capaz de surtir a los arsenales de materias primas, componentes y servicios, o de ocupar a ingenieros de Marina cuando había poco trabajo en la Armada, no se podía mantener una capacidad adecuada en el tiempo. Los programas navales de 1859 y 1861 difícilmente podrían llevarse a cabo con éxito.

Conclusión

Se han visto las dificultades para refundar una institución necesaria en unas circunstancias difíciles. La Armada de Isabel II tenía pocos medios y muchas obligaciones. Había que combinar los escasos recursos disponibles para conseguir mantener una Fuerza Naval que cumpliera con las necesidades del Gobierno. Esto ocurría mientras las innovaciones técnicas se desarrollaban a una velocidad nunca vista. El proyecto de los buques, que apenas había cambiado en siglos, se transformó radicalmente en unas décadas y la contribución de los ingenieros fue aumentando a lo largo del período hasta ser notable. Los logros están a la vista: las fragatas de hélice y las blindadas que se construyeron en estos años rindieron notables servicios durante mucho tiempo. No es casualidad que a partir de 1885, el año en que se cerró la Escuela Especial de Ingenieros, la Armada siguiese una política naval errática que llevó al Desastre de 1898.



Modelo de arsenal del navío *Santa Ana* (1784-1817).
(Museo Naval de Madrid).



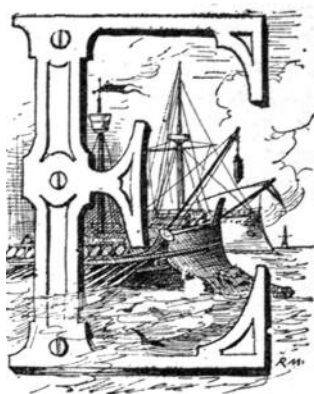
EL INGENIERO NAVAL EDUARDO IRIONDO Y SUS *IMPRESIONES* A BORDO DE LA FRAGATA BLINDADA *NUMANCIA*

Marcelino GONZÁLEZ FERNÁNDEZ



(Retirado)

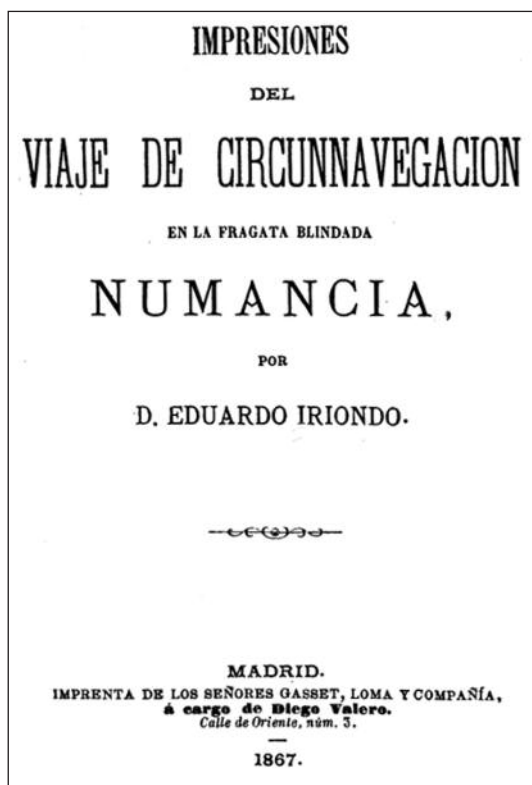
Navegando por el Atlántico Sur



L barco navega por el Atlántico Sur en demanda de la embocadura del estrecho de Magallanes camino del Pacífico. En medio del Atlántico Central había dado unos enormes balances que llegaron a preocupar muy seriamente a la dotación, aunque se consoló pensando que si aquel mastodonte producía semejantes vaivenes, en circunstancias similares un barco de menor porte la iba a pasar canutas. Pero ahora navega con rumbos de componente sur en medio de fuertes vientos y mareas duras que coge de amura, y casi no se entera. Corta la mar con gallarda chulería, lo que tranquiliza a la dotación, que olvida los grandes balanceos de hace tiempo. Y la fragata blindada, que navega de maravilla con mar de amura, continúa su aproximación al Estrecho. Mientras, a bordo, un tal Iriondo, ingeniero naval, toma nota de todo lo que ve y de todo lo que pasa para escribir un libro que se convertirá en una magnífica crónica del primer viaje alrededor del mundo de la fragata blindada *Numancia*.

Primera comisión

La primera comisión que realizó la *Numancia* fue desplazarse al océano Pacífico a principios de 1865 para reforzar una escuadra española envuelta en



Libro original de Iriondo publicado en 1867.
(Foto: Marcelino González).

Eduardo Iriondo

De su vida se sabe poco. La mayor parte de la información procede de su libro, de comentarios sobre el mismo y de citas realizadas por autores que han investigado sobre la *Numancia*, su participación en la Guerra del Pacífico y su vuelta al mundo.

Nació en Pamplona en 1839. A partir de 1855 cursó cuatro años de estudios en la Escuela de Ingenieros de Caminos. Más tarde se pasó al Cuerpo de Ingenieros Navales, donde fue el cuarto de los cuatro componentes de la Promoción 1861, en la que se encontraban Eduardo Ballester Belver, número 228; Manuel Crespo Lemes, número 229; Faustino Abascal López, número 230, y el propio Iriondo, número 231. Era aficionado a escribir, y ya antes de haber publicado sus *Impresiones* sobre la *Numancia* había hecho sus pinitos en el campo de la poesía. De hecho, en 1860, durante los festejos

una situación de crisis con países sudamericanos de la costa occidental.

Como continuación de dicha comisión, la fragata tomó parte en la llamada Guerra del Pacífico —mantenida en 1865-1866 sobre todo contra Chile y Perú— y regresó a España en 1867, tras haber navegado por el Pacífico, Índico y Atlántico y convertirse en el primer barco blindado que dio la vuelta al mundo.

A bordo de la *Numancia* iba el teniente de navío ingeniero naval Eduardo Iriondo Gorostegui, que al final del viaje publicó un libro de memorias de su navegación, titulado: *Impresiones del viaje de circunnavegación en la fragata blindada «Numancia»*, que le dio fama y contribuyó a que su nombre fuera recordado.

por la toma de Tetuán, un actor leyó durante un entreacto alguna poesía de Iriondo.

Ascendió a alférez de navío del Cuerpo de Ingenieros de la Armada en 1861 (1). Una Orden Ministerial del 12 de septiembre lo destinó al Arsenal de Cartagena (2) y en 1863 ascendió a teniente de navío (3).

En 1865 pasó destinado a la *Numancia* (4) para estudiar sus posibilidades y condiciones marineras, ya que iba a ser el primer buque blindado de la historia en realizar la larga travesía desde España al Pacífico.

Llegados a este punto, antes de seguir con la vida de Iriondo, conviene echar un vistazo a los barcos de la época, su propulsión y protección; la Revolución Industrial; la *Numancia* y las relaciones de España con sus antiguas tierras en la Sudamérica del Pacífico, para comprender los motivos que llevaron a Iriondo a escribir su libro.

La propulsión a vapor y la metalurgia

El hombre ha navegado desde los principios de los tiempos, y no cejó en su empeño de hacerlo sin ser esclavo del viento, hasta que lo consiguió a principios del siglo XIX. Fue Robert Fulton quien en 1807 tuvo éxito comercial con su barco a vapor y ruedas de paletas laterales *Clermont*, que navegó sin problemas por el río Hudson. Y unas décadas más tarde, las aparatosas ruedas de paletas fueron sustituidas por hélices, más pequeñas, más discretas y con mejor rendimiento. Aunque la vela siguió siendo necesaria en la navegación oceánica, ya que las primeras máquinas y calderas no ofrecían confianza, las averías mecánicas eran frecuentes y la logística del carbón no estaba asegurada. Por ello, durante muchos años los barcos fueron de propulsión mixta a vela y vapor.

Mientras tanto, la metalurgia lograba importantes avances. El hierro empezó a sustituir a la madera en los cascos. Y se consiguieron grandes mejoras en la artillería, con cañones de mayores calibres y alcances, que empezaron a utilizar granadas explosivas, con efectos letales en embarcaciones de madera e incluso en las de hierro. Por ello, y para aumentar su protección, muchos barcos de guerra empezaron a utilizar gruesas fajas de hierro por los costados a modo de blindajes. Nacían unos nuevos tipos de buques muy protegidos, sobre todo fragatas blindadas, que fueron el origen de los posteriores barcos acorazados.

(1) *La Época*, 17 de septiembre de 1861; *La España y El Pensamiento Español*, 19 de septiembre de 1861.

(2) *El Contemporáneo* de 22 de septiembre de 1861.

(3) *La Época y El Pensamiento Español*, 17 de septiembre de 1863.

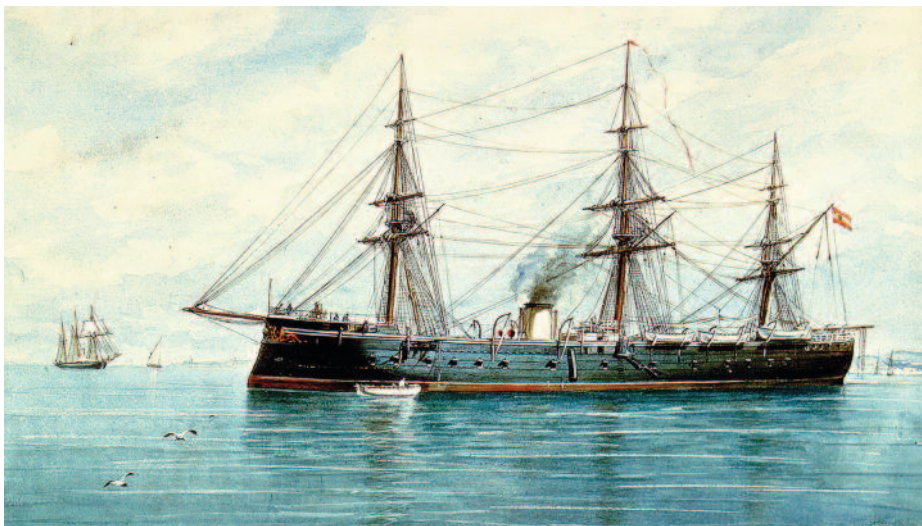
(4) *La Iberia*, 25 de enero de 1865.

Cambios en la formación de los ingenieros navales

Con la propulsión a vapor, el hierro en los cascos y el blindaje, hubo cambios drásticos en la construcción naval que influyeron en la formación de los técnicos encargados de dar vida a los nuevos buques. Fue un período revolucionario, en el que fue necesaria una nueva saga de ingenieros navales.

El Estado General de la Armada de 1850, en el inicio de la que muchos llaman la 3.^a época del Cuerpo de Ingenieros de la Armada, incluyó un preámbulo que explicaba el origen y vicisitudes de dicho Cuerpo. Citaba su creación por Real Orden del 24 de diciembre de 1770 a propuesta de Francisco Gautier, y tras varios cambios, en mayo de 1827, fue sustituido por el Cuerpo de Constructores.

Pero aquello no dio buenos resultados, y en 1834 se intentó restablecer el Cuerpo de Ingenieros, pero no fue posible. Hubo que esperar a un Real Decreto del 9 de julio de 1848, que dispuso su reorganización, la creación de una Escuela Especial y establecía su plantilla, formada por ingenieros procedentes de dicha Escuela, en la que podían ingresar por oposición jóvenes de 19 a 22 años. Dicha oposición, celebrada en el Colegio Naval, abarcaba muchas disciplinas, entre ellas algunas relacionadas con los barcos a vapor, como era la Mecánica racional y aplicada. Los estudios incluían materias nuevas junto con otras tradicionales: empleo del hierro, remaches, aparejo a vela, calderas, máquinas, auxiliares, tuberías, potencia, ruedas de paletas, hélices, estabilidad, reglamentos, registros, etcétera.



Fragata blindada *Numancia*, en la que estuvo embarcado Iriondo durante la Guerra del Pacífico y en la vuelta al mundo. (Acuarela de Rafael Monleón. Museo Naval de Madrid).

A partir de entonces empezaron a salir promociones que progresaron en la ciencia y el arte de construir los nuevos barcos. Entre aquellas unidades pioneras estaba la fragata blindada española *Numancia*, y entre los nuevos técnicos se encontraba el ingeniero naval Eduardo Iriondo.

La fragata blindada *Numancia*

Los motivos que impulsaron a España a la construcción de la fragata blindada *Numancia* y de otros barcos surgieron como reacción ante la precaria situación por la que había pasado la Armada en la primera parte del siglo XIX, que la había llevado a una terrible situación de pobreza, falta de recursos, sin barcos y con la moral por los suelos.

Era la época de la gran Revolución Industrial, en la que el progreso se estaba abriendo paso con rapidez en otros lugares del mundo. Pero en una época en que, por sus circunstancias históricas, España permanecía ajena a ella, hasta que surgió la imperiosa necesidad de subirse al carro del progreso para tratar de volver a la grandeza de otros tiempos en que nuestro país había contado con una de las mejores armadas del mundo. Por lo que a mediados del siglo XIX, reinando Isabel II, Mariano Roca de Togores, primer marqués de Molins y ministro de Marina, consiguió créditos extraordinarios con los que construyó 13 fragatas de vela y hélice, seis blindadas, dos de ellas de casco de hierro, y otros barcos menores.

Las blindadas de casco de hierro fueron la *Numancia* y la *Vitoria*, construidas en el extranjero debido a que los astilleros españoles, preparados para hacer solo barcos de madera, no estaban capacitados para hacer frente a grandes barcos de casco metálico. Por ello, la *Numancia* fue encargada a los astilleros franceses La Seyne de Tolón, mientras la *Vitoria* fue construida en los británicos Thames Iron Works, en el Támesis.

La *Numancia* fue un barco carismático, que gozó de una larga vida, intervino en numerosas acciones y demostró que los nuevos acorazados eran capaces de realizar importantes misiones a pesar de las desastrosas experiencias sufridas por buques de parecidas características de otros países. Su construcción comenzó en septiembre de 1862, fue botada en noviembre de 1863 y, tras un año de obras a flote, fue entregada en Tolón en diciembre de 1864, y navegó a Cartagena. Fue uno de los barcos más grandes y poderosos de su tiempo. Medía 96,08 m de eslora en la cubierta alta, 17,34 de manga y 7,9 de calado medio. Desplazaba a plena carga 7.500 toneladas. Tenía una dotación de unos 600 hombres. Su blindaje, de 1.355 toneladas, consistía en una faja metálica que cubría los costados desde la cubierta alta hasta 2,3 m bajo la flotación, empernada sobre un respaldo de madera de teca de 440 mm, que a su vez iba empernado al casco. Armaba 34 cañones de avancarga y ánima lisa de 68 libras —200 milímetros—, dispuesta en una sola batería por los costados —17

por banda—. Tenía propulsión mixta a vela y vapor, con aparejo de tres mástiles, 10 calderas de carbón y una máquina de 1.000 caballos nominales y 3.700 indicados. Su coste fue de 8.322.252 pesetas, una verdadera fortuna para la época.

La crisis y Guerra del Pacífico

España intentaba estrechar relaciones con los países sudamericanos del Pacífico. Con tal fin, en 1862 había enviado a la que llamó Escuadra del Pacífico para efectuar visitas diplomáticas y de buena voluntad, mostrar el pabellón y realizar estudios científicos. Iba al mando el jefe de escuadra Luis Hernández Pinzón, y la formaban las fragatas *Resolución* y *Nuestra Señora del Triunfo* y la goleta *Virgen de Covadonga*, que habían llegado a Valparaíso, Chile, entre abril y mayo de 1863. Tuvieron un recibimiento cordial, pero surgió una crisis con Perú, por los sucesos ocurridos el 4 de agosto de 1863 en una granja de Talambo, cerca de Lima, entre propietarios peruanos y emigrantes guipuzcoanos, en los que hubo algún muerto y heridos. La mala gestión de aquel episodio llevó a Pinzón a tomar las islas Chincha peruanas el 14 de abril de 1864, unas rocas sin agua ni vegetación pero cubiertas de guano, excremento de aves marinas que era un excelente abono y una fuente de riqueza para Perú, lo que acentuó la crisis y no recibió la aprobación del Gobierno español, que en octubre, en relevo de Pinzón, designó al jefe de escuadra José Manuel Pareja, que llegó al Pacífico en diciembre. Y como la escalada del conflicto siguió adelante, España reforzó la Escuadra del Pacífico con más barcos, que llegaron entre octubre de 1864 y mayo de 1865: corbeta *Vencedora*; fragatas de vela y hélice *Villa de Madrid*, *Blanca* y *Berenguela*, y fragata blindada *Numancia*, en tanto que la fragata *Triunfo* resultó destruida por un incendio fortuito en noviembre de 1864.

Pareja logró firmar con Perú un acuerdo por el que parecía que las aguas volvían a su cauce y se restablecía la paz. Pero la situación se complicó en Chile, llevando al comandante de la Escuadra a bloquear todos sus puertos el 24 de septiembre de 1865, lo que provocó que Chile declarara la guerra a España al día siguiente. El bloqueo de los puertos chilenos produjo una gran dispersión de los barcos españoles, y como consecuencia de la cual el 26 de noviembre la goleta española *Covadonga* fue apresada por la corbeta chilena *Esmeralda*, de mayor porte, en el combate de Papudo. Al enterarse Pareja del apresamiento de la goleta, y creyendo que también había sido apresada la corbeta *Vencedora*, el 29 de noviembre se suicidó pegándose un tiro.

El brigadier Méndez Núñez, hasta entonces comandante de la *Numancia*, tomó el mando de la Escuadra e hizo frente a la guerra, en la que al lado de Chile se pusieron Perú, Ecuador y Bolivia, aunque estos dos últimos países no entraron en la confrontación armada. Aquel conflicto, llamado Guerra del

Pacífico, tuvo sus momentos culminantes en 1866, en el combate de Abtao el 7 de febrero, el bombardeo de Valparaíso el 31 de marzo y el combate de El Callao el 2 de mayo.

Eduardo Iriondo embarcado en la *Numancia*

Iriondo estuvo destinado en la fragata blindada *Numancia* con el grado de teniente de navío durante parte de la crisis y la posterior guerra, sobre todo contra Chile y Perú, en los años 1865 y 1866. Y continuó embarcado en la fragata mientras completaba la vuelta al mundo con escalas en Otahiti (Tahití), Manila, Batavia, Sudáfrica, San Simón (cabo de Buena Esperanza), Santa Elena, Río de Janeiro, Bahía y San Vicente de Cabo Verde, con regreso a Cádiz el 20 de septiembre de 1867.

El 2 de mayo de 1866, durante el combate de El Callao, estuvo a bordo de la fragata *Resolución*. Así lo manifestó su comandante, capitán de navío Carlos Valcárcel, en el parte del combate que el 5 de mayo siguiente remitió al comandante de la Escuadra, Casto Méndez Núñez:

«Asimismo debo hacer presente a V. S. el honroso comportamiento del Teniente de Navío de Ingenieros D. Eduardo Iriondo, que, ejerciendo las funciones de Ayudante personal, no se separó de mi lado desde que entramos en fuego hasta terminar la acción más que para transmitir mis órdenes a las baterías y demás puntos que fueron necesarias, verificándolo de la manera más cumplida y acertada. La conducta de este Oficial le hace mucho honor a él y a la Corporación a que pertenece.»

Tras el combate, Iriondo realizó un magnífico trabajo en las reparaciones de las averías sufridas por los barcos. Así lo manifestó *El Pensamiento Naval*



Brigadier Casto Méndez Núñez, comandante de la Escuadra del Pacífico durante la mayor parte de la Guerra del Pacífico. Fotografía publicada en el libro de Iriondo de la colección «Biblioteca de Camarote». (Foto: Marcelino González).



Capitán de navío Juan Bautista Antequera, comandante de la *Numancia* durante la Guerra del Pacífico y en la última parte de la vuelta al mundo. Fotografía publicada en el libro de Iriondo de la colección «Biblioteca de Camarote». (Foto: Marcelino González).

el 9 de julio de 1866, al decir: «El Gobierno ha circularado una manifestación al cuerpo de ingenieros navales, en que se consigna que la prontitud y acierto con que han sido reparadas las averías de nuestra escuadra del Pacífico se deben al celo e inteligencia del ingeniero naval Sr. D. Eduardo Iriondo, que pertenecía a la dotación del Arsenal del Departamento de Cartagena».

Y *La Esperanza*, el 10 de julio de 1866, decía: «A la dotación de dicho arsenal parece que pertenecía el distinguido ingeniero naval Sr. D. Eduardo Iriondo, que con tanto acierto como prontitud ha reparado las averías de nuestra escuadra del Pacífico, la cual, según asegura un colega, será en breve reforzada por los buques que con este objeto están alistándose a toda prisa».

En todos los libros que hablan de la *Numancia*, de su participación en la Guerra del Pacífico y de su vuelta al mundo, además de citar a personajes como Méndez Núñez, comandante de la Escuadra, Antequera, comandante de la *Numancia*, y demás mandos, abundan las notas referentes a Iriondo.

Sobre el libro de Iriondo

En la dedicatoria de su libro *Impresiones del viaje de circunnavegación en la fragata blindada «Numancia»*, Iriondo decía: «A la Marina Militar es dedicado este humilde trabajo. Merecer su aprobación es la sola recompensa a que el autor aspira».

Su publicación fue aprobada el 30 de octubre de 1867 por el siguiente despacho, que habla por sí solo de la calidad del trabajo:

«Ministerio de Marina.- Dirección de Ingenieros.- Excmo. Sr.: He dado cuenta a la Reina (q. D. g.) del informe emitido por esa Corporación, que V. E. transcribe en carta número 1312 de 24 del corriente, acerca de un manuscrito

presentado en este Ministerio por el Capitán de Fragata de Ingenieros D. Eduardo Iriondo, en el que se ha consignado la relación histórico-descriptiva de la campaña de la fragata Numancia alrededor del mundo; y S. M. considerando el favorable concepto que a esa Corporación ha merecido el manuscrito mencionado, tanto en lo que respeta a la exactitud de los detalles históricos que enumera, como a la apreciación de los sucesos que han tenido lugar en la campaña del Pacífico, por él descritos, se ha dignado autorizar al referido Jefe para que proceda a la publicación de dicho manuscrito, a expensas suyas, según lo manifestó en instancia promovida a este Ministerio con fecha 24 de agosto último. De Real orden lo digo a V. E. para noticia de esa Corporación.- Dios Guarde a V.E. muchos años.- Madrid 30 de octubre de 1867.- Belda.- Señor Presidente de la Junta consultiva de la Armada.»

En 1868, el libro fue muy comentado en la prensa. El 12 de enero, el periódico *La Marina Española* hacía una breve referencia, dejando entrever el interés que había despertado: «Anunciamos con placer a nuestros lectores la próxima aparición de tres libros nuevos, destinados a llamar la atención pública. El primero es el Viaje de la fragata blindada *Numancia* alrededor del mundo, escrito por el Capitán de fragata de Ingenieros D. Eduardo Iriondo, y en el que se relatan todos los hechos de la campaña del Pacífico; el segundo...».

El 28 de enero y en fechas posteriores, *El Imparcial* hacía propaganda de la obra: «Este curiosísimo trabajo dedicado a la marina militar, lujosamente impreso y encuadernado, se vende a 20 reales en las librerías de Duran, Carrera de San Gerónimo...».

El periódico *Gil Blas*, por su parte, el 30 de enero, publicaba: «Uno de nuestros marinos de la *Numancia*, el joven capitán de fragata de ingenieros D. Eduardo Iriondo, acaba de publicar un libro interesante, del cual basta decir el título para formarse idea de su importancia. Helo aquí: *Impresiones del viaje de circunnavegación en la fragata blindada «Numancia»*. Esta obra que forma un elegante volumen se vende a 20 reales en las principales librerías. Prometemos ocuparnos de ella en cuanto la hayamos leído».

Poco después, el 12 de febrero, *La Marina Española* insertó un amplio comentario, en el que comenzaba hablando de los celos que los barcos blindados habían despertado a causa de algunas experiencias penosas en la mar: «La fragata francesa *Normandie*, en su viaje a las Antillas y Seno Mejicano; la misma, acompañada de la *Couronne*, *l'Invencible*, el *Magenta* y el *Solferino*, en su crucero a las islas Canarias, y la escuadra blindada inglesa en sus evoluciones por el canal de la Mancha, suministraban algunos datos favorables a estos buques; pero no siendo concluyentes las pruebas obtenidas en estas experiencias, andaba dividida la opinión de los marinos más entendidos, alcanzando mayoría la de los que consideraban a las blindadas, naves propias para la defensa de puertos y costas, pero incapaces de resistir un temporal en altas latitudes ni de servir de vivienda en climas ecuatoriales». Seguía con una

serie de comentarios favorables a la fragata blindada *Numancia* y al éxito de sus pasadas actividades, y hablaba ampliamente sobre el libro de Iriondo, comenzando así: «Nueva satisfacción. Esta brillante campaña ha sido origen y asunto del libro cuyo título encabeza estas líneas, y en que se relatan y comentan los acaecimientos de mar y guerra en todos sus interesantes detalles por un testigo presencial, por uno de los afortunados tripulantes de la *Numancia*, por el Capitán de fragata de Ingenieros D. Eduardo Iriondo, que lo dedica a la Marina militar».

Por su parte, *El Imparcial* del 4 de marzo insertaba una nota diciendo que en sus folletines iba a alternar la publicación de la obra de Iriondo sobre la *Numancia* con la de otro escritor: «Ayer empezamos á publicar en nuestros folletines la interesante novela escrita en francés por Erckmann Chatrian, con el título de *Waterloo*, la que alternará con las curiosísimas *Impresiones de viaje en la fragata blindada «Numancia»*, que ha escrito y publicado el distinguido marino D. Eduardo Iriondo.» De hecho, en este número se insertaba la parte correspondiente al «Libro Primero: de Cádiz al Callao». Y las *Impresiones* también se ofrecieron en forma epistolar en la revista coruñesa *Galicia*.

La publicación del libro dio gran popularidad a Iriondo y le valió conseguir una cruz del Mérito Naval de 2.^a clase (5), en virtud de una Resolución del 28 de marzo de 1868.

La verdad es que, a pesar de los artículos aparecidos en la prensa de la época, la opinión pública tuvo un conocimiento bastante detallado de lo ocurrido en la Guerra del Pacífico gracias al libro de Iriondo. Así lo constató la REVISTA GENERAL DE MARINA en un artículo publicado en marzo de 1882:

«Nada de esto sabía, ni podía saber por entonces la generalidad de los que aplaudían de todas veras el bombardeo del Callao como acto el más brillante y honorífico de la guerra en tan lejano teatro. Un año después fue cuando levantó un tanto el velo que oscurecía las operaciones el ingeniero de la escuadra D. Eduardo Iriondo, publicando las *Impresiones del viaje de circunnavegación en la fragata blindada «Numancia»*; libro instructivo y ameno acogido con favor por el público, ya que abarca, aunque sucintamente, los acontecimientos en que tuvo parte la mencionada fragata, capitana de la escuadra algún tiempo, como el más potente de sus bajeles. El viaje de ida por el estrecho de Magallanes; el de regreso con agradables escalas en Otahití y Batavia, dieron oportunidad al autor para completar en resumen histórico la serie de sus principales observaciones.»

Y en junio de 1941, la Armada publicó el libro de Iriondo con el título *Impresiones del viaje de circunnavegación de la fragata blindada «Numancia»* como suplemento de la REVISTA GENERAL DE MARINA, dentro de la colec-

(5) *La Marina Española*, 6 de abril de 1868.

ción «Biblioteca de camarote». En esta edición, el título varió ligeramente, ya que en el original decía «en la fragata», y en la nueva versión dice «de la fragata».

Las *Impresiones* de Iriondo

Eduardo Iriondo narró con detalle todas las actividades desarrolladas por la *Numancia*, y las costumbres, situación política y estudios históricos y geográficos de las zonas donde tuvieron lugar, de forma que hacía muy fácil su lectura. De la salida de Cádiz, la travesía del Atlántico y el estrecho de Magallanes, la participación en la crisis y posterior Guerra del Pacífico y finalmente su regreso a Cádiz por el Pacífico, Índico y Atlántico, podemos citar algunos pasajes que dan una clara idea de su capacidad de observación y síntesis, su sentido del humor y su amena narrativa.

Cuando al navegar por el Atlántico en la singladura del 23 al 24 de febrero de 1865 la *Numancia* se encontraba sobre los 20° de longitud oeste del meridiano de referencia de la época, que era el de San Fernando, cortó el ecuador o línea equinoccial y entró por primera vez en el hemisferio sur. Para dejar constancia de aquel momento, Iriondo compuso estos versos, reproducidos en una miscelánea de la REVISTA GENERAL DE MARINA de enero de 1952:

«Cumpliendo con mi deber
y conforme está mandado,
pues la ocasión ha llegado,
a ustedes hago saber
de una manera oficial,
sin que sea vano alarde,
que hoy, a las tres de la tarde,
cortamos la equinoccial.



Libro de Iriondo de la colección «Biblioteca de camarote» publicado en 1941. (Foto: Marcelino González).

Justo es celebrar tal corte
si a otra cosa no miramos,
siquiera porque dejamos
el hemisferio del norte.
Allí está España, honra y prez
de las naciones un día,
y más grande todavía
por sus vinos de Jerez.

Salgan, pues, los que llevamos
para cubrir hoy la mesa,
que dignos son de la empresa
a que dar cima pensamos.
Y cada cual con su caña
diga, trincando en la popa:
¡Por la salud de Europa!
¡Por la salud de España!»

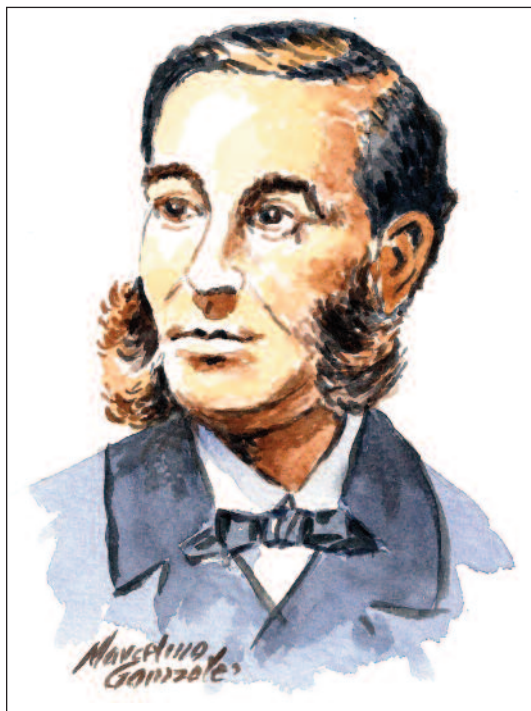
Continuando con su navegación por el Atlántico, el día 28 la *Numancia* cortó el paralelo de Pernambuco y siete días después reconoció cabo Frío, en el paralelo de Río de Janeiro. En esta fase del viaje, Iriondo narró una anécdota que fue apuntada en una miscelánea de la REVISTA GENERAL DE MARINA de abril de 1976 que, aunque no tiene importancia para la aventura de la fragata, vale la pena recordarla por su extrañeza:

«Aquí merece consignarse un suceso, que acaso no tenga precedente, y aunque lo tenga, no deja por eso de ser menos extraordinario. La fragata caminaba a la vela con velocidad muy moderada, y la tropa y marinería se ejercitaban en el tiro al blanco de carabina: algunos individuos, que se ocupaban en pescar desde la popa, engancharon a un mismo tiempo un tiburón y un dorado. No faltó quien del primero se amparase como manjar abundante para un festín opíparo; el dorado se destinó al comandante, y al suspenderlo de la cola, vomitó el animalito 32 balas de las consumidas en el ejercicio. Todos quedamos sorprendidos de voracidad semejante, y decidimos conservar las balas, como prueba para desvanecer las dudas de los incrédulos.»

El 13 de marzo, el barco fondeó cerca de la ciudad de Montevideo, de la que Iriondo dijo: «La ciudad estaba sepultada en una atmósfera de profundo dolor y tristeza, porque en el seno de cada familia faltaba un hijo, sacrificado en la reciente lucha que dividió en dos campos a la República; y para mayor desgracia, como si todavía fueran pocos los raudales de preciosa sangre derramada, el país acababa de empeñarse en una guerra extranjera...». Se refería a la contienda recién comenzada, que enfrentó a la triple alianza, formada por

Argentina, Brasil y Uruguay, contra Paraguay.

Más adelante narró la navegación del barco por el estrecho de Magallanes, y contó la estancia en Puerto del Hambre del 14 al 19 de abril, punto de reunión fijado con el carbonero *Marqués de la Victoria*. Varios oficiales hicieron una excursión a tierra, y el día 16 entraron en contacto con indígenas de la zona, que causaron una enorme decepción. Los españoles esperaban ver por aquellos lugares a los altos patagones que habían encontrado los hombres de Magallanes y que Pigafetta había descrito en su libro. Pero hallaron unos sucios y esmirriados habitantes de las montañas:



Retrato de Casto Méndez Núñez. (Acuarela de Marcelino González a partir de un retrato de época).

«Eran de una estatura nada más que regular, no mal formados, de color cetrino y abultadas facciones. Despedían un olor fuerte a marisco, que los hacía poco accesibles. Iban cubiertos con pieles de guanaco, sucias tanto como viejas; y su cerdosa y negra cabellera la sujetaban con hondas hechas con tripas de pescado, que les servían a la vez de armas y de adornos.»

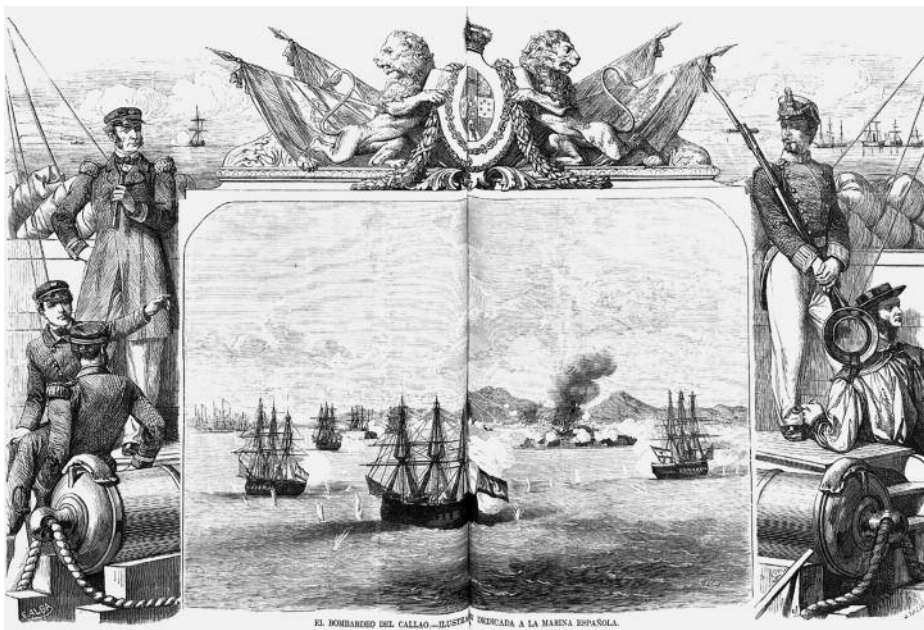
Y al ver las primitivas piraguas de aquellos hombres al lado de la moderna *Numancia*, era como si «dos obras de la mano del hombre que están separadas por centenares de siglos» se hubiesen encontrado en un perdido rincón del mundo. «Parecía como si se hubiesen arrancado todas la páginas de la historia a excepción de la primera y la última, que al cerrar el libro se hallarían por consiguiente en contacto», escribió Iriondo.

De la Guerra del Pacífico podemos recordar algunos de los párrafos del libro. Tuvo un recuerdo para el general Pareja, que se había suicidado el 29 de noviembre de 1865 cuando supo que la goleta *Covadonga* había sido apresada: «La escuadra toda sintió su muerte, porque conocía las bellas cualidades que le adornaban, y que en todos tiempos le hicieron ser respetado y querido de sus subordinados».

Del combate de Abtao del 7 de febrero de 1866, en el que las fragatas *Villa de Madrid* y *Blanca* se enfrentaron a la escuadra chileno-peruana refugiada al fondo del citado canal de Abtao, en el archipiélago de Chiloé, dijo: «... los comandantes españoles adoptaron el único modo de combatir posible en aquel caso, moviéndose a la entrada del estero en la que dieron en poco más de una hora dos vueltas redondas. Los fuegos de las fragatas se sostuvieron siempre vivísimos, como era de esperar del ardor e instrucción de las tripulaciones...».

Comentó los momentos anteriores al bombardeo de Valparaíso el 31 de marzo de 1866, que no se defendió: «Era un hermoso día de plácida calma; en la ciudad reinaba el silencio de los sepulcros; los habitantes coronaban las alturas. ¡Inusitado espectáculo en verdad ofrecía aquel pueblo, que se preparaba a ver la destrucción de sus propiedades, sin intentar nada por su defensa!».

Y relató el comienzo del combate de El Callao del 2 de mayo de 1866: «Por fin la *Numancia*, marchando a la cabeza de la división del Sur, que recorría la menor distancia, llegó la primera a su puesto, frente a las fortificaciones de Santo Rosa; y gobernando a presentar su batería de estribor al enemigo, en cuanto pudo enfilarle con su primer cañón de proa, rompió el fuego. Eran las once y cincuenta minutos».



Grabado en homenaje a los que participaron en el bombardeo de El Callao.
(*El Museo Universal*, 8 de julio de 1866).

Tras las privaciones pasadas durante la crisis y la guerra, y la posterior navegación por el Pacífico en su viaje de regreso, la estancia en la colonia francesa de Otahiti del 24 de junio al 18 de julio fue como estar en el paraíso. Iriondo describió la amabilidad de las gentes, los bellos paisajes, la exuberante vegetación, la flora, fauna y frutos que encontraba a su paso, la voluptuosidad de las mujeres y lo que se le presentaba a la vista, que contribuyó a que todos olvidaran sus penas pasadas y a que miraran el futuro con optimismo:

«Y a cada paso crecía nuestro asombro ante las maravillas que desplegaba la naturaleza. Aquí un pequeño río, cubierto por la espesa bóveda que forman las copas confundidas de seculares árboles; y entregadas a juegos infantiles, tan pronto en lucha con las cristalinas ondas, como humillando el césped de las orilla, mujeres de voluptuosas formas, sin otro velo para ocultarlas que la mata gentil de sus cabellos, tendida sobre los hombros.»

Continuando con el viaje, narró la estancia de la fragata en Manila del 8 de septiembre de 1866 al 19 de enero de 1867. Aquel era territorio español, conector de las actividades de la fragata en la Guerra del Pacífico, y los miembros de la dotación se sintieron como en casa, empezando por el gran recibimiento que tuvieron a la llegada:

«... no solo las autoridades, sino los vecinos todos, se mostraron solícitos a porfía para obsequiar a los individuos de la escuadra del Pacífico, y recordamos entre muchos los bailes dados con tal objeto por... La empresa del teatro preparó también una función en nuestro obsequio... El recibimiento de la ciudad de Manila queda grabado eternamente en nuestras almas.»

A continuación, Iriondo hizo referencia a la estancia en Batavia del 30 de enero al 19 de febrero de 1867, describió la ciudad y alabó su belleza: «La vista de la moderna Batavia sorprende agradablemente. Sus casas, de un solo piso y de una sencillez elegante, blancas como la nieve, están enclavadas en el centro de deliciosos jardines, y defendidas de los ardores del sol por arrogantes tamarindos y esbeltas palmeras que tienden en abanico sus ramas».

Hacia el final de su libro, tuvo palabras de alabanza para la *Numancia*, cuyas actividades gozaron de un gran eco en la prensa mundial, cuando mucha gente había dudado de que fuera capaz de llevarlas a cabo:

«Este largo viaje, a que ninguna otra nación se aventuraba, a pesar de desearlo ardientemente para conocer el valor del nuevo material creado a fuerza de inmensos sacrificios, hará siempre honor a España, colocándola al nivel de las potencias que han dado mayor impulso a la marina moderna. Mas no es éste el solo título de gloria que puede exhibir la fragata *Numancia*: su expedición al archipiélago de Chiloé durante la guerra del Pacífico, y el viaje

alrededor del mundo que acaba de verificar, le han creado una reputación universal, y el nombre de nuestro primer buque blindado figurará siempre en primer término en los anales marítimos.»

Aquella crónica de Iriondo contando las peripecias y aventuras de la primera vuelta al mundo de un barco blindado, que finalizó con el regreso de la *Numancia* a España en septiembre de 1867, en cierto modo recuerda a otra escrita muchos años antes por Antonio Pigafetta, cronista de la gran expedición de Magallanes-Elcano, que finalizó con el regreso a la Península de la nao *Victoria* en septiembre de 1522, después de haber dado la primera vuelta al mundo en la historia de la humanidad. Dos aventuras con sus crónicas separadas por 345 años, que en cierto modo tienen algunas similitudes. Cada una de ellas ha proporcionado a su respectivo autor un trozo de inmortalidad. Y al igual que para saber lo que ocurrió en la primera vuelta al mundo de la *Victoria* hay que leer la obra de Pigafetta, para conocer los detalles de la circunnavegación de la *Numancia* es muy recomendable sumergirse en la de Iriondo.

La vida de Iriondo tras el regreso de la *Numancia* a España

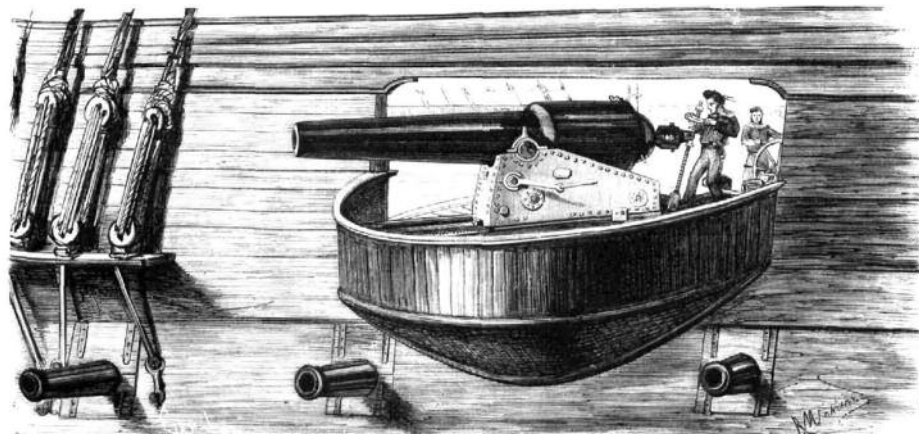
Por los méritos contraídos y por los servicios prestados en la *Numancia* durante la Guerra del Pacífico y en su vuelta al mundo, Iriondo ascendió a capitán de fragata (6) y a principios de enero de 1868 pasó destinado a Madrid. Entre las «Resoluciones adoptadas por el Ministerio de Marina» en 1868 (7), figuraba la siguiente: «En 20 de Enero. Disponiendo quede agregado á la Dirección del ramo en esta corte, el Capitán de fragata sin antigüedad del expresado cuerpo don Eduardo Iriondo y Gorostegui». En 1870 pasó destinado al Arsenal de La Habana, donde desarrolló diversos trabajos, entre ellos las reformas realizadas a la fragata de vela y hélice *Almansa*, que había tomado parte en el combate de El Callao.

A la vista de las buenas cualidades marineras y operativas de la *Almansa*, y teniendo en cuenta los adelantos de la artillería de la época, el contralmirante José Malcampo decidió reformar la artillería de la cubierta alta, instalando cuatro reductos para sostener otros tantos cañones de largo alcance, con amplios campos de tiro. Las obras de modificación fueron realizadas por Iriondo en La Habana, llevando a buen fin el proyecto de Malcampo.

Finalizadas las obras, la artillería alta de la *Almansa* quedó emplazada en cuatro nuevos reductos semicirculares que sobresalían por las bandas. Cada uno de ellos sostenía una colisa giratoria con un cañón de ánima rayada siste-

(6) *Guía de Forasteros para el año 1867*. Imprenta Nacional.

(7) *La Marina Española*, 6 de febrero de 1868.



Cañón alto de la fragata *Almansa* en su reducto tras la modificación realizada en La Habana por Eduardo Iriondo. (*La Ilustración Española y Americana*, 25 de julio de 1871).

ma Parrot, de 16 cm de calibre, para proyectiles sólidos y huecos. Para meter y sacar cada cañón de batería solo era necesario un hombre con una manivela. La orientación se lograba girando una rueda parecida a la del timón de gobierno de un barco, que movía un engranaje conectado a otro situado en la parte trasera de la colisa. La elevación se conseguía moviendo un tornillo fijo al cascabel.

Por desgracia, Iriondo no tuvo ocasión de seguir mostrando sus habilidades, ni como ingeniero ni como escritor, ya que falleció en La Habana en 1871, al año siguiente de llegar al Apostadero.

BIBLIOGRAFÍA

- C. F. «Bibliografía. Impresiones del viaje de circunnavegación en la fragata blindada *Numancia*». *La Marina Española*. 12 de febrero de 1868, pp. 134-136.
- CRESPO RODRÍGUEZ, Rafael: «Un poco de historia». *Ingeniería Naval*. Julio, 1966, pp. 232-248.
- GARCÍA MARTÍNEZ, Ramón: *Méndez Núñez (1824-1869) y la Campaña del Pacífico*. Xunta de Galicia, 2000.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Marcelino. *Primera vuelta al mundo de un acorazado. La «Numancia»*. Navalmil. Madrid, 2013.
- *El combate del Callao y sus protagonistas*. Entrelíneas Editores. Fuenlabrada, 2017.
- *La Fragata blindada «Numancia». La historia de su vida*. La Espada y la Pluma. Madrid, 2005.
- IRIONDO, Eduardo: *Impresiones del viaje de circunnavegación de la fragata blindada «Numancia»*. Editorial Naval. Madrid, 1941.
- *Impresiones del viaje de circunnavegación en la fragata blindada «Numancia»*. Imprenta de los señores Gasset, Loma y Compañía. Madrid, 1867.

- MARCELO RODAO, Guadalupe de: *Catálogo de los fondos geográficos y afines de los siglos XVI al XIX en la biblioteca de la Academia de Artillería de Segovia*. Asociación Cultural «Biblioteca de Ciencia y Artillería». Segovia, 2001.
- MARCO, Miguel Ángel del: «Méndez Núñez en el Plata». *Revista de Historia Naval*, núm. 5. 1984, pp. 33-63.
- MARÍN, Cristóbal: *Huesos sin descanso. Fueguinos en Londres*. Debate. Santiago de Chile, 2019.
- MARTÍNEZ-HIDALGO, José María (coordinador): *Enciclopedia General del Mar*. Volúmenes 1, 2 y 5. Ediciones Garriga. Barcelona, 1982.
- NOVO Y COLSON, Pedro de: *Historia de la guerra de España en el Pacífico*. Imprenta de Fortanet. Madrid, 1882.
- PÉREZ-GALDÓS, Benito: «La vuelta al mundo en la Numancia». *Historia 16*, 1995.
- Redacción: «Bibliografía. Episodios de la Campaña del Pacífico». REVISTA GENERAL DE MARINA. Marzo 1882, pp. 393-397.
- «Fe de erratas». *Ingeniería Naval*. Agosto 1966, p. 307.
- «La fragata *Almansa*». *La Ilustración Española y Americana*. 25 de julio de 1871, pp. 356-358.
- *Guía de Forasteros para el año 1867*. Imprenta Nacional. 1866.
- SANZ COLMENAREJO, Cecilio: *Tecnología constructiva de los buques de pasaje de mediados del siglo XIX*. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales, 2005.
- VALDIZÁN GAMIO, José: *Historia Naval del Perú*. Tomo IV. Ministerio de Marina. Lima, 1987.
- VV. AA.: *Documentos relativos a la campaña del Pacífico (1863-1867)*. Museo Naval de Madrid, 1966-1994.
- Estado General de la Armada*. Ministerio de Marina. Madrid, 1850 y posteriores.



LA ACADEMIA DE INGENIEROS Y MAQUINISTAS. FERROL, 1915-1932. IMPULSO TÉCNICO Y RENOVACIÓN DEL CUERPO DE INGENIEROS DE LA ARMADA

Jaime ANTÓN VISCASILLAS



La enseñanza es la educación de la inteligencia.

Almirante Augusto Miranda y Godoy.
Marino ilustre de España (1855-1920)

Preámbulo



A Academia de Ingenieros y Maquinistas de la Armada (AIM) (1), instituida en Ferrol y creada en virtud del Real Decreto de 15 de octubre de 1914, tuvo a lo largo de su andadura como centro docente (1915-1932) un merecido prestigio por su alto nivel científico, cuya historia merece la pena recordar cuando conmemoramos el 250 aniversario de la creación del Cuerpo de Ingenieros de la Armada (1770-2020).

Heredera de la anterior Escuela Especial de Ingenieros de la Armada (2), instalada en el Arsenal de Ferrol en 1860, tras veinticinco años de funciona-

(1) Real Decreto de 15 de octubre de 1914, «Organizando la enseñanza en el Cuerpo de Ingenieros de la Armada». Véase *Gaceta de Madrid* de 16 de octubre de 1914, núm. 289, y *Diario Oficial del Ministerio de Marina* de 17 de octubre de 1914, núm. 232. El art. 6 de este R. D. señalaba: «Los estudios y trabajos de la Escuela Especial de Ingenieros de la Armada que se establecerá en Ferrol, dotándola de todos los elementos de enseñanza necesarios...».

(2) Estaba ubicada en la planta alta del soberbio edificio dieciochesco Gran Tinglado de la Maestranza. Las escasas promociones siguientes al año 1885 se formarían en la Escuela de Ampliación de la Armada (San Fernando) y en centros extranjeros (París y Génova).



Academia de Ingenieros en la plaza de Herrérfas. Arsenal de Ferrol.
(Acuarela de Rafael Romero Díaz del Río. Colección del autor).

miento, en 1885 dejó de impartir enseñanza, por lo que tras muchos avatares históricos —entre ellos el Desastre de 1898—, después de treinta años de ausencia y en el marco del impulso naval que propiciaron las leyes de Escuadra de 1908 (Ley Maura-Ferrándiz) y las de 1914 y 1915 (Leyes de Dato-Miranda), la sabia política ministerial del almirante Augusto Miranda y Godoy (3) por reorganizar y modernizar todos los servicios y estructuras de la nueva Armada que se estaba constituyendo le llevó, entre otras muchas medidas, a restituir la Escuela de Ingenieros, estableciéndola de nuevo en la ciudad de Ferrol, incorporándola a la de Maquinistas ya existente (desde 1850, aunque también cerrada en varios períodos), y que a partir de entonces pasaría a denominarse Academia de Ingenieros y Maquinistas de la Armada (4).

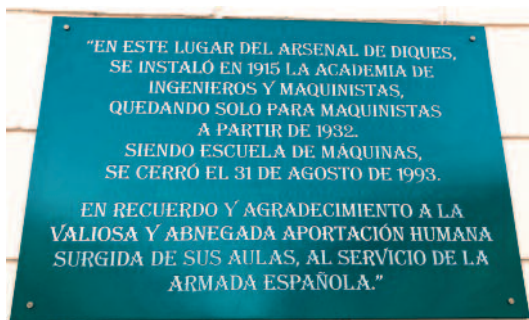
(3) Fiel reflejo del decidido impulso que el almirante Miranda dio a la Academia de Ingenieros de la Armada es el hecho significativo de que dos de sus hijos se formasen en este centro docente. Así, Augusto Miranda y Maristany (Promoción julio 1917) y Pedro Miranda y Maristany (Promoción 1923).

(4) En el presente artículo analizamos solo la historia particular de la Sección de Ingenieros de la AIM en Ferrol, que se desarrolló entre los años 1915 y 1932, fecha esta última en que se puso fin a la enseñanza de Ingeniería Naval. Los estudios de la especialidad del Cuerpo de Maquinistas de la Armada continuaría en la misma Academia por muchos años más, cambian-

De aquel modélico centro docente ferrolano saldrían prestigiosos ingenieros navales españoles del siglo XX (más de un centenar), tanto militares como civiles, pues su excelente formación académica no se circunscribió solo al personal de la Armada, sino que admitió también el ingreso en la modalidad de «alumno libre» de aquellas personas que quisieran formarse en esta disciplina técnica y obtener así el título de ingeniero naval. Algunos de ellos, los más conocidos —Juan Antonio Suanzes, Nicolás Franco, Augusto Miranda (hijo), Luis Ruiz Jiménez, José M.^a González-Llanos...— tuvieron asimismo un destacado protagonismo en la vida pública y empresarial de nuestro país. Y todos los alumnos que pasaron por la Academia, tanto ingenieros como maquinistas —desde su liderazgo o bien desde su callado pero cumplidor anonimato—, merecen nuestro reconocimiento y gratitud por su labor en una época tan difícil y convulsa de la gran Historia de España que les tocó vivir. Sirvan pues estas líneas como homenaje a su memoria.

Contexto histórico: de las cenizas del Desastre al resurgimiento naval

Conociendo ya por otros artículos los orígenes y continuidad del Cuerpo de Ingenieros de Marina (5) desde el siglo XVIII, iniciamos el relato histórico de la AIM con sus antecedentes inmediatos previos a su creación en 1914. Debemos recordar aquí que las consecuencias del Desastre del 98 fueron tan devastadoras que trajeron consigo en los años siguientes la pérdida de prácticamente el 70 por 100



Placa conmemorativa en la Academia de Ingenieros y Maquinistas. (Colección del autor).

de la Fuerza Naval de la Armada (121 barcos), la mayor de su historia, solo

do este mismo centro varias veces de nombre —Academia de Maquinistas, Escuela de Maquinistas, Escuela de Mecánicos, Escuela de Máquinas, Escuela de Energía y Propulsión (ESEPA)—, y sobre su historia ya se han publicado diversos estudios.

(5) Creado por R. O. de 10 de octubre de 1770 y la primera Academia para la formación de Ingenieros de Marina a continuación por disposición del rey Carlos III el 13 de agosto de 1772, siendo secretario (ministro) del Despacho de Marina fray Julián de Arriaga y Ribera. Su primer ingeniero general fue el brigadier Francisco Gautier entre los años 1770-1782, antiguo ingeniero jefe en la Marina francesa. Gautier (Jean-François Gautier Oliber, 1733-1800) llegó a Ferrol en 1765. A este le sucedería José Romero Fernández de Landa, ingeniero general entre los años 1782-1805, considerado el primer ingeniero naval español.

comparable a la crisis que siguió a la Guerra de Independencia. El siglo xx por tanto se inició con un estado lamentable de la Marina española, tanto en los aspectos moral y personal (bajas en plantillas) como en lo que a unidades se refería, que en cifras reales no llegaban a la irrisoria de 40 en total. Esta situación solo estuvo mínimamente compensada por los buques que se encontraban en construcción, diez en total, procedentes de los planes navales de Rodríguez Arias de 1887 y de Beránger de 1896, que irían entrando en servicio (aunque casi todos ya obsoletos) a lo largo de la primera década del nuevo siglo. Por lo que, en puridad, la auténtica reconstrucción de nuestra Armada no vino dada hasta, como ya señalamos, los magníficos planes navales de 1908 (Ley Maura-Ferrándiz) (6) y de 1915 (Ley Miranda) (7), este último precedido de otra Ley de 1914 —impulsada también por el almirante Miranda— que aprobó la construcción de una unidad de crucero (8). Programas que abarcaron no solo construcciones navales, sino también importantes obras civiles e hidráulicas, todo lo cual constituyó una verdadera reconstrucción y modernización.

En ese contexto, en 1910 (R. D. de 1 de agosto) se procede a restituir el Cuerpo de Ingenieros de la Armada ante la urgente necesidad de contar con más facultativos capacitados para supervisar e inspeccionar las construcciones y obras derivadas del Plan Ferrándiz, que desde 1909 y a cargo de la Sociedad Española de Construcción Naval (SECN) se desarrollaban en los astilleros de Ferrol y Cartagena, así como en las zonas industriales de los arsenales y posteriormente también en los talleres de Artillería de La Carraca. La adju-

(6) Ley de 7 de enero de 1908. Los principales buques construidos fueron tres acorazados (*España, Alfonso XIII y Jaime I*), tres destructores (*Cadarso, Bustamante y Villaamil*), 22 torpederos (*Número 1 a Número 22*) y cuatro cañoneros (*Laya, Lauria, Recalde y Bonifaz*), además de la habilitación y equipamiento de las zonas industriales de los arsenales, destacando en Ferrol la construcción del nuevo dique «Reina Victoria Eugenia».

(7) Ley de 17 de febrero de 1915. Los principales buques de este plan naval fueron los siguientes: cuatro cruceros rápidos, en dos series de dos cada una (*Méndez Núñez y Blas de Lezo; Príncipe Alfonso y Almirante Cervera*); seis cazatorpederos o destructores, en dos series de tres (*Alsedo, Velasco y Lazaga; Churruca, Alcalá Galiano y Sánchez Barcáiztegui*); 16 submarinos, de los que cuatro se adquirieron a naciones extranjeras (*Isaac Peral* en Estados Unidos; *A-1 Narciso Monturiol, A-2 Cosme García y A-3* en Italia), y 12 se construyeron en Cartagena (*B-1 a B-6; y C-1 Isaac Peral a C-6*); un buque especial de salvamento (*Kanguro*, construido en Holanda); tres cañoneros (*Cánovas del Castillo, Canalejas y Dato*), y 18 buques menores (guardacostas y guardapescas). Además de minas y defensas submarinas y de otras muchas obras de modernización de los arsenales, y la construcción/habilitación de nuevas bases navales secundarias (La Graña, Marín y Ríos en Galicia, y Mahón en la isla de Menorca, que se llevarían a cabo en desarrollo de la Ley Miranda y por elección del propio ministro).

(8) Ley de 30 de julio de 1914 que aprobó la construcción del crucero explorador (*scout*) *Reina Victoria Eugenia*. Este buque —anterior a los cuatro cruceros de la Ley Miranda y también construido en Ferrol—, a causa de las vicisitudes políticas, pasaría después a denominarse *República*, en 1931, y *Navarra* en 1937.

cación del contrato —derivado del concurso público previo convocado por R. D. de 21 de abril de 1908— a aquella gran empresa (9) suponía no solo el arrendamiento por el Estado de las instalaciones y su gestión por esta compañía (participada por empresas españolas y británicas), sino también la dirección técnica de todas las obras, en la que la asistencia británica (patentes y garantías) tuvo un papel muy relevante en los primeros años por razón de su tecnología más avanzada.

Las promociones de ingenieros navales de la Armada de los años 1912 y 1913 estuvieron integradas por oficiales procedentes del Cuerpo General, que cursaron sus estudios en la *École d'Application Du Génie Maritime* de París (once tenientes de navío) y en la *Regia Scuola Superiore Navale* de Génova (cuatro alféreces de navío), los cuales causaron alta en el Cuerpo de Ingenieros una vez obtenido su título y desde la última promoción de 1896. Era pues apremiante la necesidad de contar con más ingenieros y renovar así la plantilla del Cuerpo.

Motivos, constitución y ubicación de la AIM en Ferrol

Los avances científicos y tecnológicos de las últimas décadas, implementados tanto en la construcción naval como en las plantas propulsoras de los buques, junto a las demandas profesionales del personal que integraba los cuerpos de Ingenieros y de Maquinistas de la Armada (este último subordinado al primero) (10) por adaptarse a dichos avances —aumentando gradualmente sus competencias y responsabilidades—, fueron sin duda las razones originarias que justificaban mejorar cualitativamente la enseñanza académico-profesional de dicho personal (planes de estudio) y, consecuentemente, la necesidad perentoria de contar con centros especiales de formación a la altura de los progresos técnicos alcanzados.

Paralelamente a ese proceso histórico, gracias a diversas iniciativas de naturaleza política y económica (proyectos regeneracionistas y de la Liga Marítima Española), se consiguió el tan anhelado impulso de la construcción naval que propiciaron los planes de escuadra de Ferrándiz y Miranda. El estallido de la Gran Guerra europea en agosto de 1914, por otra parte, fue así mismo un hecho determinante que llevó a replantear por completo la formación de los futuros ingenieros de la Armada, con el objetivo de «nacionalizar» en todo lo posible tanto el propio sistema/modelo de enseñanza como

(9) Una gran parte de los directivos de la SECN fueron ingenieros navales formados en la Academia de Ferrol, así como antiguos oficiales de los Cuerpos de Ingenieros y de Artillería de la Armada y del Ejército.

(10) El Reglamento del Cuerpo de Maquinistas de 1915 establecía que «en el ejercicio de sus funciones, serán los Maquinistas inspeccionados por los Ingenieros de la Armada».

nes que pueden condensarse en la necesidad de que un país no dependa de otro en nada que afecte a sus armamentos y a su organización militar y porque además contamos en España con establecimientos en los cuales se llevan a cabo construcciones navales cuyos trabajos están montados del mismo modo que los de los astilleros del extranjero, el Ministro que suscribe considera llegado el momento de organizar la enseñanza del Cuerpo de Ingenieros de la Armada con los elementos nacionales...»

Respecto a la ubicación de la nueva Academia, esta se instaló en el Arsenal de Ferrol, inicialmente en el antiguo Edificio de Herrerías del siglo XVIII, y a continuación se construyó otro nuevo, de estilo modernista, denominado precisamente Edificio Ingenieros, que se conserva fiel a su aspecto originario (11) y que actualmente alberga diversas dependencias en el complejo conocido como Centro de Herrerías (zona Cantón de Molins). La idea de reunir en un mismo centro docente, bajo un mando común, a alumnos de Ingenieros y de Maquinistas (con sus secciones respectivas en la AIM) por la estrecha relación profesional que estos tenían —pues los maquinistas dependían de los ingenieros— se hizo con el fin de sumar sinergias, siendo este un objetivo en la mente del almirante Miranda (12), que apreciaba mucho la capacidad de los profesionales de ambos cuerpos, sin duda por sus profundos conocimientos técnicos y su experiencia profesional y docente —en particular como antiguo profesor de Mecánica en la Academia de Maquinistas—, por cuanto las nuevas tecnologías en todos los órdenes atinentes a la construcción y propulsión de los buques (blindaje de los cascos, calderas y turbinas de vapor, motores de explosión, etc.) representaban en ese momento la modernización de la Armada. Recordemos que ya en su primer proyecto de programa naval (13) contempló la «habilitación de local, talleres y material de enseñanza para la Escuela de Ingenieros y Maquinistas», con un importe de 250.000 pesetas, y que retirado poco después dicho proyecto (a causa de la irrupción de la Gran

(11) El Edificio de Ingenieros se finalizó en 1920, y durante los años anteriores se adaptó el Edificio de Herrerías a través de numerosas obras de reforma que modificaron su perfil y silueta originarias. Este último, en la actualidad sede del Museo de la Construcción Naval (Fundación EXPONAV), tras una completa restauración, luce de nuevo su arquitectura originaria del siglo XVIII.

(12) Es seguro que en esta cuestión el almirante Miranda tuvo, entre otros, el asesoramiento técnico de la persona más próxima a él en el Ministerio, que era su propio yerno, el entonces comandante del Cuerpo de Ingenieros de la Armada Enrique de la Cierva y Clavé (Promoción 1912, París), a la sazón jefe de la Secretaría particular y política del ministro desde el 31 de octubre de 1913 hasta junio de 1917 (es decir, durante el primer ministerio del almirante Miranda), período en el que se proyectó, creó y desarrolló la AIM. Procedente del CGA, De la Cierva alcanzó el empleo de general de brigada del Cuerpo de Ingenieros de la Armada en 1932.

(13) Real Decreto de 29 de abril de 1914, publicado en la *Gaceta de Madrid*, núm. 130, de 10 de mayo de 1914.

Guerra), sin embargo mantuvo adelante «por gestión directa» la creación de la nueva y conjunta AIM, institucionalizada en el R. D. de 15 de octubre de 1914, antes incluso de aprobar su segundo y definitivo Plan Naval (Ley Miranda de 17-2-1915).

El acierto de la elección de Ferrol como sede conjunta de la AIM se apoyó en la convergencia a su favor de diversos factores: condiciones estratégicas de su ría, razones históricas por ser esta ciudad realmente la «cuna de la Ingeniería Naval moderna» (desde la aplicación del método científico) y contar con los mejores astilleros y arsenal de España; y lo fundamental a estos efectos, el factor humano de gentes capaces y laboriosas. A esto hay que añadir el papel relevante que tuvo Ferrol en la construcción de los principales buques (los más grandes) e infraestructuras de los planes navales en curso durante ese período, que coincidió con el de la propia Academia; todo lo cual fue propicio para que los alumnos de la AIM se beneficiaran de esas experiencias, tanto en su formación como después en su trayectoria profesional. La convivencia y estudios correspondientes en un mismo centro (de ingenieros y maquinistas), sirvió también para dignificar y prestigiar a estos últimos, elevando su consideración social y profesional a partir de entonces. Por otra parte, la creación de la AIM significó un notable «impulso académico, cultural y social» y también económico en la ciudad tras la clausura de la Escuela Naval Flotante unos años antes (y su traslado/reapertura en San Fernando como ENM en 1913), siendo durante su vigencia el único centro docente de estudios superiores en Ferrol, precedente inmediato sin duda del actual campus universitario.

Organización y planes de estudio

Al Real Decreto del 15 de octubre de 1914, «Organizando la enseñanza en el Cuerpo de Ingenieros de la Armada», le sucedieron numerosas disposiciones de todo orden regulando la actividad de la AIM, bases provisionales para el régimen y funcionamiento del centro, planes de estudio, reglamento, convocatorias de ingreso, etc. Por R. O. de 31 de diciembre de 1914 se nombró director de la Academia al coronel de Ingenieros de la Armada José Galvache y Robles (14). El comandante general del Apostadero, por delegación del ministro, era subinspector de la AIM, presidiendo a estos efectos los exámenes finales si lo estimaba conveniente, e informando al centro de las pruebas, ejercicios, etc., de los buques para posible asistencia de los alumnos. Y el

(14) Desde junio de 1915, cargo que compatibilizó con el de jefe del Ramo y comandante de Ingenieros del Apostadero. Alcanzó el empleo de general de brigada del Cuerpo de Ingenieros de la Armada en 1920.



Alumnos en el patio de la Academia. (Álbum de la AIM, año 1924).

general jefe del Arsenal ejercía como «mando militar cuando las circunstancias lo requieran».

La nueva Academia se dotó de todo tipo de material para su funcionamiento, recibiendo de diversos organismos copia de todos los proyectos y estudios de utilidad para la enseñanza. Su estructura comprendía —de conformidad con su alumnado— tres grupos o secciones: Sección de Ingenieros, Sección 1.^a de Maquinistas (maquinistas oficiales) y Sección 2.^a de Maquinistas (maquinistas subalternos). Las secciones de Maquinistas se regían por los mismos preceptos que la de Ingenieros, «adaptados al carácter de subalternos de estos alumnos», siendo además los más numerosos de la Academia (15).

El objeto de la AIM se resume en las funciones académicas, militares y de apoyo siguientes: la preparación militar y facultativa del personal de los cuerpos de Ingenieros y Maquinistas de la Armada (en terminología actual, enseñanza de formación); la especialización de los maquinistas de la Armada; la enseñanza de los estudios de ingeniero naval a los «alumnos libres» o particulares; dictaminar consultas científicas y docentes que les formule la superior autoridad (S. A); aportar sus talleres para reparaciones de buques que ordene

(15) Entre 1915 y 1936 se formaron en total en la AIM casi un millar de alumnos de las secciones de Maquinistas (aprendices maquinistas integrantes de 19 promociones, y alumnos del Curso de Ascenso a Oficiales Maquinistas, integrantes de 13 promociones).

la S. A., y tener asignados a los maquinistas pendientes de destino en el Apostadero.

La AIM contó inicialmente con una dotación de 24 personas, desde el coronel director, profesores, médico, contador, delineantes, conserje, personal de administración y marinería, cuadro de personal que en unos meses se incrementó a 39, incluyendo ya el cargo de subdirector, aumentando los profesores (la mitad oficiales maquinistas) e incorporando más operarios a los talleres de fundición, forja, calderería y ajuste; todo ello para satisfacer las necesidades académicas de los alumnos maquinistas. En 1917 una real orden le asignó una plantilla de 44 personas, incrementando progresivamente el número de profesores y ayudantes de profesores, entre otros.

Respecto a los planes de estudios, fueron varios los que rigieron en función de las diferentes modalidades de alumnos de Ingeniería Naval (oficiales y libres) y de la procedencia de estos, con estudios previos o no. Además de las específicas materias militares para los alumnos «oficiales», en general los planes comprendieron asignaturas científicas y técnicas, como Cálculo infinitesimal, Geometría analítica y descriptiva, Química, Topografía y Geodesia, Mecánica racional, Cálculo gráfico, Artillería, Química, Metalurgia y Metalografía, Resistencia de materiales, Electricidad, Estereotomía y construcción civil e hidráulica, Teoría del buque, Termodinámica, Construcción naval, Cálculo de estabilidad, Turbinas y motores, Administración y contabilidad, Aviación y regulación de la aguja, Construcción de motores y aparatos eléctricos, Proyectos de buques, Proyectos de edificios y otras diversas, así como prácticas de todo tipo. Para los «alumnos libres» de Ingenieros cuya admisión lo fuese sin título académico previo, se estableció un Curso Preparatorio, que abarcaba diversas asignaturas y prácticas.

Modalidades de ingreso y períodos en la AIM (alumnos oficiales y alumnos libres)

A través del R. D. de 15 de octubre de 1914 y de otras disposiciones, se desarrolló la normativa de la nueva Academia, y ya desde el principio se contemplaron varias modalidades de acceso dentro de dos grupos bien diferenciados (alumnos oficiales y alumnos libres).

Según el art. 7 del R. D.: «Los alumnos podrán ser de dos clases: oficiales y libres. Serán *alumnos oficiales* los que, procediendo de la Escuela Naval, hagan sus estudios en perfecta normalidad sin perder ningún curso. Serán *alumnos libres* los no procedentes de la Escuela Naval que se admitan como tales en las condiciones que determine el Reglamento y los que habiendo sido alumnos oficiales dejen de serlo con opción a continuar sus estudios con tal carácter». En este último supuesto (alumnos oficiales que dejen de serlo por pérdida de algún curso o de dos asignaturas principales, y por tanto sin dere-



Alumnos de las promociones de 1925, 1926 y 1927. (Álbum de la AIM, año 1928).

cho a ingreso en el Cuerpo de Ingenieros de la Armada, podían optar por continuar sus estudios como «alumnos libres» o reanudar los interrumpidos en la Escuela Naval en el punto mismo en que los hubiesen dejado). Pasemos pues a describir las diferentes modalidades:

A) Modalidad ingreso directo en la Escuela Naval (alumno de Ingenieros, cinco años de carrera: dos en la ENM de San Fernando y tres en la AIM de Ferrol). El art. 3 señalaba: «El ingreso en la Escuela Naval en calidad de *alumno de Ingenieros*, equiparado a Guardia Marina, se efectuará por oposición en edad inferior a la de veintiún años. Para tomar parte en esta oposición será necesario tener aprobadas en un Instituto de segunda enseñanza las asignaturas de Lengua Castellana, Geografía general y de España e Historia Universal y particular de España y haber aprobado previamente ante el mismo Tribunal de la oposición o en otros exámenes las asignaturas siguientes (Aritmética práctica. Álgebra. Geometría. Trigonometría. Física general)», estableciendo que «tendrán validez los certificados de aprobación de dichas asignaturas, expedidos por los Tribunales de exámenes de la Escuela Naval o por los de cualquiera de las Academias de Ingenieros». Y se disponía que «las oposiciones versarán sobre las materias siguientes: Geometría descriptiva. Dibujo, Francés (conversación). Geometría analítica. Cálculo diferencial e integral. Mecánica».

El art. 2 fijaba: «Los estudios y prácticas que comprende la enseñanza de los aspirantes a ingreso en el Cuerpo de Ingenieros de la Armada se efectuarán en tres períodos: El primero (1.º), en la Escuela Naval incorporados a los Guardias Marinas (equiparados) en los dos primeros cursos, realizando con estos todos los cruceros, ejercicios y prácticas que comprende su plan de estudios actual; el segundo (2.º) de tres años, en la *Academia especial de Ingenieros y Maquinistas*, con el empleo de *segundo Teniente alumno* (alférez alumno), y el tercero (3.º) de dos años de prácticas en los buques y en el Extranjero con el empleo de *primer Teniente* (Tte o AN). Al obtener este empleo, ingresarán en el Cuerpo de Ingenieros de la Armada y al terminar el último período *sufrirán* en la Escuela especial un examen final en el que se determinará definitivamente el orden de antigüedad en el Cuerpo». Las condiciones de carrera fueron modificadas en años posteriores y afectaron a varias promociones.

B) Modalidad ingreso en la Academia para alumnos y oficiales del Cuerpo General de la Armada (tres años de carrera en la AIM). El art. 5 del R. D. estableció otras dos modalidades de acceso: 1.º «El Ministro de Marina podrá conceder a los *Alféreces de Fragata* y a los *Guardias Marinas* que lo soliciten, al terminar el segundo o el tercer año, su ingreso en la Escuela Especial de Ingenieros; para ello será indispensable que el número de alumnos de Ingenieros ya admitidos no baste para cubrir oportunamente las vacantes existentes en el Cuerpo y que los solicitantes hayan hecho todos sus estudios anteriores en la Escuela (...). 2.º También podrá concederse este ingreso a los *oficiales del Cuerpo General* cuando las conveniencias del servicio lo aconsejen, teniendo en cuenta las condiciones individuales de los solicitantes, quienes deberán ser sometidos al examen previo que se establecerá para este caso en el reglamento de la Escuela especial de Ingenieros». Inmediatamente y en base a la autorización anterior, apenas unos días después se publicó la primera convocatoria de oposición para oficiales del Cuerpo General (16), y a los aprobados se les posibilitaba obtener el título de Ingeniero con tres años de estudios en la AIM, cambiando de cuerpo al finalizarla.

C) Modalidad ingreso en la Academia de oficiales del Cuerpo de Ingenieros del Ejército (dos años de carrera en la AIM). Debido a la falta de aspirantes dentro de la Armada, se ampliaron plazas para oficiales del Cuerpo de Ingenieros del Ejército (17), los cuales, en consideración a su alta preparación

(16) Convocatoria publicada por R. O. de 23 de octubre de 1914 (D. O. núm. 238). Los alumnos aprobados (tres alféreces de navío: Francisco de la Rocha Riedel, Juan Antonio Suanzes Fernández y Nicolás Franco Bahamonde) ingresaron en la AIM el 10 de marzo de 1915, con arreglo a lo dispuesto en las bases provisionales para régimen de la Academia, aprobadas por R. O. de 3 de marzo de 1915 (D. O. núm. 32).

(17) Convocatoria-concurso dispuesto por R. D. de 2 de diciembre de 1915 (D. O. núm. 274). Los alumnos aprobados fueron nueve más uno a título particular (alumno libre), todos ellos

técnica obtenida en la Academia de Ingenieros del Ejército (Guadalajara), solo tuvieron que cursar dos años de estudios de especialización. Estos dos últimos grupos de alumnos (oficiales del CGA y oficiales del Cuerpo de Ingenieros del Ejército) se graduaron en junio y julio de 1917 respectivamente, constituyendo las 1ª y 2ª promociones de ingenieros navales de la AIM. A continuación, y según prevenía el reglamento, los nuevos oficiales del Cuerpo de Ingenieros de la Armada —que causaron alta con el empleo de capitán— debían realizar prácticas en diversos buques y organismos durante un período de varios meses.

D) Modalidad ingreso en la Academia de alumnos libres (ingeniero naval civil).

Prácticamente desde el principio coexistieron en la AIM los «alumnos oficiales» con otros «alumnos libres» de distinta procedencia (oficiales del Ejército y de la Armada, ingenieros civiles, universitarios, etc.), que debido precisamente a su condición de *libres* (particulares) no se integraron posteriormente en el Cuerpo de Ingenieros de la Armada y ejercieron su profesión en el ámbito civil (astilleros, navieras, otras empresas marítimas, Universidad, Administración, etc). La duración de la carrera variaba en función de los estudios previos y también fue objeto de cambios en los planes de estudio correspondientes en años posteriores. En desarrollo de la primera normativa organizando la enseñanza, por R. D. de 4 de septiembre de 1918 —*Gaceta de Madrid* del día 10—, se favorecía a los ingenieros libres de otras especialidades —Camino, Minas, Industriales, etc.— a cursar estudios en la AIM y adquirir los conocimientos complementarios para obtener la capacitación de ingeniero naval. Con este fin se distribuían en dos cursos alternos de un año de duración cada uno las siguientes materias: Teoría del buque, Submarinos, Aeronáutica, Construcción naval, Teoría de máquinas, Construcción de máquinas, Calderas y tuberías, Mecanismos y Máquinas hidráulicas y neumáticas empleadas en los buques y factorías navales. También se establecían la realización de prácticas y los requisitos necesarios para optar a los estudios. Para desarrollar esta norma se publicaría la R. O. circular de 6 de noviembre con el texto del Reglamento propuesto por el coronel director de la AIM para la admisión y permanencia de los alumnos libres en la Academia de Ingenieros de la Armada. Transcribamos sus artículos más interesantes:

«Artículo 1º. Para ser admitido como alumno libre en los cursos de especialidad de Ingeniero Naval en la Academia de Ingenieros de la Armada es

oficiales del Cuerpo de Ingenieros del Ejército: Carlos Godino Gil, Aureo Fernández Avila, Augusto Miranda y Maristany, José Rubí y Rubí, Antonio Mas García, Luis Ruiz Jiménez, Jesús Alfaro Fournier, Juan Campos Martín, Octaviano Martínez Barca y Federico Beigbeder Atienza (libre), que fueron nombrados alumnos por R. O. de 19 de enero de 1916.



Alumnos libres de Ingeniería Naval. (Álbum de la AIM, año 1924).

necesario ser español y hallarse comprendido en alguno de los casos siguientes: pertenecer o haber pertenecido al Cuerpo General de la Armada y haber aprobado ante las Juntas de exámenes de la Academia la Ampliación, Geometría descriptiva y sus aplicaciones, Cálculo gráfico, materiales de origen pétreo, Resistencia de Materiales, Metalurgia y Metalografía y Construcción civil e Hidráulica marítima; poseer el título de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos o tener aprobadas las asignaturas que den derecho a obtenerlo o ser o haber sido Oficial del Cuerpo de Ingenieros del Ejército; poseer el título de Ingeniero Industrial o de Minas o tener aprobadas las asignaturas que dan derecho a obtenerlos y haber aprobado ante las Juntas de exámenes de la Academia las Construcciones Hidráulicas Marítimas; poseer el título de

Arquitecto, de Ingeniero Agrónomo o de Montes o tener aprobadas las asignaturas que dan derecho a obtenerlo, y haber aprobado ante las juntas de examen de la Academia, Metalurgia y Metalografía y las Construcciones hidráulicas marítimas, o haber aprobado previo su estudio en la Academia de Ingenieros de la Armada el curso preparatorio.

»Artículo 3. Los cursos empezarán el 15 de septiembre y terminarán el 3 de julio, divididos en dos semestres, terminado el primero en 15 de febrero.

»Artículo 9. El candidato que deje de presentarse en la Academia el día y hora en que hubiese sido citado al examen, se entenderá que renuncia al ingreso a ella como alumno libre...

»Artículo 11. Los candidatos que deban examinarse para admisión al curso preparatorio satisfarán 15 pesetas en concepto de derechos de examen...».

Cuadro directivo y profesores de la AIM (1915-1932)

Directores

- Coronel ingeniero José Galvache y Robles (Promoción 1887) (1915-1920).
- Coronel ingeniero Alfredo Pardo y Pardo (Prom. 1912, París) (1920-1926).
- Coronel ingeniero Juan Manuel Tamayo y Orellana (Prom. 1912, París) (1926-1928).
- Ingeniero inspector. Francisco de la Rocha y Riedel (Prom. junio 1917) (1928-1929).
- Ingeniero jefe Enrique Dublang y Tolosana (Prom. 1923) (1929-1930).
- Ingeniero jefe Fernando San Martín Domínguez (Prom. 1923) (1930).
- Ingeniero inspector Alfredo Cal y Díaz (Prom. 1912, París) (1930).
- Teniente coronel ingeniero Enrique Dublang y Tolosana (Prom. 1923) (1930).
- Coronel ingeniero Francisco de la Rocha y Riedel (Prom. junio 1917) (1930-1931).
- Teniente coronel ingeniero Enrique Dublang y Tolosana (Prom. 1923) (1931-1932).

Subdirectores

Fueron subdirectores de la AIM los tenientes coroneles de Ingenieros de la Armada José Quintana Junco (1915-1926), José Rubí y Rubí (1926) y Antonio Mas García (1926-1928); los ingenieros navales jefes Enrique Dublang Tolosana (1928-1929) y Fernando San Martín Domínguez (1929-1930), y el ingeniero naval 1.º Miguel Poole Shaw (1930-1931).



Director y profesores de la Academia de Ingenieros. (Álbum de la AIM, año 1924).

Profesores

Fueron profesores de la AIM, en diferentes etapas, un total de 29 jefes y oficiales del Cuerpo de Ingenieros de la Armada y dos oficiales del Cuerpo de Ingenieros del Ejército (todos ellos ingenieros navales); dos oficiales del Ejército (uno de Ingenieros y otro de Artillería); cinco oficiales del Cuerpo General de la Armada (tres de ellos ingenieros navales); 20 oficiales del Cuerpo de Maquinistas; un sacerdote castrense, y dos profesores civiles de idiomas (J. I. Leiceaga, de Inglés; y E.Yost Zaugg, de Alemán).

Como curiosidad singular, cabe señalar que un profesor de la AIM, el teniente de navío José María González-Llanos Caruncho (ingeniero electricista), fue al mismo tiempo (autorizado desde enero de 1926) «alumno libre» para el título de ingeniero naval, que obtuvo junto a sus compañeros de la Promoción de 1928. Y otro dato significativo es que más de una veintena de profesores fueron antiguos alumnos formados en esta misma Academia.

Promociones de ingenieros navales de la Academia de Ferrol, 1917-1932

Durante los años en que funcionó la AIM (1915-1932) como único centro docente superior autorizado en España para la enseñanza de Ingeniería Naval,



Despacho del director de la Academia. (Álbum de la AIM, año 1924).

se formaron en sus aulas y se graduaron un total de 115 ingenieros navales, pertenecientes a 15 promociones que se sucedieron desde 1917 (con dos promociones ese año, junio y julio) hasta 1932. Del total de alumnos, 69 lo fueron como «alumnos oficiales» y 46 en condición de «alumnos libres».

La distribución de alumnos oficiales y libres integrantes de las diferentes promociones fue la siguiente: Promoción junio de 1917 (tres alumnos oficiales); Promoción julio 1917 (nueve alumnos oficiales y un alumno libre); Promoción 1920 (dos alumnos oficiales y un alumno libre); Promoción 1921 (un alumno libre); Promoción 1922 (tres alumnos libres); Promoción 1923 (siete alumnos oficiales y un alumno libre); Promoción 1924 (dos alumnos libres); Promoción 1925 (trece alumnos oficiales y cuatro alumnos libres); Promoción 1926 (trece alumnos oficiales y dos alumnos libres); Promoción 1927 (diez alumnos oficiales y siete alumnos libres); Promoción 1928 (cuatro alumnos oficiales y dos alumnos libres); Promoción 1929 (seis alumnos oficiales y tres alumnos libres); Promoción 1930 (dos alumnos oficiales y cinco alumnos libres); Promoción 1931 (diez alumnos libres); Promoción 1932 (cuatro alumnos libres).

La coexistencia de alumnos oficiales y libres fue normal en la Academia desde la R. O. de 22 de diciembre de 1917 por la que ingresaron en la misma

16 alumnos libres de distintas procedencias. A lo largo de los años fueron cambiando las condiciones de unos y otros, tanto para el acceso como en los planes de estudio. A partir de 1926 se suspenden las oposiciones de ingreso al Cuerpo de Ingenieros de la Armada, por lo que los alumnos que acceden a la AIM de Ferrol son civiles y algunos también militares, pero todos ellos como alumnos libres. Así, las últimas promociones que se graduaron en 1931 y 1932 fueron exclusivamente de ingenieros navales civiles.

Reorganización del Cuerpo y última etapa de la Academia de Ingenieros

Por R. D. de 11 de marzo de 1929, siendo ministro de Marina Mateo García de los Reyes, se reorganizó de nuevo el Cuerpo de Ingenieros de la Armada, pasando a denominarse en lo sucesivo de Ingenieros Navales de la Armada, como «cuerpo político-militar, con las siguientes categorías y asimilaciones: *Ingeniero naval Inspector* (asimilado a coronel). *Ingeniero naval Subinspector* (asimilado a teniente coronel). *Ingeniero naval jefe* (asimilado a comandante). *Ingeniero naval de primera* (asimilado a capitán). Los actuales tenientes del Cuerpo se denominarán hasta su ascenso *Ingenieros navales auxiliares*» (art. 1). Esta reorganización supuso la desaparición del «generalato» del Cuerpo de Ingenieros Navales, si bien el art. 2 estableció: «Con independencia de lo anterior, esto es, fuera de plantilla, habrá un *Ingeniero Naval Principal*, de la libre elección del Gobierno entre los Ingenieros navales de la Armada y civiles, que desempeñará la Jefatura de todos los servicios de Ingeniería, Proyectos, construcciones y carenas, y actuará como asesor técnico del ministro de Marina. Dicho jefe estará asimilado a Jefe Superior de Administración civil, con un sueldo anual especial de 25.000 pesetas».

Se establecía que el Cuerpo de Ingenieros Navales de la Armada «tendrá a su cargo, desde el momento en que el Gobierno estime oportuno, los proyectos de conjunto y de detalle de los cascos y máquinas de los buques de guerra, continuando como hasta ahora con la dirección de los trabajos del Ramo en los arsenales del Estado y con la inspección de los que para la Marina de guerra se ejecuten por la industria privada. Entrará también en sus funciones las de asesoramiento del Mando y cooperación en las Juntas y organismos que se considere conveniente» (art. 3). Se confirmaba que también le correspondía «la inspección de las obras civiles e hidráulicas que se ejecuten para la Marina, fuera de aquellos casos en que el Gobierno acuerde el nombramiento de otro personal» (art. 4). Respecto a la inspección técnica de la Marina Mercante, «podrá ser desempeñada indistintamente por personal del Cuerpo de Ingenieros Navales de la Armada o por Ingenieros Navales civiles» (art. 8).

En lo relativo a la Academia de Ingenieros Navales (ya no habla de AIM), mantenía sus atribuciones como centro docente para la formación de alumnos que entrasen a formar parte del Cuerpo (cuando las necesidades del servicio



Alumnos de Ingeniería Naval en clase de Dibujo. (Álbum de la AIM, 1924).

reclamen personal, por elección de alféreces de navío que lo soliciten, que cuenten con dos años de embarco y menos de 27 años de edad) y «los que libremente reciban la misma instrucción para adquirir el título de Ingenieros navales civiles».

En 1930 se restablecieron las antiguas denominaciones de los empleos o categorías del Cuerpo, incluido el generalato (un general de división y dos generales de brigada), y ya con la Segunda República (18) en 1931, se declaraba a extinguir el Cuerpo de Ingenieros de la Armada, de nuevo denominado como tal, poniéndose fin también a la Sección de Ingenieros (19) de la AIM de Ferrol, por lo que de esta forma terminaba la coexistencia en un mismo centro docente de personal de dos cuerpos de la Armada (Ingenieros y Maquinistas), bajo un mando orgánico común, a lo largo de 17 años de fructífera convivencia. La AIM pasó entonces a ser exclusivamente Academia de Maquinistas de la Armada.

En lo que se refiere a los alumnos libres civiles, ante esta situación la Asociación de Ingenieros Navales buscó una solución con la petición de crear una nueva Escuela Especial civil, en consonancia a lo ya establecido a finales de 1931, con todas las escuelas especiales de ingenieros civiles que pasaron a

(18) Decreto de reorganización de la Armada fecha 10 de julio de 1931 con las modificaciones introducidas al ser aprobado y ratificado con fuerza de ley por la de 24 de noviembre de dicho año. Se declararon a extinguir los Cuerpos de Ingenieros, de Artillería, Infantería de Marina, Eclesiástico y Sección de Farmacia.

(19) Orden Telegráfica del subsecretario del Ministerio de Marina de 23 de enero de 1932.

dependen de los ministerios de Fomento y Economía Nacional al de Instrucción Pública y Bellas Artes. La clausura de la Sección de Ingenieros de la Academia perjudicó a los alumnos de Ingeniería Naval que estaban cursando sus estudios en Ferrol y que tuvieron que esperar al año siguiente para continuarlos en Madrid. En 1939 saldría la primera promoción de alumnos de la Escuela Especial de Ingenieros Navales de Madrid (20), que procedía de los antiguos alumnos de la Academia de Ingenieros de Ferrol, quedando únicamente a falta del «proyecto fin de carrera» y de la convalidación de alguna asignatura, ya que por haber hecho algún examen con posterioridad al 18 de julio de 1936 hubieron de ser convalidadas por disposición del Ministerio de Educación Nacional una vez finalizada la Guerra Civil en 1939.

BIBLIOGRAFÍA

Archivo personal del autor.

ANTÓN VISCASILLAS, Jaime: *La Escuela de Ingenieros Navales de Ferrol. Academia de Ingenieros y Maquinistas de la Armada (1914-1932). Juan Antonio Suanzes y Augusto Miranda, dos ilustres Ingenieros Navales*. Colabora Fundación Marqués de Suanzes. Edición del autor, Ferrol 2016.

ANTÓN VISCASILLAS, Jaime; ANCA ALAMILLO, Alejandro: *El Almirante Don Augusto Miranda y Godoy. Marino, gobernante, hombre de ciencia y Senador del Reino*. Edición de los autores. Impreso por Alva Gráfica, S. L. Ferrol, 2012.

BALLESTERO, Alfonso: *Juan Antonio Suanzes, 1891-1977. La política industrial de la posguerra*. LID Editorial Empresarial. Colección Historia Empresarial, 1993.

BLECUA FRAGA, Ramón: «La Escuela de Ingenieros Navales de Ferrol, única en España desde 1860 a 1932», en REVISTA GENERAL DE MARINA, cuaderno de julio de 2003.

Colegio Oficial de Ingenieros Navales: *Anuario 1977*.

CRESPO RODRÍGUEZ, Rafael: «Un poco de Historia». *Revista Ingeniería Naval*. Asociación de Ingenieros Navales. Madrid, julio de 1966.

DAHL, Carlos; FERNÁNDEZ, Pedro: *Promociones de Alféreces de Navío nombrados durante el Siglo xx*. Centro de Ayudas a la Enseñanza de la Armada, 1.ª Edición, abril 2004.

JUAN-GARCÍA AGUADO, José María de: *La fábrica de acorazados. La Sociedad Española de Construcción Naval en Ferrol (1909-1936)*. Editores de Henares, Guadalajara, 2015.

Estado General de la Armada, varios números. Biblioteca Naval de Ferrol.

Internet, varias páginas.

SÁNCHEZ-MORALEDA Y LÓPEZ, Manuel: *Ingenieros Navales y Maquinistas de la Armada (Ferrol, 1915-1932)*. Central Librería. Ferrol 2018.

(20) Decreto de la Presidencia del Consejo de Ministros de 25 de enero de 1933 que creó la Escuela Especial de Ingenieros Navales, pasando a depender del Ministerio de Instrucción Pública y Bellas Artes.

EL INGENIERO DE LA ARMADA LUIS SANTOMÁ I CASAMAYOR. DIRECTOR DE LA COMISIÓN DE LA ARMADA PARA SALVAMENTO DE BUQUES

Alejandro ANCA ALAMILLO
Marinero reservista voluntario honorífico



lo largo de la historia de nuestra Armada son muchos los ingenieros célebres que han contribuido a su desarrollo, fomento y proyección. Algunos de ellos serán reseñados por mis compañeros coautores en este monográfico de la REVISTA, y otros, principalmente de la época dieciochesca y decimonónica, seguro que vendrán enseguida a la memoria del lector.

Sin embargo, pocos se acordarán de los más contemporáneos, a pesar de la paradoja que ello encierra, al ser precisamente los más cercanos en tiempo y tener méritos más que suficientes para ello.

Consideramos pues «de justicia» rescatar del olvido a la figura de Luis Santomá i Casamayor, que fue sin duda uno de los mejores ingenieros que tuvo nuestra Marina durante los difíciles años de la posguerra, y director tras ella de la celeberrima Comisión de la Armada para Salvamento de Buques, cuya ímproba labor hizo que en menos de dos años después de nuestra Contienda Civil nuestros puertos recobraran su operatividad.

Algunos datos biográficos

Luis Santomá i Casamayor nació el 15 de septiembre de 1904. De orígenes familiares rurales, tuvo dos hermanos: Francisco, ingeniero también, y Jaime, arquitecto. Cursó el bachillerato en los colegios de los jesuitas de Caspe y



Santomá en sus años en la Comisión de la Armada para Salvamento de Buques.

Sarriá, y en 1941 contrajo matrimonio (1) con Mercedes Juncadella de Ferrer, naciendo fruto de esa unión seis hijos (2).

Tras llegar su retiro en la Armada fue, durante muchos años, ingeniero jefe de la inspección de buques mercantes de Barcelona, compaginando esta actividad profesional con otras mercantiles (3), culturales y filantrópicas.

En lo que respecta a su faceta investigadora, primó la «calidad» a la «cantidad». Buenos ejemplos de ello nos lo ofrecen las páginas de la *Revista de Ingeniería Naval*, donde colaboraría con un total de 13 artículos, entre los que merecen destacarse el publicado el año 1953 (núm. 222), que versa sobre la Memoria que presentó para su ingreso en la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, titulado «El Salvamento del buque tumbado», algo de lo que, como veremos más adelante, «sabía un poco»; y el de 1960 (núm. 301), junto a su compañero de profesión Patricio Rodríguez Roda, en el que trató sobre la Conferencia Internacional sobre Seguridad de la Vida Humana en el Mar (4).

Gracias a que hablaba correctamente alemán, francés e inglés, también tradujo varios informes técnicos, como los de Lloyd's de los años 1959-60.

(1) Autorizado por el ministro de Marina Salvador Moreno a contraer matrimonio el 17 de septiembre de 1941.

(2) Dos fueron ingenieros de minas, uno industrial, otro profesor, una geóloga y un economista.

(3) Constituyó, por ejemplo, la Sociedad de Salvamento Santomá-Rondón y Sayremar en 1960.

(4) Esta conferencia había sido convocada en Londres con objeto de revisar dicho Convenio, suscrito en 1948, y los autores incidían en que era de aplicación obligatoria a los nuevos buques, pero no a los ya en servicio.

Miembro de la Asociación Gestora de Previsión Social del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y presidente, a partir de 1964, del Consejo de Ingeniería Naval, dependiente del Ministerio de Industria (5), es clara la pasión que por su profesión demostraría a lo largo de toda su carrera profesional.

También presidió la Delegación Española de la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental (IMCO), organización de la ONU para la seguridad del transporte marítimo con sede en Londres.

En 1970 dirigiría el salvamento del petrolero noruego *Polycommander*, siniestrado en las islas Cíes, lo que le valió al año siguiente la concesión de la cruz del Mérito Naval de primera clase y la gran cruz de la Orden del Mérito Civil. Falleció el día 17 de febrero de 1984 en la Ciudad Condal a los 79 años de edad.

Primeros años de servicio en la Armada

Santomá ingresó en nuestra Marina el 24 de diciembre de 1920, y entró en la promoción como aspirante en el Cuerpo de Ingenieros en enero de 1921.

Promovido al empleo de teniente en diciembre de 1925, pasó a depender administrativamente de la Escuadra de Instrucción (6).

Dos años más tarde, y en virtud de la Real Orden de 24 de noviembre de 1927, fue destinado con carácter interino a la Escuela de Aeronáutica Naval.

A principios de 1928, y cuando ya ostentaba el empleo de capitán, lideró la comisión que, junto a los tenientes de navío Casas y Ceillicer, fue la encargada de elaborar un anteproyecto para la construcción de la Base Aeronaval de San Javier.

Al poco tiempo, y en virtud de la Real Orden de 7 de febrero de 1928, fue comisionado a visitar las bases aeronáuticas de Cuatro Vientos, Getafe, Sevilla, Los Alcáceres y León, y las extranjerías de Le Bourget, Croydon, Close, Lee-on-Solent y Farnborough.

Ya con el empleo de comandante, y en virtud de la Real Orden de 19 de septiembre de 1930, la superioridad dispuso que fuera a Alemania para que: «... practique en sus arsenales durante un año...». Fruto de aquella estancia, fue su ponencia titulada «Los ingenieros navales alemanes y la Escuela Técnica Superior de Berlín», que leyó en el Primer Congreso de Ingeniería Naval

(5) BOE núm. 154, de 27 de junio de 1964.

(6) Fue creada por Real Decreto de 30 de septiembre de 1876 a consecuencia de las lecciones que ofreció el tercer conflicto carlista, que puso en evidencia la necesidad de que hubiera un núcleo de fuerzas a flote donde sus dotaciones estuvieran debidamente adiestradas. Su existencia se prolongó hasta que el Real Decreto de 20 de octubre de 1927, en su artículo 1 a), especificó que la denominación oficial se quedara en «Escuadra» a secas, dando a entender que todos los buques debían tener en todo momento a sus hombres en perfecto adiestramiento.

que se celebró el 20 de junio de 1932, año en el que también ingresaría en la Asociación de Ingenieros Navales.

La Guerra Civil

El conflicto sorprende a nuestro biografiado en la tarea de inspección de las obras de la Base Aeronaval de Barcelona con el empleo de teniente coronel y, por si alguna duda tuviera a estas alturas el lector de su alta competencia profesional, queda totalmente disipada por la Orden del Ministerio de Marina de 9 de diciembre de 1936, en la que se le ordena su pase al Estado Mayor Central, quedando a las órdenes del capitán de corbeta Luis González de Ubieta.

Allí Santomá participó de inmediato en la elaboración de la Memoria en la que se establecieron las líneas estratégicas básicas con las que la Marina gubernamental debía afrontar el conflicto, que eran: dominar por completo por mar el Mediterráneo, eliminar el control del Estrecho por parte de la Marina Nacional, incorporar a la Flota submarinos y lanchas torpederas y procurar la unificación del armamento artillero de los destructores.

Otro estudio interesante en el que colaboró fue el fechado el 2 de enero de 1937, en el que se analizaba la situación naval de la guerra en aquel momento.

A los pocos meses se pasó al bando nacional, disponiendo el Gobierno republicano su baja en la Armada en virtud del Decreto de 27 de abril de dicho año. Santomá enseguida fue «captado» por Juan Antonio Suanzes, participando en el salvamento, junto al teniente de navío Ángel Riva (7) a finales de aquel año, del *Císcar* (8).

Es interesante aquí transcribir sus palabras cuando cuenta cómo nació aquella primera Comisión de Salvamento que, aunque tenía como misión genérica rescatar a todos los buques hundidos en el puerto gijonés (9), su prin-

(7) Angel Riva Suardfáz (1904-1966) fue teniente de navío voluntario agregado al Regimiento de Infantería de Simancas. Se le concedió la Cruz Laureada de 2.ª clase de la Orden de San Fernando por su valor durante la defensa del Cuartel de Simancas, en Gijón, desde el 18 de julio al 21 de agosto de 1936, en donde resultó gravemente herido y hecho prisionero. Con los años alcanzaría el Almirantazgo.

(8) Recordar que este destructor, que se encontraba amarrado en el dique norte de El Musel, fue hundido el día 20 de octubre de 1937 por el efecto de dos bombas: la primera, de 250 kilogramos, estalló cerca de su costado de estribor, lo que hizo que se le declarasen varias vías de agua y que se escorara a aquella banda; y una segunda, más pequeña, que aunque no llegó a estallar atravesó su cubierta e inutilizó la centrífuga, lo que provocó que el agua inundase rápidamente la sala de máquinas y que el buque se hundiera por la citada banda en posición horizontal con el lecho marino. Ambas bombas fueron lanzadas por varios *Heinkel HE 111* pertenecientes a la Legión Cóndor.

(9) Vapores *Reina*, *Sama* y *Sotón*, petrolero *Elcano* y pesqueros *Mariano Suárez Pola* y *La Luanquina*.

principal objetivo era reflotar el destructor debido a la escasez que de este tipo de unidades tenía la Marina Nacional, todo un reto ante la casi nula experiencia de la Armada en este aspecto (10):

«... El salvamento de un buque era considerado como una empresa prácticamente inabordable para los cerebros y brazos españoles. Los más benevolentes, aun admitiendo que quizá cabía la posibilidad de lograr un estudio bien orientado técnicamente de un salvamento, daban por descontado la imposibilidad de realizarlo, por suponer que era indispensable disponer de una gran riqueza de elementos... Las dificultades con que tuvo que luchar esta Comisión recién nacida para lograr su propósito son inenarrables... En aquellos días logramos reunir como toda información un libro técnico (11), el único que creemos sobre esta espe-



Coronel de Ingenieros Juan Antonio Suanzes.

(10) Es cierto que en 1923 se intentó el salvamento del *España*, que como es sabido quedó encallado debido a la niebla en el cabo Tres Forcas, operación que seguramente se hubiera verificado con éxito si no se hubiese declarado un violento temporal de Levante que hizo que se partiera en dos el acorazado. Véase: ÁLVAREZ LAITA, F. Javier; DOMÍNGUEZ LLOSA, Santiago L.: «El hundimiento del acorazado *España* en cabo Tres Forcas» en *Revista Española de Historia Militar*, núm. 27 de septiembre de 2002. También es cierto que el vapor *General Valdés*, semihundido desde 1907 en un muelle del Arsenal de La Carraca (es decir, a poca profundidad y en aguas tranquilas), permaneció durante más de 30 años sin que la Armada fuera capaz de llevar a cabo su recuperación. Véase: MITIUCKOV, Nicholas W.; ANCA ALAMILLO, Alejandro: «Un “plusmarquista” infortunado. La pequeña historia del transporte *General Valdés*», en *REVISTA GENERAL DE MARINA*, cuaderno de abril de 2006.

(11) *Schiffsbergung de Grund, Lavroff Netchajew*. Edit. Richard Carl Schmidt, Berlin, 1927.

cialidad, otro de maniobra marinera en el que en forma somera se relacionaban diferentes trabajos de esta índole (12) y varios artículos descriptivos de salvamentos publicados en revistas extranjeras. Con todo este material como elementos de consulta, y después de encomendarnos a Dios, emprendimos nuestro trabajo...» (13).

Las labores previas para su reflotamiento se iniciarían el 1 de noviembre de 1937, antes incluso de que fuera creada oficialmente la Comisión por Decreto del día 9, con paupérrimos medios (14). La idea de Suanzes y Santomá era inyectar aire a presión para levantarlo ligeramente del fondo, trasladarlo entre dos aguas hacia una cama de sacos de arena, posarlo sobre aquella (13 de febrero de 1938) y, por medio de dos cabrias, proceder a su adrizamiento (1 de marzo). Una vez hecho esto, solo había que proceder a su achique y asegurar su estanqueidad. El lunes 21 de marzo de 1938, seis meses después de su hundimiento, el *Císcar* volvería de nuevo a estar a flote. De esta manera, el día 9 siguiente, fue remolcado al Arsenal de Ferrol, donde se procedió a su completa reparación. La experiencia adquirida con el *Císcar* sirvió, y mucho, para acometer otros salvamentos de buques que se encontraban «tumbados», como el *Sotón* o el *Cabo Tres Forcas*.

A medida que el bando nacional iba controlando el litoral de levante, se organizaron sobre la marcha varios equipos de salvamento *ad hoc* que consiguieron rescatar a unos 26 buques, labor encomiable que se realizó con medios de fortuna.

La Comisión de la Armada para Salvamento de Buques

Debido a que había en los principales puertos españoles muchos buques hundidos o semihundidos a consecuencia de los numerosos bombardeos realizados durante la guerra, antes incluso de que acabara esta se vio la necesidad de centralizar los trabajos de recuperación en un grupo de salvamento que estuviera a cargo y dirigido por la Armada, con el fin de extraer o reflotar aquellos, según cada caso. De esta manera, el Decreto de 9 de febrero de 1939 creó de manera formal la denominada Comisión de la Armada para Salvamen-

(12) BAISTROCCHI, ALFREDO: *Arte Naval. Maniobra de buques*, traducido por *El Correo Gallego* en 1927.

(13) SANTOMÁ I CASAMAYOR, Luis: «El salvamento del buque tumbado», en *Ingeniería Naval*, núm. 222 de diciembre de 1953, pp. 705-706.

(14) El material con el que se consiguió contar fue el siguiente: dos cabrias flotantes de 80 t, dos pontones de 50, seis compresores portátiles de potencias que iban de los 20 a los 40 CV, dos fijos de 40 CV, una grúa flotante de cuatro toneladas y un pesquero habilitado como embarcación de buzos.



En primer plano, y de izquierda a derecha de la imagen, aparecen un capitán de fragata con los ojos cerrados (que creemos que es el jefe de la Comandancia de Gijón, cuyo nombre desconocemos); el vicealmirante Juan Cervera Valderrama, jefe de Estado Mayor de la Marina Nacional; Juan Antonio Suanzes, coronel de Ingenieros y ministro de Industria; y por último, Luis Castro Arizcun, vicealmirante y jefe de la Base Naval de Ferrol. En la segunda fila, reconocemos al segundo por la izquierda, Arturo Hernández, ayudante de Cervera; y entre las cabezas de Cervera y Suanzes, vemos a Santomá.

to de Buques (en realidad, como hemos visto, la segunda), organismo que con la debida unidad de criterio y con competencia plena para intervenir donde fuera preciso, sería la encargada de realizar todos los salvamentos o desguaces de los buques siniestrados que, tanto en puertos como en otros puntos de la costa, impidieran la navegación, nombrándose el mismo día, y en virtud de una orden ministerial, a Santomá como su director, del que dependerían a partir de ese momento todos los servicios y personal de aquella.

La necesidad de habilitar cuanto antes la navegación interior de los puertos y que los buques hundidos no entorpecieran ni impidieran los atraques hizo que, nada más tomarse Barcelona (enero de 1939), el Estado Mayor de la Armada ordenara que la Comisión de Gijón se desplazara con sus medios a la Ciudad Condal, por lo que cuando llegaron, en el mes de marzo, la Comisión ya estaba constituida.

La obra a realizar acabada la guerra era ingente, por lo que el Estado Mayor preguntó a Santomá si consideraba a su Comisión capaz de llevar a cabo los trabajos de salvamento en un plazo razonable, a lo que aquel contestó afirmativamente, señalando que para cumplir con aquella magna tarea necesitaba algo más de un año.

Estos trabajos se efectuarían simultáneamente a lo largo de todo nuestro litoral, y lo primero que había que hacer era establecer un negociado donde se centralizaran los estudios y proyectos de salvamento junto con la gestión de los recursos materiales y humanos a emplear en aquellos rescates. Para ello se habilitaron unas modestas oficinas, que tuvieron su sede en la Ciudad Condal.

Como es lógico, Santomá necesitaba una «mano derecha», y al poco fue designado para asistirle el capitán de Ingenieros Emilio Ripollés de la Cruz. Una vez seleccionado el personal más básico, se solicitó a los comandantes de Marina de las distintas provincias marítimas una relación de los buques siniestrados en su jurisdicción. El inventario dio como resultado un total de 132 barcos (100 nacionales y 32 extranjeros), con un arqueo total de 190.000 toneladas. El siguiente paso era conocer con qué medios materiales se contaba. Entre las dos secciones primigeniamente creadas, la de Barcelona y la de Valencia, había grandes diferencias. Mientras que la primera disponía de suficientes elementos para realizar su misión debido a que todos ellos, como dijimos, habían venido de Gijón (15), en Valencia, por no haber, no había ni una grúa flotante, por lo que en tanto se la dotaba de los medios adecuados se recurrió a utilizar el material existente que pertenecía a las obras del puerto, entre ellos un remolcador.

Por ello, la Comisión instó a la superioridad a que se diera toda la urgencia posible en la finalización de la construcción en Ferrol de ocho flotadores de 125 toneladas que había encargado a la Sociedad Española de Construcción Naval, y propuso que se utilizaran los inútiles cascos de dos submarinos de la clase *B* para convertirlos también en flotadores. Para solucionar la carencia de grúas, y como no se podía mandar a la «Sansón» de Cartagena, pues quedaría el Arsenal desprovisto de ese fundamental elemento de carga, se planteó la incautación de una de 60 toneladas propiedad de la Hispano Holandesa que se encontraba en Algeciras.

En cuanto al personal, el problema principal era el escaso número de buzos que en aquel momento en España tenían capacitación para bajar a los 40 metros, si bien enseguida, y tras buscar «bajo las piedras», se logró contar con un núcleo de 25, la mayoría civiles (16).

(15) Siete cabrias de una potencia elevadora de entre 25 a 100 t, un buque de salvamento (*Catillo de Arévalo*), un remolcador de 500 caballos de potencia (*Argos*), tres remolcadores menores más (el *Ataca*, *Besós* y *Setanti*) y un pesquero equipado con compresores.

(16) Algunos empezaron como civiles y luego se incorporaron a la Armada, como Tomás Rodríguez Cuevas, que comenzó su labor en la Comisión de Valencia y en 1943 ingresó en la Escuela de Buzos. De los buzos de la Armada podemos destacar la labor que desarrollaron el oficial tercero Pablo Rondón Soriano y los de 1.^a clase Pedro Nieto Vázquez y Agustín Alburquerque García.

Toda esta organización y los problemas que representaba la magna tarea fueron plasmados por Santomá en una Memoria que envió al Estado Mayor el día 31 de mayo de 1939. A partir de esa fecha, las solicitudes de Santomá (a través del Estado Mayor) de información sobre el personal y medios disponibles a todas las comandancias generales fue constante.

Pero como decíamos, no todo el trabajo fue de recuperación. En muchas ocasiones extraer los restos de los buques era también importante, tanto que no está demás que recordemos que la Orden de 15 de noviembre de 1943 dispuso que la chatarra que la Armada no reutilizara fuera enviada a la industria siderúrgica nacional, debido al aislamiento internacional que sufría nuestro país y que impedía la importación de casi todo.

A 31 de diciembre de 1940 se había salvado un total de 95 buques, y tan solo faltaban por rescatar 18. El propio jefe del Estado, el general Francisco Franco, en su discurso de diciembre de ese año, halagaría la labor de la Comisión, lo que hizo que el Estado Mayor de la Armada ordenara editar al año siguiente un libro conmemorativo de lujo en el que se describían los salvamentos más notables, con gran profusión de fotografías.

Si bien en 1941 los puertos españoles quedaron limpios, se decidió mantener la Comisión con objeto de no perder la experiencia adquirida y emplear sus medios en auxiliar a entidades privadas que lo deseasen, viendo una oportunidad de negocio en la explotación de la actividad de rescate de buques siniestrados.

No fue extraño pues que al año siguiente Santomá fuera nombrado miembro del primer Consejo de Administración del Comisariado Español Marítimo en calidad de vicepresidente. Recordar que esta entidad tenía como función:

«... la organización, administración y explotación de cuantos servicios puedan convenir a armadores, cargadores, receptores y aseguradores y, en general, a todos los interesados en el comercio marítimo, especialmente en lo referente a la información y vigilancia de las operaciones propias de éste y la gestión de asuntos de interés común.»

Y no pasaría mucho tiempo para que aquel saber se empleara de forma práctica, pues en 1943 el Comisariado gestionó el salvamento del buque *María Luisa* (17).

Pero no solo la labor de la Comisión se desarrolló en aguas peninsulares, sino que también extendió su ámbito a diversos puntos del continente africano. Así, por ejemplo, se reconoció en Guinea, cerca de Bata, a la motonave *Fernando Poo*, y en Argelia a la *Cabo Santo Tomé*, cuyo rescate presentaba

(17) Otro salvamento, encargado al Comisariado y realizado por el equipo de salvamento Santomá Rondón en 1960, fue la puesta a flote del elevador *Tinto*.



El destructor *Císcar* en su cama en la bajamar del día 14 de febrero de 1938.

muchas dificultades, si bien en las playas próximas a Orán sí se logró rescatar a varios pesqueros españoles que se encontraban varados.

De hecho, años más tarde, el propio Santomá viajó a Guinea con objeto de estudiar las posibilidades de salvamento del paquebote militarizado francés *Pierre Loti* (18), que se encontraba semihundido en Corisco desde que el 2 de septiembre de 1943 su capitán decidiera embarrancarlo antes de que lo hundiera un submarino alemán.

Como todo tiene su final, el Decreto de 11 de marzo de 1955 disolvió definitivamente la Comisión, con un balance impresionante: un total de 123 buques devueltos al tráfico marítimo o, lo que era lo mismo, 200.000 toneladas de arqueo.

La Comisión «Suanzes»

Es admitido por los distintos historiadores que han tratado este viaje a la Alemania nazi que esta Comisión representó el punto de partida de todas las negociaciones que a partir de ese momento se entablaron con los germanos

(18) Este buque inicialmente fue encargado construir por la Compañía Rusa de Navegación y Comercio a la firma escocesa John Brown & Company Ltd., de Clydebank. Construcción número 420 del astillero, fue puesta su quilla el 1 de octubre de 1912, botado el 20 de septiembre de 1913 y entregado el 10 de diciembre de ese mismo año. De 115,82 m de eslora y 15,84 de manga, desplazaba en rosca 5.146 toneladas. Su máquina era de triple expansión, de 788 caballos de potencia, que le ofrecían un andar de 15 nudos. Declarada la Primera Guerra Mundial, fue requisado por el Gobierno ruso para operar como crucero auxiliar en el mar Negro. Tras la Revolución tomaría el nuevo nombre de *Aviador*, siendo apresado por los franceses en diciembre de 1918. Después de la guerra se cedería a la Compagnie des Messageries Maritimes, donde de nuevo se le volvería a cambiar el nombre por el definitivo de *Pierre Loti*.

para la compra o cesión de material naval durante el transcurso de la Segunda Guerra Mundial.

La Comisión, presidida por el entonces coronel de Ingenieros Juan Antonio Suanzes Fernández, y de ahí que se haya conocido informalmente por uno de sus apellidos, estuvo compuesta por el capitán de navío Francisco Regalado Rodríguez, el capitán de fragata Pablo Suanzes Jáudenes, el teniente coronel del Cuerpo de Artillería de la Armada Manuel Bescós (de la Sierra) y por Santomá, que tuvo que hacer un paréntesis en su dirección de la Comisión de Salvamento de Buques.

Recibidos a su llegada a Berlín el día 5 de junio de 1940 por el jefe de la Kriegsmarine, almirante Erich Raeder, en la sede de la Embajada española, todo fueron buenos deseos en el sentido de apoyar técnica y materialmente a la Armada en su labor de reconstrucción. Seguidamente se entrevistaron con el contralmirante Werner Fuchs, jefe del departamento de Construcciones Navales, que les informó de las órdenes que había cursado para que pudieran visitar a varios astilleros, periplo que hicieron en cinco días de la siguiente manera:

- El día 6 visitaron la casa constructora Oderwerke AG en Stettin para ver los dragaminas que allí se estaban realizando.
- El 8 llegaron a los astilleros F. Krupp Germaniawerft AG en Kiel, donde examinaron los trabajos en los submarinos.
- El día 10 por la mañana ya estaban en Bremer Vulkan-Vegesacker Werft, de Bremen, donde quedaron muy impresionados por el uso de la soldadura eléctrica continua en los sumergibles del *Tipo VII*.
- Como colofón a tan febril itinerario, ese mismo día por la tarde les dio tiempo a acercarse a los astilleros Lürssen Yacht und Boots Werft, donde se hacían lanchas rápidas torpederas, y a Abeking & Rasmussen, que se encontraban trabajando en la ejecución de dragaminas de madera.

De vuelta a Berlín, recorrieron las diferentes fábricas de material militar, estableciéndose tras ello los primeros contactos formales para la adquisición de patentes para submarinos, minas, minadores, lanchas torpederas y distintas piezas de artillería.

El día 21 la comisión se dio por finalizada, regresando a España sus miembros cargados de todo tipo de planos y licencias de fabricación, como las del submarino *Tipo VII*, los dragaminas *Tipo 35* y *40*, lanchas torpederas *S* y rastreadores tipo *R*.

Fruto de aquel provechoso viaje fue, por ejemplo, la construcción en nuestro país de los dragaminas clase *Bidasoa*, si bien la derrota de Alemania en la guerra y el aislamiento al que se sometió a nuestra nación, que padecía carencias graves en su industria en general, y en la naval en particular, hicieron que



Luis Santomá con los galones de teniente coronel de Ingenieros. (Foto: familia Santomá).

los demás proyectos, como la realización de los submarinos, quedaran paralizados *sine die*.

Últimos años en la Armada de la posguerra

En 1941 Santomá ascendió a coronel, y al año siguiente recibió la cruz al Mérito Naval de 3.^a clase. Pasó a la Reserva (supernumerario) el 30 de junio de 1948, para servir, como señalamos al principio, en Marina Mercante en el puerto de Barcelona.

En 1957 dirigió su último salvamento con el uniforme del botón de ancla —el del vapor *María R.*, que se había hundido en diciembre del año anterior al salir del dique flotante del puerto de la Ciudad Condal—, pues en 1958 se dispuso su retiro de la Armada en virtud de la Orden fechada el 11 de diciembre de dicho año (*Diario Oficial de Marina*, núm. 282).

Fue caballero de la Real y Militar Orden de San Hermenegildo y caballero de primera clase de la Orden del Mérito Naval.

Como hemos visto, Santomá dedicó gran parte de su vida a innovar y desarrollar la difícil técnica de salvamento de buques, aspecto que, aunque pudiera ser considerado por los neófitos de menor entidad que el diseño y realización de nuevas unidades, en aquellos difíciles tiempos de la posguerra tuvo una importancia capital para que el país recobrar su pulso comercial y, por ende, industrial.

BIBLIOGRAFÍA

- ANTÓN VISCASILLAS, Jaime: «La Escuela de Ingenieros Navales de Ferrol. Academia de Ingenieros y Maquinistas de la Armada (1914-1932)», en *Revista de Historia Naval*. Año. XXXIV. Núm. 133 de 2016.
- BALLESTERO, Alfonso: *Juan Antonio Suanzes, 1891-1977: la política industrial de la postguerra*. LID Editorial Empresarial. Madrid, 1993.
- ESCUADRA, Alfonso: *Bajo las banderas de la Kriegsmarine. Marineros españoles en la Armada alemana (1942-43)*. Fundación Don Rodrigo. Madrid, 1998.
- HERRERA GONZÁLEZ, Joaquín; CASTROVIEJO VICENTE, Cristino; ANCA ALAMILLO, Alejandro: *La Armada Española de la posguerra en imágenes. Los destructores, 1.ª parte*. Librería Robinson. Madrid, 2019.
- IVARS PERELLÓ, Juan; RODRÍGUEZ CUEVAS, Tomás: *Historia del Buceo, su desarrollo en España*. Ediciones Mediterráneo. Murcia, 1987.
- MOLINA FRANCO, Lucas: «La ayuda militar alemana a España, 1939-1945». Tesis doctoral. Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Valladolid.
- MORENO DE ALBORÁN Y DE REYNA, Fernando; MORENO DE ALBORÁN Y DE REYNA, Salvador: *La Guerra silenciosa y silenciada. Historia de la campaña naval durante la guerra de 1936-39*. Edición de los autores. Madrid, 1998.
- VV. AA.: *Comisión de la Armada para el Salvamento de Buques*. Barcelona, 1941.
—*Puerto de Gijón en la Guerra Civil*. Autoridad Portuaria de Gijón, 2004.

Botadura de la corbeta *Vencedora* el 27 de abril de 1979.
(Fotografía facilitada por Raúl Villa Caro).



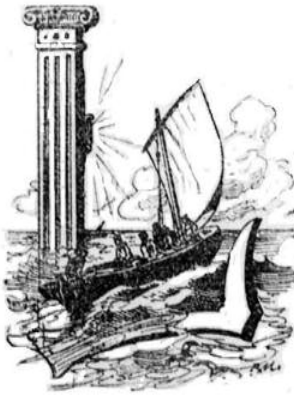
EL VALOR CULTURAL DE LAS INGENIERÍAS PORTUARIAS

Juan Antonio RODRÍGUEZ-VILLASANTE PRIETO



(Retirado)

Introducción



A descripción y valoración del patrimonio cultural de las ingenierías portuarias de la Marina está condicionada por la organización de las sucesivas épocas en que existió la corporación de la que hoy conmemoramos su creación; es decir, que sus competencias fueron diferentes y pretendidamente adaptadas a las necesidades logísticas de cada etapa. Esto es importante para reseñar la ingeniería propiamente dicha y sus consecuentes construcciones y hacer una estimación patrimonial de tipo interdisciplinar, considerando las fuentes de valoración y metodología más actuales para esta apreciación: funcionalidad histórica y actual, así como el diseño en los proyectos, estructura y sistema constructivo, incluso su estética, además de su estado de conservación. Pretendemos desarrollar estas ideas comentando solo las obras más representativas de los ingenieros de Marina y de Armada en su particular historia. Esta secuencia nos lleva a considerar separadamente las tres épocas de este antiguo y prestigioso Cuerpo y su actividad en la entonces denominada «arquitectura naval», que incluía la terrestre de apoyo a los buques en su concepto más amplio de «hidráulica». Debe tenerse en cuenta que el vocabulario histórico se puede prestar a cierta confusión.

Los protoingenieros de Marina

Hasta 1770, cuando se crea el Cuerpo para la construcción de buques y sus puertos de apoyo, se obtenían estos bienes patrimoniales con oficiales que ya tenían formación académica en la propia Real Academia o en otras

instituciones de similar rango científico, designándolos para la «comisión» específica, en todo caso apreciando sus conocimientos. Estos protoingenieros acometieron el diseño y la construcción de los cuatro arsenales de Marina y de sus apoyos externos; es necesario anticipar que muchos de estos se integraron en el nuevo Cuerpo, tanto en cargos efectivos de sus «plantillas» como en calidad de «extraordinarios», pero también por sus trabajos, dando cierta continuidad, por lo menos hasta 1781. Debemos recordar que en aquel tiempo predominaba la actividad por comisión (trabajos por objetivos) sobre la pertenencia corporativa; es más, los ingenieros «se consideraban oficiales del Cuerpo General de la Armada» con posibilidad de pasar a otros «empleos que no son del servicio de Marina».

Por ello, parece lógico hacer un brevísimo apunte sobre las infraestructuras portuarias más representativas y anteriores a 1770, que fueron las mayores obras realizadas para el apoyo logístico de los buques y base de las posteriores, cuando realmente se consolidó la función corporativa con la nueva Ordenanza de Arsenales (1776) y sus responsabilidades en «construcciones, carenas y recorridas de navíos, arboladuras, composición de diques y demás obradores del Arsenal y todas las fábricas... como la construcción de edificios hidráulicos y terrestres».

En las primeras ingenierías desarrolladas en los nuevos arsenales de los puertos de Cádiz, Cartagena y Ferrol, entre 1730 y 1745, se aprecia el ingenio, valga la redundancia, que contienen sus proyectos generales, entonces elaborados conjuntamente por miembros del Cuerpo General de la Armada e Ingenieros del Ejército, que ya disponían de una Real Ordenanza (1718) «en lo que importa a la limpia de puertos y fábricas de muelles»; entonces las obras casi se limitaban a esta preparación de las riberas con sus diques y muelles. Destacamos la aportación de algunos de ellos: José Barnola, en Puente Zuazo y La Carraca (Cádiz), con las dificultades de su costa pantanosa; Alejandro Retz y Sebastián Ferrigán, en Cartagena, tratando también de modificar los encenagados terrenos de El Almarjal y mar de Mandarache; José Reynaldo, Juan de la Ferriere y Juan Vergel, en La Graña, en el escaso ámbito costero que motivó el cambio a Ferrol.

A partir de 1750 se encargó a Jorge Juan y Santacilia el «proyecto y dirección de los Arsenales y sus obras asociadas a los ingenieros y constructores» (nótese la diferenciación que se hacía entre proyectos y ejecución de las obras, aunque no estaban bien delimitadas las competencias). En aquel momento se hacía un gran esfuerzo en los diseños y su ejecución material.

En La Carraca ya se realizaban la mayoría de los proyectos particulares y las construcciones previstas por Jorge Juan, J. Barnola y Cipriano Aufrán, con la excepción de los diques de carenar, que tenían ciertas dificultades en la fabricación de su estructura.

En Cartagena se adjudicaron prácticamente todos los proyectos y construcciones a S. Ferrigán y Mateo Vodopich, de los que resaltamos el valor

del diseño para los nuevos diques de carenar, superando la dificultad de la inexistencia de mareas.

El Arsenal de Ferrol, que debía ser «por su situación el más considerable», se proyectaba con las mayores capacidades, incluso con la anexa y nueva ciudad, trazando unas amplias dársenas con sus diques de abrigo y muelles, todo sobre la «lámina de agua» y fondos del orden de nueve metros de profundidad (b. m. e.) y carreras de mareas de más de tres, lo que exigía de los mayores conocimientos de ingeniería hidráulica para las cimentaciones de los edificios de apoyo logístico y fortificación, precisamente por su ubicación y escasos antecedentes: los primeros proyectos del comandante general Cosme Álvarez con el ingeniero J. P. de la Croix fueron mejorados por Jorge Juan con la aportación extraordinaria de sus experiencias navales y academicismo, o sea, el binomio «utilidad + ciencia» en la cercana utopía del diseño, incluyendo también las «máximas» y «reglas» de la fortificación: «comodidad, firmeza y simetría», remarcando los valores de la funcionalidad, la estructura robusta y la traza de los modelos geométricos aconsejados por la ingeniería académica. Aportaron sus conocimientos técnicos Miguel Marín y Francisco Llobet, pero también se incorpora el arquitecto Julián Sánchez Bort, con su preparación artística y científica, aumentada con estudios y experiencias hidráulicas. Se produjo entonces una controversia de gran importancia sobre las tecnologías aplicadas: se daba una oportunidad a la investigación, el desarrollo y la innovación en el ámbito del academicismo europeo. En este contexto debemos destacar los proyectos y obras de los diques de abrigo, muelles, diques de carenar y también el urbanismo que completaba el Arsenal. Entonces fue la ocasión para comprender la necesidad de una especialización en Arquitectura Hidráulica, base de la formación del nuevo Cuerpo de Ingenieros de Marina.

Los ingenieros de Marina en la actividad portuaria

La creación del Cuerpo de Ingenieros de Marina en 1770 supuso la integración de parte de los titulados académicos con experiencia demostrada y la capacitación de otros formados en la jefatura correspondiente del Arsenal de Ferrol en base a las citadas nuevas Ordenanzas de Arsenales (1776): se les asignaba la dirección y desarrollo de la «construcción, carenas y recorrida de Navíos, arboladuras, composiciones de Diques y demás obradores del Arsenal, y todas las Fábricas de Lonas y Xarcías, como la construcción de edificios hidráulicos y terrestres», lo que incluía también el apoyo a las comisiones en los puertos civiles, aunque no de manera exclusiva, entonces aún con parcial dependencia de la Secretaría de Marina. Lo cierto es que no se produjo una integración total al menos hasta 1780, año en que ya figuraban escalafonados y se perfeccionaba la asignación de cargos y destinos, pero

manera que a partir de 1776 se realizaron los proyectos de su ampliación y la ejecución material, interviniendo el antiguo arquitecto Francisco Solinis, ya incorporado al Cuerpo de Ingenieros de Marina, así como Fernández de Landa, que era su director en Ferrol y firmaba los nuevos planos en 1781: se aumentaba su planta, formando un mayor espacio, con dos filas de pilares interiores con dos patios centrales abiertos, sendos pozos de agua y repartidas las 20 fraguas en sus paredes perimetrales, con las salidas de humos de los hogares empotradas en los muros, hasta superar su segunda planta, también abovedada y destinada a talleres; tenía también una escalera de tipo imperial, pero de decoración simple. Esta breve descripción permite reconocer sus grandes valores: de tipo funcional —por su carácter instrumental propio según las necesidades de su época, incluso sirviendo para los sucesivos usos que ha tenido, en todo caso rememorativo de los trabajos y sus antigüedades— y de diseño —tanto en su traza académica como por cierta innovación en su estructura de grandes muros perimetrales portantes en una zona de reconducción de mareas y cauce fluvial, además de las apropiadas bóvedas—; valores de un sistema constructivo de gran perfección a base de cantería de granito en los muros y pilares, ladrillo en las bóvedas de arista, que le daban una estética de gran dignidad y proporciones, y que representa la óptima instalación en las herrerías de su género en comparación con las de otros arsenales coetáneos: ingleses, franceses y el resto de los españoles; en resumen, fue una muestra de la gran capacidad de diseño y ejecución de los ingenieros hidráulicos. Estas herrerías fueron reutilizadas con funciones académicas y talleres en los siglos XIX y XX, conteniendo actualmente la Exposición de Construcción Naval (EXPONAV) tras su rehabilitación en la década de 1990, con ciertas faltas de autenticidad e integridad en algunas partes.

Contiguo a estas herrerías se levantó el pequeño Edificio de Ingenieros (1788), que fue su Jefatura y Academia de Estudios Mayores, destacando más bien por su portada que por su nobleza.

Después de 1770 aún continuaban los proyectos para la terminación del Arsenal en su dique de cierre y espigón de la dársena, interviniendo sobre fondo con gran calado, del orden de 10 varas (unos ocho metros); entonces dirigía estas obras Francisco Gautier en relevo de Sánchez Bort, continuando con una estructura y sistema constructivo de la misma calidad de granito que en las precedentes, que también se utilizó en la terminación de los muelles de la parte norte de la dársena interior, en la que se continuaba con cimentación a base de «lambordas» (gradas de cantería) y sus muros con sillares de granito en los andenes y escolleras en su parte interior, lo que proyectó y construyó con gran calidad Eustaquio Giannini en 1785, entonces ya ingeniero ordinario (teniente de navío) procedente del Ejército de Tierra (1772-1775) con formación y destino en Ferrol desde 1776 y calificación de sobresaliente.



Centro Herrerías. (Foto: www.turismo.gal).

Para valorar justamente estas obras portuarias es necesario tener en cuenta el debate tecnológico sobre las cimentaciones y anchos de las «murallas», ya documentado en los informes de Sánchez Bort (1760), en relación con las experiencias del academicismo coetáneo de los prestigiosos tratadistas franceses Forest de Bélidor (*Architecture Hydraulique*) y Desaguliers (*Phisica Experimental*), por lo que estas estructuras representan los diseños y proyectos más importantes de su época con base físico-matemática en el cálculo de empujes y resistencias (estabilidad al vuelco y al deslizamiento).

Otro diseño de singular valor de Giannini fue la colaboración con el Consulado Marítimo de A Coruña para la rehabilitación del faro de origen romano, conocido como Torre de Hércules: en 1788 realizó el proyecto, que se ejecutó con una gran estructura envolvente del antiguo faro arruinado, también mejorando su funcionalidad con el fanal giratorio (1800), al tiempo que se utilizó un sistema constructivo a base de cuidadosa sillería de granito, consiguiendo finalmente un efecto estético al estilo clasicista, incluso con un apreciable ritmo en su elevación y detalles decorativos. Se puede considerar el mejor ejemplo de rehabilitación y representación de la obra pública del siglo XVIII, mereciendo al fin la inclusión en la lista de bienes del Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO.

La ingeniería de Giannini se sumó a los proyectos de puertos civiles, como el de Muxía (A Coruña), terminando su carrera profesional como ingeniero

jefe del Consulado del Río de la Plata, y sus acciones portuarias y urbanísticas en Buenos Aires y Montevideo.

Citar las obras de terminación del Gran Tinglado de Maestranzas en 1776, completadas con su larga estructura de 374 m en sillería de granito, de gran belleza por el ritmo de su planta baja de soportales, aunque sufrió unas reformas que afectaron a su integridad en los siglos XIX y XX, y también el contiguo foso de maderas.

Las obras de la dársena chica para las embarcaciones menores después de 1785 fueron importantes por su larga rampa de granito con cimentación sobre fondos de más de cinco metros, en la que se levantaron 20 tinglados de arboladuras para los buques, cuyos planos firmaba Tomás Bryant, actualmente conservado solo el gran varadero, con similares características a los muelles comentados.

Al finalizar el siglo XVIII se realizó el diseño y obra del nuevo sistema de achique en los diques de carenar por las máquinas de vapor, ensayadas en Cartagena, con la nueva casa de bombas, que dirigió Vicente Pló a partir de 1793, que no se conserva tampoco por las obras realizadas para el dique de carenar en el siglo XX.

En la Base Naval ferrolana se realizaron también otros proyectos y obras de cierta importancia por sus diseños: el Hospital Militar, primero por Joseph Müller en 1789 y después con el magnífico plano de Fernández de Landa (1795), en el que destaca su estructura de cuatro patios y crujías centrales porticadas, aunque no llegó a realizarse; la Cárcel Pública de la nueva ciudad de Ferrol, que fue obra de José López Llanos en 1791, con traza neoclasicista, que se conserva, pero con grandes modificaciones.

Párrafo aparte merecen los proyectos del puerto mercantil de Ferrol, que se iniciaron a partir de 1774, coincidiendo con la terminación de la fortificación de la ciudad en su zona oeste, limitando con el Arsenal del Parque: intervinieron en sus diseños Eustaquio Giannini en 1785 y Vicente Pló en 1795, ambos conformando un dique en forma de T, que fue la base para su construcción en el siglo XIX.

No podemos omitir la valoración de las aportaciones de tipo industrial, anotando algunos ejemplos representativos de estas ingenierías: Joseph de Valledor en la construcción de la presa y canal para la fuerza hidráulica de la Real Fábrica (metalúrgica) de Sargadelos (1791), y sus dependencias en Muras por el también ingeniero José Gil; otro proyecto interesante fue el de Pedro Delgado, que destacó los beneficios de la minería asturiana del hierro con el establecimiento de una «fábrica de armas para surtir a la Marina», supervisado por el ingeniero general Fernández de Landa, que después comisionó a Fernando Casado de Torres para el estudio de la minas de «carbón de piedra» y «reducir a coc» (coque) con aplicación a la fábrica de municiones, así como «hacer navegable el río Nalón» con su proyecto hidráulico, relacionado con las fábricas de Trubia y Sargadelos (1793-1795) y

posteriormente dirigiendo la Real Fábrica de Artillería de La Cavada (Santander) en 1796.

Otras colaboraciones fueron para los arsenales civiles: la de Fernández de Landa (1778), con su diseño para la Base de los Correos Marítimos en la Palloza (A Coruña), que no se ejecutó, pero debe valorarse por su composición, que incluía un dique de carenar y todos los servicios portuarios. Otra similar, aunque desconocemos la autoría, fue la del Arsenal de La Cabana (Ferrol), con su pequeño astillero y dique de carenar de mareas, que destacamos por su conservación actual, representativa de estas construcciones de inicios del siglo XIX.

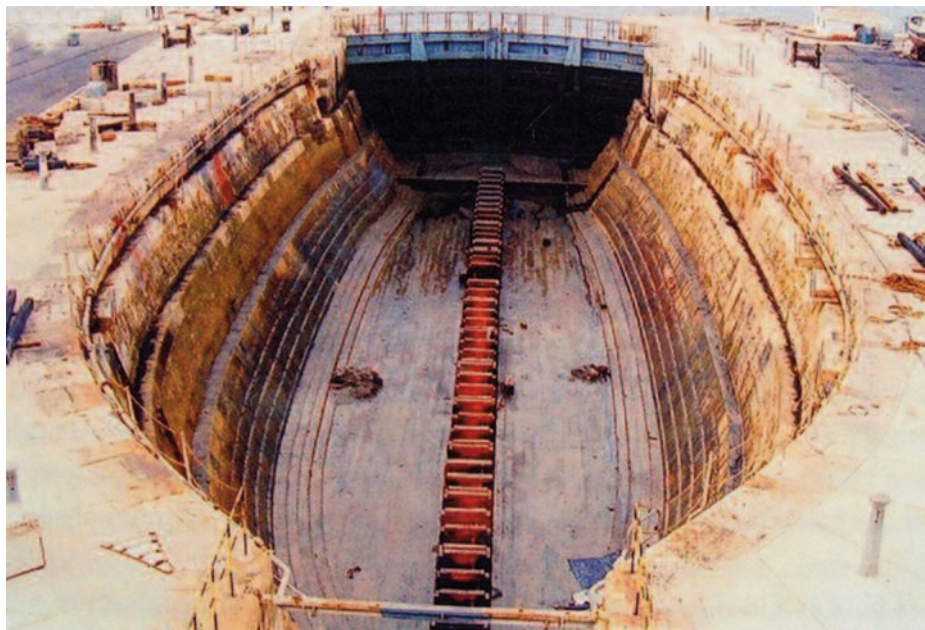
La construcción de la machina de arbolar del Arsenal ferrolano puede considerarse como la última de aquellos ingenieros, y en 1827 la gran cabria bípode con su aparejo y maquinaria que ocupaba todo el edificio hoy conservado (Mando de la Escuadrilla de Fragatas).

En este esquema de valoraciones tuvo gran influencia la arquitectura naval, en tierra y en las ciudades: en aquel último cuarto de siglo se comenzaron a cerrar las galerías de popa de los navíos con acristalamiento, precisamente por la novedad de los envíos de cristal procedentes de la Real Fábrica de San Ildefonso (La Granja, Segovia) y la artesanía de los carpinteros «de lo blanco»; este sistema constructivo se copió en balcones y solanas, produciendo las galerías acristaladas en el Arsenal y en las casas de la nueva ciudad, en ambos casos estudiando la mejor funcionalidad y forma; son ejemplos señeros las galerías de las casas del constructor y del capitán de Maestranza (actualmente del almirante) y las dos viviendas antiguas que componen la actual Intendencia de Marina, según se comprobó en 1804.

Los trabajos en el Departamento de Cádiz

Nos ocupamos ahora de los más representativos de las jefaturas de San Fernando y La Carraca.

Después de 1779, bajo el mando del ingeniero Ansoategui, se realizaron en el Arsenal interesantes proyectos y construcciones: el Cuartel para la Tropa, la Fábrica de Jarcias, el Parque de Artillería y las primeras máquinas de los talleres, como la de vapor para las sierras de maderas, realizada por F. Casado de Torres en 1788; pero las obras con mayor valor corresponden a la jefatura de Tomás Muñoz, que diseñó la definitiva configuración general del Arsenal y la construcción de los diques de carenar: el primero (San Carlos), iniciado por Sánchez Bort, fue terminado por Muñoz en 1785; el segundo (San Luis), en el mismo año, y el tercero (San Antonio) en 1788. Estas obras tuvieron un gran valor funcional para su época, incluso en la actualidad, con ciertas modificaciones, como es el caso extraordinario del dique de San Antonio, aún en uso e íntegramente como en su obra original y con las estructuras que



Dique de San Antonio en La Carraca. (Foto: internet).

proporcionaron estabilidad en los fangosos caños en que se construyeron. Otro de interés fue el realizado en El Trocadero aprovechando un terreno más firme.

Durante la última década del siglo XVIII se levantaron otras construcciones representativas: el Almacén General (1790-1792), con la adición de varias edificaciones e interesante traza artística en su portada al estilo neoclasicista; la Iglesia, construida con un diseño similar a otras coetáneas (1785), y la reforma de la Puerta Principal, de traza barroca, que en 1795 incluía las dos torres existentes. De la misma fecha es la puerta que fue trasladada al actual acceso por tierra, utilizando un modelo neoclasicista monumental con sus cuatro vanos de circulación y el escudo de Carlos IV.

Con respecto al apoyo logístico de personal en esta zona, debemos reseñar la actuación del ingeniero jefe Vicente Imperial Diguero, que estaba comisionado en las obras de la Nueva Población de San Carlos, es decir, un proyecto urbanístico importante, condicionado por los accesos terrestres y marítimos a La Carraca y la Isla de León (San Fernando): su diseño inicial fue de Francisco Sabatini, y su comienzo, en 1779, coincidiendo con el relevo de Imperial Diguero también sus remodelaciones (1784-1789), que incluían los planos particulares para el Cuartel de Batallones y la iglesia parroquial (Panteón de Marinos Ilustres); después, la dirección corrió a cargo del

marqués de Uruña, con marcado carácter hidráulico en sus comunicaciones. Todas estas obras representan la aplicación de la ciencia académica en la ingeniería, el urbanismo y la arquitectura de la Marina de la Ilustración.

Otras muchas actuaciones se realizaron en Andalucía; sirvan como muestra las hidráulicas en el río Guadalete, por Casado de Torres (1810), o en los puertos de Cádiz y Málaga, con mejoras en su dique de abrigo y en la farola troncocónica, siendo su director Joaquín Pery de Guzmán (1817).

Las tareas en el Departamento de Cartagena

El Arsenal de Cartagena no precisó de grandes obras en este último tercio del siglo, pero hay que destacar la construcción del Presidio (1776-1785), con ideas de Francisco Gautier, y los estudios para la desecación del pantanoso Almarjal (1786), por el ingeniero Juan Smith, que después trabajó en las obras del puerto de Tarragona y sus mejoras del dique de abrigo y muelles de ribera (1799), desarrollando el diseño inicial del brigadier Juan Ruiz de Apodaca, con nuevos proyectos hasta 1807.

La comisión de Smith en el puerto de Barcelona fue aún más destacada por el diseño y el proyecto definitivo del dique de abrigo que se precisaba para la zona de levante, que evitaba las corrientes y los bancos de arena que se formaban en el fondeadero habitual, a pesar de los proyectos y obras anteriores de los ingenieros del Ejército Próspero de Verboom y Martín Zermeno, o los del citado Ruiz de Apodaca. Smith, en 1802, trazó una estructura de abrigo que partía de la punta de la Barceloneta (zona de la Linterna, hoy Torre del Reloj) en dirección sur, alargada en 420 m y que terminaba en martillo, y entre 1816 y 1822, la de su muelle en la cara interna, también con el proyecto de una prolongación de 400 m, destacando en ellas su gran valor funcional que sirvió de modelo para las estructuras portuarias de Barcelona.

De la incomprensión a la extinción

Una última consideración sobre esta primera época de los ingenieros de Marina es destacar su pensamiento y su empeño de continuidad: el director y comandante del Cuerpo de Ferrol, José López Llanos, presentaba en 1821 los valores de su función en una Memoria, reclamando sus facultades de «la arquitectura naval, la hidráulica, la civil, la maquinaria inherente...», sintiéndose «atacado» por la Comisión de Cortes (proyecto de decreto) que entregaba al Cuerpo General y a otras instituciones civiles sus responsabilidades, como fueron las transferidas al Ministerio del Interior para los puertos civiles a partir de 1835, continuando los «hidráulicos», solo en

comisión de servicio en aquel Ministerio de Fomento, o sea, la práctica extinción en 1851 en esta actividad.

A modo de resumen, podemos referirnos al texto de la Memoria con la supuesta incomprensión de la función técnica exclusiva, tanto por la normativa (Ordenanza de 1776 y ambigüedad reglamentaria de 1786) como por ciertas intromisiones en lo «científico y facultativo», siendo una de las causas de la extinción temporal del Cuerpo, junto a la escasa actividad en los Arsenales.

La demanda logística de los buques en el siglo XIX

A partir de 1848 las funciones del Cuerpo de Ingenieros de la Armada se centran en las nuevas tecnologías de construcción y mantenimiento de los buques en sus arsenales, precisamente por la introducción de la nueva metalurgia, la mecánica con energía de calderas de vapor y los avances de los sistemas de armas, habiéndose perdido las competencias citadas. Por otra parte, la «externalización» de la construcción naval a partir de 1885 y la consiguiente extinción temporal del Cuerpo nos condujeron a escasos proyectos y obras portuarias en los tres arsenales de la Armada (y de La Habana en otro artículo de esta conmemoración) realizados por los oficiales del Cuerpo que resurgía.

De manera preliminar, anotamos que los arsenales ya contaban con unas grandes infraestructuras portuarias, aunque abandonadas, pero capaces de incorporar las nuevas necesidades de apoyo logístico a los buques de propulsión mecánica y a sus mayores plataformas metálicas; además, se reformó la organización con nuevas ordenanzas de Arsenales, en 1870 y 1886, en las que su división en «ramos» de actividad asignaba a los ingenieros las «escuelas, secciones y talleres propios», pero excluyendo el Ramo de Artillería, y en gran manera disminuyendo la construcción naval por la Ley de Escuadra de 1887, que autorizaba su obtención en «astilleros o fábricas nacionales o extranjeras».

En aquellos primeros años del mandato ministerial de Roca de Togores (marqués de Molins), entre 1847 y 1854, los arsenales vieron reanudar su actividad con obras de adaptación en gradas, diques, varaderos y talleres para los nuevos buques, algunos ya con maquinaria de vapor y casco blindado, también con adquisiciones en la industria civil. Este impulso demandó mayor esfuerzo con las conocidas «fragatas de hélice», de manera que en Ferrol se construyó un varadero para buques pequeños (menos de 700 t) en 1847 y el alargamiento de un dique de carenar hasta 78 m en la línea de picaderos. Entonces era preciso hacer una ampliación del Arsenal a coste de la Alameda de la ciudad (50.640 m²), con el fin de construir dos nuevos diques de carenar de 100 m de eslora, lo que suponía el cegamiento del foso defensivo del

Arsenal y enormes movimientos de terreno, así como canalizaciones y aljibes para el agua dulce.

En Cartagena se construyeron nuevos varaderos y un dique seco receptor de otro flotante (1868), aunque ya la obra fue de un ingeniero civil (José María Baldasano).

En La Carraca también se iniciaron las obras de la «traída de agua» desde la Población de San Carlos mediante una máquina de vapor, al tiempo que se prolongaban dos diques de carenar: el San Carlos, variando su estructura y alargado por popa, y el de San Luis, hasta esloras de 73,5 y 100 m (1848).

En 1850 ya funcionaba la Academia de Ingenieros y Maquinistas en Ferrol, con una especie de capacitación para la nueva actividad, adaptando el Edificio de Ingenieros y utilizando también los nuevos talleres de Herrerías y la factoría de máquinas en el antiguo Gran Tinglado de Maestranzas; pero era necesario disponer de obras ingentes de chapado, contratándose estas en Ferrol y Cartagena para profundidades de 15 metros.

Las nuevas fragatas blindadas, de origen francés e inglés, y las adaptaciones españolas (1864-1870) exigían la ingente obra de diques de carenar, lo que determinó el proyecto y obra del de San Julián (o de La Campana) en Ferrol, ya para los buques de la época de la Restauración (1874). El diseño y dirección de obra fue del ingeniero de la Armada Andrés A. Comerma y Batalla entre 1873 y 1879, incluyendo su buque puerta, trazando una eslora entre picaderos de 118 m, 26,8 de manga en el coronamiento y 26,35 hasta el plan. Se trataba de un diseño basado en requisitos de las marinas francesa e inglesa coetáneas, con un proyecto de ejecución de gran valor; en



Dique de San Julián de Ferrol. (Foto: *ingenieria-civil.org*).

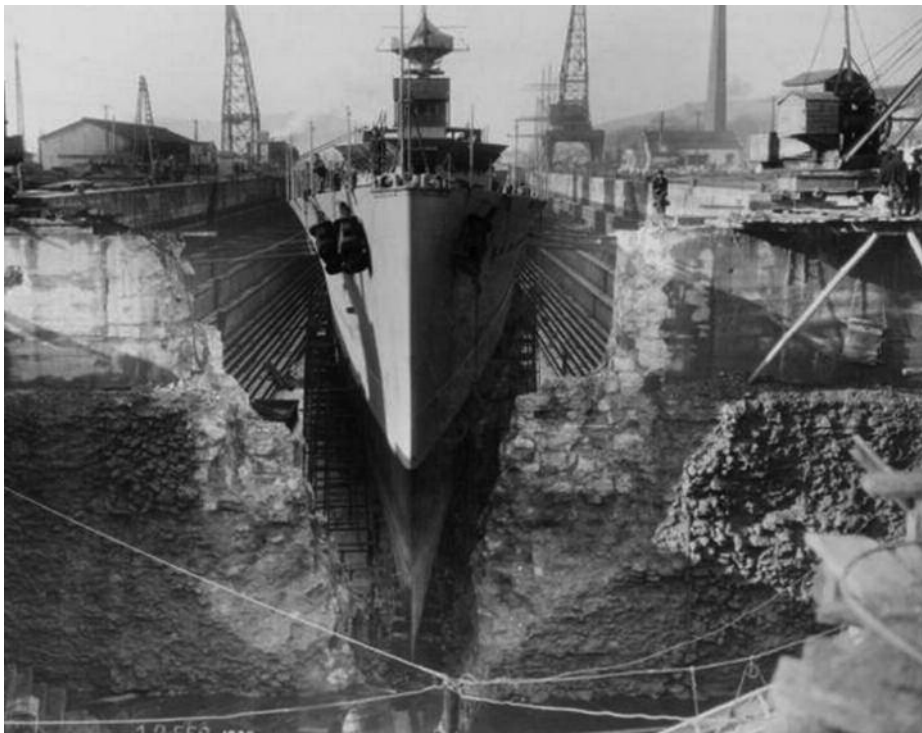
primer lugar, por su funcionalidad apoyando a buques de su época, pero también a otros del siglo XX todavía en servicio con algunas modificaciones; más aún, la estructura se formó con un gran volumen de excavación en su zona de proa de anterior relleno costero, y en su popa con murallas que se embonaron convenientemente, similares a los muelles contiguos; así se dispuso la forma del vaso de bóveda invertida, precisamente para compensar los empujes de la subpresión, utilizando un sistema constructivo de gradas de cantería de granito en su cara vista, pozas y minas para el achique y relleno del agua de la mar, así como mampostería de relleno sobre el extradós, actuando todo de contrafuertes; en esta cantería destaca su magnífica estereometría y estereotomía formando el plan del dique, las escaleras y marcos (hendiduras) para recibir el buque-puerta en distintas posiciones, acorde con las esloras de los barcos que varasen. La casa de bombas contigua supuso también un interesante trabajo para la instalación de la máquina de vapor para el vaciado y relleno de agua. Este dique es todo un modelo representativo de la ingeniería y de la artesanía de la segunda mitad del siglo XIX.

Otras obras en Ferrol que se pueden destacar son: la Puerta del Parque por su composición más estética con la inclusión del escudo de la monarquía, procedente del antiguo Arsenal de La Graña, formando una especie de ático (1858); completando el conjunto, la Ayudantía Mayor y Despensa; también las canalizaciones y aljibes de las fuentes contiguas al foso, que se cegaba en esta época. En el astillero se remodelaron las gradas y la puerta principal, de estilo clasicista (1857).

La calidad de las obras en Ferrol contrasta con las escasas construcciones portuarias en La Carraca y Cartagena, que tratarían de compensarse al final de la centuria, pero ya con referida externalización de las ingenierías después de 1887. Entonces los buques de más de 100 m de eslora, por citar solo una de sus características, demandaban nuevos diques de carenar; así, en Cartagena se inició la construcción de uno en 1896 y otro en La Carraca en 1895, adjudicados al ingeniero civil suizo Conrad Zachekke. Debemos reseñar que en esta época los escasos ingenieros de la Armada actuaban normalmente como inspectores de los proyectos y obras.

La última justificación de las valoraciones

Al comenzar el siglo XX, con la Ley de Organizaciones Marítimas y Armamentos Navales a partir de 1908, la modernización de los astilleros estatales fue por arrendamiento a empresas civiles, incluyendo parte de los arsenales: la Sociedad Española de Construcción Naval realizó la rehabilitación de las factorías con ingenieros civiles; especialmente destacables fueron los ingleses de la empresa John Jackson, con el dique para



Dique Reina Victoria. (Foto: *larutadelaconstruccionnaval*).

buques de 20.000 toneladas en Ferrol (Reina Victoria, 1912), que destruyó los del siglo XVIII y parte del Gran Tinglado de Maestranzas.

Después de la restauración del Cuerpo de Ingenieros de la Armada, con su Academia en Ferrol (1915), su gestión se limitaba generalmente a la dirección e inspección de las nuevas construcciones de los buques y al mantenimiento de los arsenales, continuando la contratación externa después de la Guerra Civil y con la participación de la Empresa Nacional Bazán de Construcciones Navales Militares (1942), que desarrolló gran cantidad de obras portuarias con su sección de «obras civiles» en los tres arsenales.

Por último, citar también que los proyectos de ingeniería y construcciones en las tres bases navales, incluyendo las llamadas estaciones y otras de edificaciones en puertos, siguieron con la misma gestión de los diseños y ejecuciones materiales después de las reorganizaciones del Apoyo Logístico (1967) y posteriores, ya con diferentes ramas técnicas del Cuerpo de Ingenieros de la Armada, del que ahora celebramos el 250 aniversario de su creación.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILO ALONSO, Miguel: *Al abrigo de los puertos de España*. Madrid: ACS, 2004.
- ALEMANY, Joan: *El puerto de Barcelona*. Barcelona: Autoridad Portuaria, 1984.
- ALEMANY, J.; BLAY, J., y ROQUER, S.: *Port de Tarragona*. Junta del Puerto de Tarragona, 1986.
- ARENAL, Ángel: «Descripción de la Villa y Puerto de Ferrol», en *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de Madoz*. Madrid, 1847.
- BARROS CANEDA, José: «Arquitectura y urbanismo en La Carraca durante el siglo XVIII». *Revista de Arte Sevillano*, núm. 25, Sevilla 1989.
- CHACÓN PERY, Francisco: «Memoria sobre el dique seco de La Campana», en *REVISTA GENERAL DE MARINA*, 1878.
- COAD, Jonathan: *Historic Architecture of the Royal Navy*. London: V. Conllanz, 1983.
- Estados Generales de la Armada*. Ediciones siglos XVIII y XIX. Madrid: Imprenta Real.
- LÓPEZ LLANOS, José: *Memoria presentada por Don José López Llanos, director y comandante del cuerpo de ingenieros de marina en el Departamento de Ferrol*. A Coruña: Imprenta Iguereta, 1821.
- MERINO NAVARRO, José: «Graving docks in France and Spain before 1800» en *Mariner's Mirror*. London, 1985.
- MONTERO ARÓSTEGUI, José: *Historia y descripción de la ciudad de Ferrol y Departamento Naval*. Madrid: Imprenta Beltrán, 1859.
- PÉREZ Y FERNÁNDEZ, Luis: *Memoria acerca de la posibilidad de hacer en España todo género de construcciones navales y estado del Arsenal de la Carraca*. Cádiz, 1891.
- PÉREZ RODRÍGUEZ, Fernando: «El arquitecto e ingeniero F. Salinis» en *Revista Abrente*. A Coruña: Real Academia de Bellas Artes, 1997.
- RAMÍREZ GABARRÚS, Manuel: *La construcción naval militar española, 1730-1980*. Madrid: E. N. Bazán, 1980.
- RODRÍGUEZ-VILLASANTE PRIETO, Juan A: *Tecnología y arte de la Ilustración*. Ferrol: A. A. L., 1988.
- *Las Reales Fábricas de Sargadelos y la Armada*. Sada: Ed. Castro, 1994.
- *Puertos de Ferrol y San Ciprián*. Ferrol: Autoridad Portuaria, 2001.
- *La obsesión por el orden académico. El Arsenal de Ferrol*. Madrid: Ministerio de Defensa, 2011.
- RUBIO PAREDES, José M.^a. *Los ingenieros militares en la construcción de la Base Naval de Cartagena*. Madrid: Servicio de Publicaciones. EME, 1988.
- TORREJÓN CHAVES, J.; RODRÍGUEZ-VILLASANTE, J., y VALVERDE, I.: *La actividad naval militar. Influencia en su entorno*. Madrid: E. N. Bazán, 1991.
- VV. AA.: *Los ingenieros militares en España. Siglo XVIII. Repertorio biográfico*. Barcelona: P. E. Universidad, 1983.
- *Puertos españoles en la Historia*. Madrid: CEHOPU, 1994.
- VIGO TRASANCO, Alfredo: «Arquitectura y urbanismo en el Ferrol del siglo XVIII». Santiago de Compostela: COAG, 1984.

Botadura del portaviones *Príncipe de Asturias* el 22 de mayo de 1982. (Fotografía facilitada por Raúl Villa Caro).



UNIFORMES CON GALONES SOBRE FONDO AZUL

Manuel GONZÁLEZ DE CANALES MOYANO



ECEPCIÓN en la fragata marroquí tipo FREMM *Mohamed VI* con motivo de su recalada en Ferrol en su crucero de instrucción de guardiamarinas. Una gran representación del Arsenal es invitada y recibida con un trato exquisito. Cada pincho típico recrea el paladar de los invitados con multitud de sabores exóticos a la vez que familiares. También ofrecen frutos secos, zumos de naranja o de remolacha y una gran variedad de dulces. Como anfitriones actúan los alumnos de la Escuela Naval de Marruecos. Entre inglés y francés, una de las conversaciones más socorridas es hablar de los galones.

— *¿Qu'est-ce que ce fond bleu signifie? C'est différent des autres*
(¿Qué significa el fondo azul de tus galones? Es diferente al resto).
— *Engineer*, soy ingeniero.

El guardiamarina marroquí no tenía mayores inquietudes sobre el asunto y no preguntó más acerca del origen de tan característico distintivo. Y menos mal, porque el jefe del Ramo de Casco no sabía nada más del tema, como la mayoría de nosotros.

Por qué coca y por qué fondo azul

Aquella pregunta despertó la curiosidad del jefe del Ramo. Al día siguiente estaba en el Museo Naval. Rosa, la bibliotecaria, le invitó a sentarse en la sala de lectura y le puso sobre la mesa dos grandes pilas de libros polvorientos. Había algunos álbumes de fotos y varios tomos de la colección de diarios oficiales encuadernados en cuarteado cuero marrón. No era consciente, pero estaba en el comienzo de un trabajo tedioso de investigación documental.



Ingeniero alumno. Época de Amadeo de Saboya.
(Colección J. M. Campesino).

Los uniformes, galones y cocas de los ingenieros son similares a los del Cuerpo General; luego, en principio, su origen debería ser común. Le fue fácil encontrar numerosas referencias normativas relativas al Cuerpo General (siempre ha sido la niña bonita de la Armada), pero pocas referidas a los ingenieros. Descubrió que la coca tiene su origen en 1909. Por aquel entonces, Alfonso XIII la incorporó a los galones del Cuerpo General como símbolo real, a imagen de la Royal Navy (1). Sin embargo, en algunas fotos de los álbumes posteriores a esa fecha aparecían ingenieros con galones sobre el fondo azul, pero sin coca. Tendría que indagar más.

Por fin descubrió una orden ministerial que demostraba que la coca sobre el fondo azul para los ingenieros era relativamente moderna.

Fue en 1968, después de la unificación de los cuerpos de Ingenieros de la Armada, cuando se determinó que llevasen los mismos galones que el Cuerpo General: con coca y fondo azul claro en los galones (2). El distintivo de la rama de Ingeniería iría a la altura de la cartera del bolsillo superior derecho, tal y como esperaba encontrar.

Ya tenía lo que buscaba. Había sido relativamente fácil. Pero, ¿por qué demonios la coca no lleva el fondo azul como los galones? No deja de ser un galón plisado, continuación del que viene de la manga. Seguramente en los tomos de la recopilación de diarios oficiales de Rosa estaría la respuesta. De nuevo se vio en la biblioteca sepultado por torres de diarios. Esta vez la

(1) Real Orden de 20 de octubre de 1909.

(2) Orden Ministerial 1225/68 de 12 de marzo de 1968.

bibliotecaria se apiadó del pobre loco y le prestó unos guantes blancos para proteger las manos del polvo.

—¿Por qué llegaste tarde a comer? ¿Quién es esa Rosa?

Tras tres días de intensa búsqueda, el jefe industrial del Arsenal, el capitán de navío Rupérez Padre, su jefe, le llamó la atención:



—¿Dónde estabas metido?

Tras una breve explicación de sus nobles propósitos, le permitió continuar la búsqueda, siempre que no desatendiera el destino. De vuelta a la biblioteca, por fin halló alguna pista: en 1931 se reglamentó que las divisas del Cuerpo de Ingenieros se llevaran en forma de galones, como los del Cuerpo General, sobre fondo azul celeste, sin coca ni estrella. En vez de estas, lucían una rueda dentada y un ancla sobre los galones con el fondo azul (3), situada respecto a los galones como lo está el sol de los intendentes. Este distintivo no llevaba el fondo azul. Entendiendo la coca como un símbolo del Cuerpo (equivalente al sol y al engranaje con ancla) y no como un galón plisado, se explicaba que no se le añadiera el fondo azul cuando se reglamentó.

Le pareció que el ancla bajo una rueda dentada era el verdadero símbolo de los ingenieros, del cual debían sentirse orgullosos. Coincidió además con el distintivo de ingeniero naval que le distinguía del resto de los ingenieros. Tocaba ahora preguntarse por la simbología del distintivo: el ancla era el signo mariner por excelencia, no había duda de su razón de ser. ¿Pero, qué sentido tenía la rueda dentada?, una rueda con cuatro radios y doce dientes.

Recogió sus cosas y decidió seguir investigando en casa.

Más tranquilo, rodeado de las comodidades del hogar, buceó en internet con el objeto de descifrar la simbología del emblema. Al parecer, la rueda dentada como invento estaba atribuida a Arquímedes. Y respecto a su uso como símbolo, fue distintivo de maquinistas e ingenieros industriales durante el siglo XIX (4).

(3) Circular de 11 de agosto de 1931.

(4) SILVA SUÁREZ, Manuel: *Uniformes y emblemas de la ingeniería civil*. Institución «Fernando el Católico» (CSIC). Excma. Diputación de Zaragoza. Centro Politécnico Superior. Universidad de Zaragoza. Imprenta Calidad Gráfica, S. A. L., 1999.



—¿Cariño, vienes ya a la cama?
—Voy enseguida, estoy acabando una cosita.
—Ya...

¿Cuál sería la razón por la que eligieron un engranaje con, precisamente, doce dientes? La búsqueda le llevaría a prolongar la jornada más allá de la una de la mañana. Encontró una feliz coincidencia: justamente 12 dientes es el mínimo necesario cuando el ángulo de presión del engranaje es de 25° . En cuanto a los cuatro radios, por mucho que buscó no encontró una explicación, atribuyéndole una razón meramente estética.

Ante la apariencia de las divisas, sin coca, con fondo azul y coronadas por tan característico distintivo, pensó que si hubiera podido elegir entre estas divisas de 1931 y las que ahora se presentaban en sus palas, posiblemente se hubiera decantado por las primeras, aunque su cuerpo de origen todavía le tiraba y no se veía sin coca sobre los hombros. Seguramente esta misma idea fue la que tuvo el legislador en 1968. Eran ya las 02:15 de la madrugada.

—¿Vienes ya a la cama?
—Sí, aquí estoy.

A pesar de todas las averiguaciones todavía no había contestado la pregunta del guardiamarina marroquí acerca del origen del color azul celeste. Tendría que seguir indagando. Releyendo sus notas, en otra jornada más de biblioteca descubrió que, a la vez que se instauró la coca, se modificó la disposición de los galones, de manera que se perdía la forma de martillo (Cartilla de Uniformidad del 20 de octubre de 1909).

¿Martillo? Profano al mundo de los uniformes, no era capaz de comprender lo que eran los galones en forma de martillo a los que se hacía referencia. La respuesta la halló pronto en el libro *Uniformes de la Armada. Tres siglos de historia (1700-2000). Reglamentos de uniformidad y prendas de uniformes* (5),

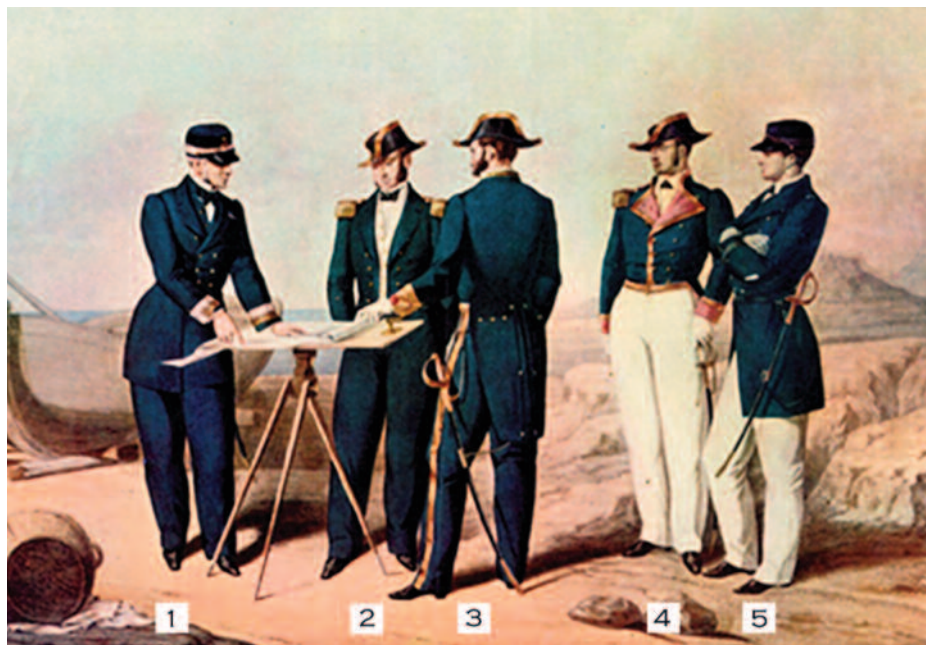
(5) GONZÁLEZ DE CANALES Y LÓPEZ-OBREGÓN, Fernando: *Uniformes de la Armada. Tres siglos de historia (1700-2000). Reglamentos de uniformidad y prendas de uniformes*. Publicación del Ministerio de Defensa. Madrid 2012.

en el que pudo leer que con «los galones de martillo la manga se abre por la parte posterior y el galón sigue en corte acompañando la apertura formando un ángulo recto (forma de martillo)». Entendió que con la manga de la casaca se hacía lo que con los jerséis, volviéndola en lo que se llama vuelta. Esta dejaba ver el forro interior sobre el que se colocaban los galones. En el caso de ser de martillo, esta vuelta está abierta por detrás. Al parecer desde 1844 se habían reglamentado, aunque su implantación fue progresiva y convivieron por algún tiempo con las que rodeaban toda la manga.

Respecto a las divisas de los ingenieros, quedaban igual que las del Cuerpo General, con el fondo azul bajo los galones. Concluyó, además, nuestro amigo que desde 1909 a 1931 los ingenieros llevaron galones pelados con fondo azul, sin el símbolo del ancla con la rueda dentada, mientras que el Cuerpo General lucía coca sobre fondo negro.

Entre las páginas del libro había unas láminas que le resultaban familiares por haber visto muchas similares en las paredes de alguna residencia militar. Una de ellas estaba dedicada al Cuerpo de Ingenieros y lo mejor era que estaba documentada por la parte de atrás. Gracias a la lámina podría interpretar lo que había hasta entonces sobre las divisas. Todo parecía cuadrar.

Leyenda por el reverso (según la numeración de la lámina):



Uniformes del Cuerpo de Ingenieros en 1861. (Lámina de Pierno).

«1. Comenzando por la izquierda un brigadier en traje de diario, levita, viste gorra con los galones en la cinta sobre fondo azul celeste y como galleta dos anclas cruzadas bajo corona.

2. El personaje a la derecha lleva charreteras en ambos hombros, lo delata como teniente de navío. Viste frac a modo de uniforme de media gala. Obsérvese el cuello vuelto y el sombrero apuntado con un galón ancho que no tiene que ver con la divisa.

3. Continuando hacia la derecha, de espaldas se observa un capitán de navío, identificado por sus galones en forma de martillo sobre fondo azul celeste en las vueltas de las mangas. Viste casaca de gala.

4. El frente de la casaca que no deja ver el capitán de navío de espaldas lo muestra el alférez de navío, vestido de gala. El pantalón blanco define la modalidad de verano. Se reconoce como alférez de navío por llevar solo única charretera en el hombro derecho. Obsérvese que el cuello recto es de color azul marino. Este es el distintivo de los oficiales ingenieros que lo diferencian de los del cuerpo general, que lo llevan rojo.

5. El personaje más a la derecha se distingue como alférez de navío por los tres galoncillos de su manga sobre azul claro. Viste traje de diario, levita con pantalón blanco para verano.»

¡Bien!, «fondo azul celeste» era lo más repetido en la leyenda, pero ni siquiera con ayuda de una lupa nuestro investigador pudo distinguir ningún atisbo de azul. Lo achacó a un problema del tamaño de la reproducción. «Galleta con anclas cruzadas bajo corona real»; había encontrado otro símbolo exclusivo de los ingenieros que se perdería con el tiempo (6). Además, había otras curiosidades: los tenientes de navío, alféreces de navío y alféreces de fragata con la casaca de gala no llevaban galones, ni rastro del azul celeste; se distinguían entre ellos por el número de charreteras (hombreras, a su entender). Dos para teniente de navío y una a la derecha o la izquierda para los alféreces de navío y fragata respectivamente. Con la levita, que debía de ser el uniforme para todos los días, sí llevaban galoncillos en la manga con fondo azul. Respecto a los oficiales superiores, sí les correspondía llevar galones sobre fondo azul celeste en la casaca y en la levita. El origen del color debía de ser anterior a la fecha de la lámina, 1861.

Había que seguir retrocediendo en el tiempo. De vuelta en la biblioteca del Museo Naval, Rosa, muy atenta, le aconsejó consultar la *Colección Legislativa*, donde se recopilan las disposiciones de los siglos XIX y XX más relevantes. Con una rapidez inusitada en comparación a la lentitud con la que se consulta-

(6) Regulado en Real Orden de 28 de septiembre de 1855, el Cuerpo General llevaba un ancla simple bajo corona. Se desconoce por qué se asignó a los ingenieros este distintivo, más propio de Infantería de Marina o de los guardiamarinas.

ban los diarios oficiales, halló una disposición de 1848 que determinaba el restablecimiento del Cuerpo de Ingenieros, que «retomaba los uniformes y divisas exactamente igual que el del Cuerpo General de la Armada» (7). Esto significaba que hubo una interrupción en la existencia del Cuerpo de Ingenieros. Las divisas de la lámina podrían proceder del período anterior a su desaparición, o no.



Galletas de ingenieros en 1855 y 1886.

— Tenemos que cerrar, si quiere puede dejar todo esto aquí para mañana — señaló Rosa, ataviada con abrigo y paraguas.

Al día siguiente, de nuevo en la biblioteca, se aclaró la maniobra. Las dudas quedaron despejadas. Al parecer el Cuerpo de Ingenieros no existió de 1825 a 1844 y fue sustituido por dos cuerpos: el de Constructores y el de Hidráulicos, que no tenían consideración militar, aunque sí empleos o categorías, uniformes y sus propias divisas (8).

El Cuerpo de Constructores tendría las funciones de construir y reparar los buques mercantes y de guerra, mientras que el de Hidráulicos acometían obras del mismo nombre (9).

Qué sorpresa y alegría fue descubrir la profusión del color azul celeste en los uniformes de estos dos cuerpos en el *Reglamento Provisional de los Cuerpos de Constructores e Hidráulicos de la Armada* de dos años después. Sus uniformes se describían del modo siguiente (10):

«Construcción: casaca azul con dos órdenes de botones de ancla de metal amarillo; collarín y vuelta celeste, pantalón azul, chaleco blanco o celeste...

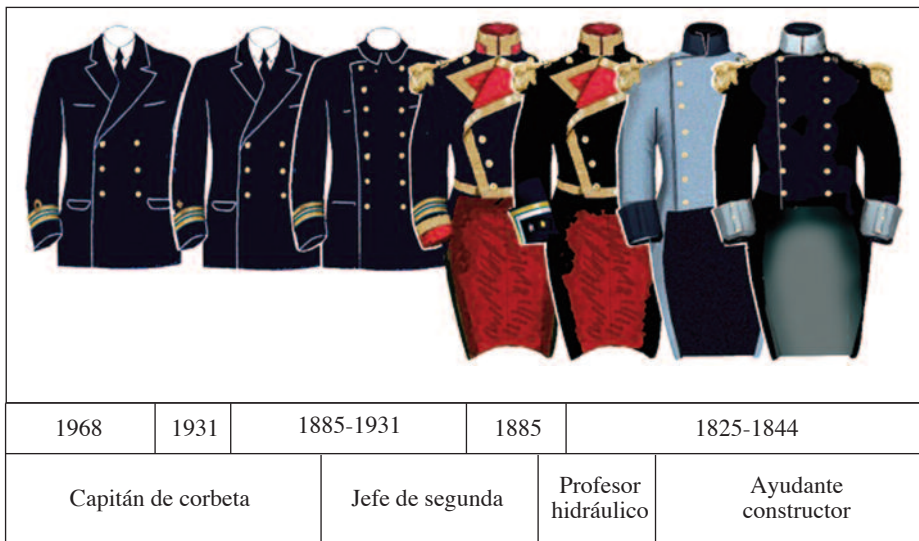
Hidráulicos: casaca celeste, con vuelta y collarín azul, y el mismo orden y calidad de botones, pantalón azul.»

(7) Real Decreto de 7 de junio de 1848.

(8) Real Orden de 31 de agosto de 1825, restablecida en 1848 por Real Decreto de 7 de junio.

(9) RODA ALCANTUD, Cristina: *El Cuerpo de Ingenieros de Marina: historia y evolución a lo largo de los siglos XVIII y XIX. Historia y sociabilidad*. Universidad de Murcia. Sección de Publicaciones, 2007.

(10) Fechado en marzo de 1827.



Entendió que el collarín debía de ser un cuello recto y alto, tipo napoleón. Nuestro novel investigador se sorprendió de que no llevaban galones para distinguir entre los empleos y a modo de divisa. Presentaban, eso sí, portezuelas y ojales de oro en las vueltas de las mangas. Según el número de estos, sobre las vueltas se determinaban los empleos.

Con todo lo recopilado hasta ahora, pintó el siguiente cuadro con las divisas y uniformes en las diversas épocas. Para resumirlo, únicamente dibujó los correspondientes a su empleo de capitán de corbeta y sus antiguos equivalentes: jefe de segunda, profesor hidráulico y ayudante constructor.

Concluyó que los constructores e hidráulicos habían sido un paréntesis en la existencia de un Cuerpo de Ingenieros más antiguo. Por las noticias de la celebración de su 250 aniversario, tendría que buscar su origen en 1770 (11). Ya por fin parecía estar cerca de los inicios del uso del color azul celeste.

Aquel día había sido un día de trabajo duro. Su cabeza no daba más de sí. Además, jugaba el Madrid con el Barça; mañana sería otro día.

Era el 22 de mayo a la hora del café. Fecha y hora para recordar porque acababa de encontrar las referencias del origen de los ingenieros en una disposición de 1770. Nacieron con el nombre de Cuerpo de Ingenieros Hidráulicos de la Marina. Había sido más fácil de lo que había pensado, la disposición señalaba:

(11) Real Orden de 1 de octubre de 1770.

«... a cuyo cargo se construyan, carenen, recorran, cuiden los Vageles, se fabriquen los edificios, y practiquen las demás operaciones correspondientes a este Cuerpo Facultativo, y Militar, en mis Puertos, Arsenales, Montes, a bordo de mis Navíos, y Esquadras de Guerra» (12).

Lo que explica que en 1825 fuera sustituido por las dos ramas que abarcaban sus cometidos, desde la construcción de buques hasta la hidráulica, disciplina que luego se perdería en su renacer de 1848.

Todo el interés de nuestro investigador se centró en una nueva línea de acción: hallar aquellas reseñas que determinasen el uniforme y las divisas desde antiguo hasta esta fecha. En ellas debería haber vestigios del azul celeste tan buscado. Le costó otra semana de trabajo de ratón de biblioteca, de poner a prueba la paciencia de Rosa. Hasta que por fin cayó en sus manos el Reglamento que determinaba los uniformes del Cuerpo (13):

«Y por Uniforme usarán el de Cuerpo General de la Armada.»

Vaya un fiasco. No había diferencia con el Cuerpo General:

«... según la Divisa de la Armada azul y encarnado, guarnecido de un solo galón de oro al canto, y lo mismo en la manga, de ancho.»

Ni rastro del azul celeste. Lo que implicaba que el origen tan buscado podía estar en los uniformes de los cuerpos de Constructores e Hidráulicos. ¿Por qué usarían estos cuerpos este color tan característico? Combinado con el azul marino, el color del mar, sería el del cielo. Simbolizaría quizás la tranquilidad que requiere el saber técnico frente la bravura del mar azul marino, o la inspiración, dedicación, intuición, espiritualidad, sinceridad, amor...

— ¡Despierta!, te has vuelto a quedar dormido sobre la mesa. Este trabajo tuyo nos va a traer un disgusto. Siempre con el ordenador: estás, pero no estás. Y a esa Rosa me gustaría conocerla para decirle unas cuantas cosas.

Conclusión

La primera deducción a la que llegó nuestro ingeniero e investigador es que no se volvería a meter en semejante berenjenal. Le había reportado

(12) Ordenanza de S. M. para el Servicio del Cuerpo de Ingenieros de Marina en los departamentos y a bordo de los navíos de guerra. Año 1772. Madrid, Impresor de la Secretaría del Despacho Universal de Marina.

(13) Real Ordenanza para el establecimiento del Cuerpo de Ingenieros de Marina de 1770 en su artículo LVII.

muchos disgustos con el jefe de Industrial, con su jefa, de casa, y deber muchos favores al personal de la biblioteca.

La segunda conclusión y más jugosa fue que si el Cuerpo de Ingenieros tiene 250 años de antigüedad, el color azul celeste del fondo de sus divisas lleva 193 años. Lo que advierte de que la próxima celebración podría ser dentro de siete años bajo el epígrafe «200 años de uniformes con galones sobre azul».



BIBLIOGRAFÍA

Boletines Oficiales del Ministerio de la Guerra, Ministerio de Defensa y de Marina.

Colecciones legislativas de la Armada (1810-1908).

Gaceta de Madrid.

TOLEDO MOMPREFER, Vicente, *et al.*: *Uniformes españoles con su espada. Armada española, ultramar y África*. Tomo 6. Imprenta Serveis Gráfica La Sènia. 2020.

LANUZA, Juan de; NAVARRO REY, Julio: *Uniformes, divisas y distintivos del personal de la Marina de Guerra española*, 1921.

OUTÓN GARCIA, Manuel Emilio; GONZÁLEZ DE CANALES LÓPEZ-OBREIRO, Fernando, y GONZÁLEZ DE CANALES MOYANO, Manuel: *Uniformes de la Armada. Tres Siglos de historia (1700-2000)*. *Cuerpo Ingenieros*. Ministerio de Defensa, 2017.

GONZÁLEZ DE CANALES, Fernando y Manuel: *Uniformes de La Armada. Tres siglos de Historia (1700-2000)*. Volumen I. *Uniformes del Cuerpo General y Guardiamarinas*. Ministerio de Defensa, 2014.

MISIONES ACTUALES DE LOS OFICIALES INGENIEROS DE LA ARMADA SEGÚN SUS ESPECIALIDADES

Raúl VILLA CARO
Doctor ingeniero naval y oceánico



*Con el buque junto al muelle
y la maniobra comenzada,
no olvide aunque le pese
que no debe ser modificada.*

Unificación de los Cuerpos de Ingenieros Navales, de Armas Navales y de las funciones de Electricidad del Cuerpo General y de Máquinas según la Ley 61/1967



ACE poco más de cincuenta años, y fruto de los problemas surgidos a lo largo de la historia en lo referente a las funciones de carácter técnico desempeñadas por los ingenieros de la Armada, se llevó a cabo la agrupación de los distintos cuerpos de ingenieros existentes en la Armada. En aquel momento, los ingenieros de armas navales se encontraban encuadrados en un Cuerpo propio, las funciones de Ingeniería de Electricidad y Electrónica eran desempeñadas por oficiales del Cuerpo General con una titulación específica y las de Ingeniería Naval por ingenieros del antiguo Cuerpo y de los Cuerpos General y de Máquinas de la Armada.

Con toda aquella diversidad, se buscó la agrupación antes citada, ante la necesidad de que los componentes de las distintas ramas de la ingeniería técnico-industrial de la Armada cooperaran de forma estrecha, en equipo y con visión de conjunto, en aras de que el objetivo final, el buque de guerra,



Experiencia de estabilidad del portaviones *Príncipe de Asturias* en 1982.

estuviera dotado de una plataforma, equipo propulsor, armas y equipos eléctricos y electrónicos de las mejores características posibles durante todas las fases de su ciclo de vida, desde el proyecto de construcción hasta su desguace. Por otro lado, esta transformación era algo que se estaba llevando a cabo también en otras armadas. Atrás quedaban los tiempos en los que los Cuerpos de Ingenieros Navales y Facultativo de Artillería eran los únicos existentes con carácter técnico-industrial, cuando todavía no había llegado la necesidad de disponer de ingenieros electricistas y electrónicos en nuestra Armada.

Mantener cada rama de Ingeniería con cuerpos diferentes hubiera conducido a una situación insostenible, ya que tras la llegada de los ingenieros de Electricidad y Electrónica hubieran venido otros, lo que a la postre se habría traducido en una mayor dispersión de los ingenieros. Por ello, hace cincuenta años no era muy difícil prever que estaba muy próxima la creación de nuevas ramas de Ingeniería, lo que hubiera dado lugar a nuevos cuerpos si antes no se hubiera llevado a cabo la agrupación de los ingenieros existentes.

Como resultado, en 1967 se decidió integrar a todos los ingenieros de la Armada que ejercían funciones de carácter técnico-industrial en un solo Cuerpo, con organización propia, para reforzar el espíritu de cooperación necesario para la búsqueda del buque de guerra óptimo. Al mismo tiempo, para que la integración fuera exitosa, se llevó a cabo de forma completa y en una única escala. Se buscaba la completa igualdad de oportunidades de progresión de los ingenieros en sus carreras y al mismo tiempo abrir la posibilidad de que existiera gran elasticidad en la distribución en los empleos de los ingenieros de las



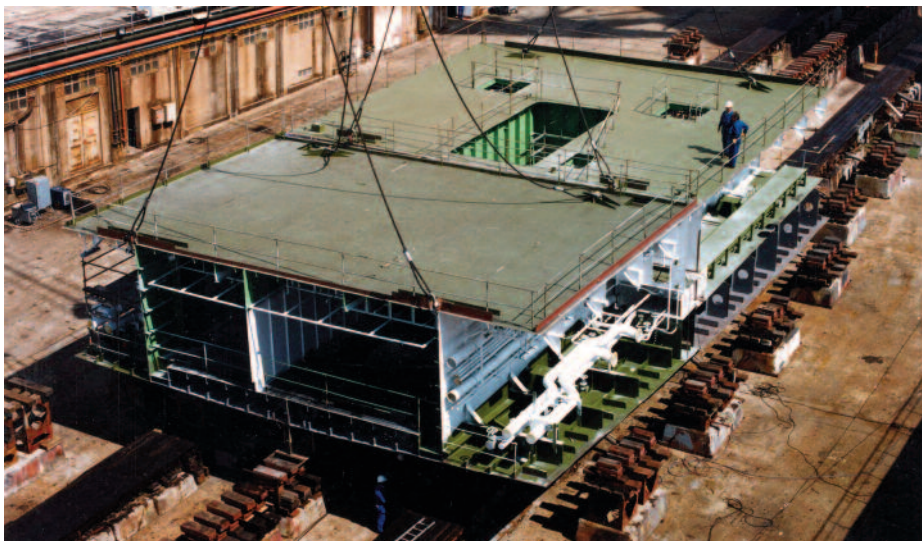
Botadura de la fragata *Reina Sofía* en Ferrol en 1987.

distintas ramas, de acuerdo con las necesidades de la Armada en aquel momento.

Como base del escalafonamiento de la integración, se estableció la antigüedad de oficial para evitar que los años de función técnica trabajados no afectaran negativamente a los oficiales que, poseyendo experiencia profesional previa de embarque, se sintieran atraídos por la rama ingenieril. Destacar en lo referente a este personal que siempre ha existido en la Armada el firme convencimiento de las ventajas que aportaba para el cumplimiento de sus funciones el hecho de que sus ingenieros se captaran entre oficiales con una sólida formación profesional en buques.

Y así se creó el Cuerpo de Ingenieros de la Armada, que integró a todos los ingenieros que, reuniendo las condiciones necesarias, desempeñaban una función técnico-industrial, naval y militar en la Armada. Se constituyó con una escala única, que comprendía las ramas de Ingenieros Navales, Armas Navales y Electricidad de la Armada.

Las misiones que se encomendaron al nuevo Cuerpo fueron todas aquellas que abarcaban funciones generales de la técnica industrial, naval y militar a nivel superior. De forma general, comprendían investigaciones, estudios, experimentos, proyectos, inspecciones, obras, reparaciones y mantenimientos



Puesta de quilla del LPD *Galicia* en 1996.



necesarios para el normal desarrollo de los planes de la Armada.

Los empleos del Cuerpo de Ingenieros de la Armada iban desde vicealmirante ingeniero a teniente de navío ingeniero, y por supuesto vestían el uniforme reglamentario de la Armada, con las mismas insignias y distintivos que el Cuerpo General, sobre fondo azul claro y con el distintivo de la rama de Ingeniería en el lado derecho del pecho.

Muchos años después, la Orden Ministerial número 12/1999 normalizaría los emblemas de la Armada, los

Escudo de la Inspección de Construcciones de Ferrol (ICOFER).



Distintivo de ingeniero de la especialidad fundamental Naval.



Distintivo de ingeniero de la especialidad fundamental de Electricidad.

distintivos de las especialidades fundamentales y las divisas de los diferentes cuerpos. De esta forma, el distintivo de la especialidad fundamental Naval se estableció en un metal dorado con sus espacios interiores vaciados, donde figuraban dos ramas, una de laurel y otra de roble, dispuestas en forma oval y con corona en la parte superior. Entre las ramas había un ancla sobremontada por una rueda dentada. El distintivo de la especialidad fundamental de Electricidad era análogo al descrito en la Naval, pero con el ancla sobremontada por un rayo de tres tramos. Finalmente, en la de Armas Navales el distintivo también era similar a los anteriores, pero esta vez con el ancla sobremontada por una bomba.

Destacar que con la creación de la Escala Técnica de Ingenieros, en 1997 se estableció la especialidad fundamental de Telecomunicaciones y Electrónica, cuyo distintivo era el mismo metal dorado de las otras tres especialidades, pero esta vez con el ancla sobremontada por un átomo.

Los ingenieros de la Armada del Real Decreto de 1997

Treinta años después de su predecesor, el R. D. 288/1997 aprobó el Reglamento de los Cuerpos, Escalas y Especialidades Fundamentales de los



Distintivo de ingeniero de la especialidad fundamental de Armas Navales.



Distintivo de ingeniero de la especialidad fundamental de Telecomunicaciones y Electrónica.

militares de carrera. En lo referente a los miembros del Cuerpo de Ingenieros de la Armada, los agrupó en dos escalas, la superior y la técnica, y les encomendaba los cometidos de asesoramiento, aplicación, estudio e investigación de materias técnicas específicas de sus especialidades, tanto en el ámbito de la Armada como en el de otros organismos del Ministerio de Defensa, incluso aunque fueran autónomos, pero siempre adscritos al citado ministerio. Este Real Decreto también asignaba a los ingenieros de la Armada, dentro del ámbito del mantenimiento, tareas logísticas propias de sus especialidades. Ambas escalas fueron facultadas para desarrollar las acciones directiva y ejecutiva, propias de su titulación, para el cumplimiento de sus cometidos.

Entre las funciones que se asignaban a los integrantes del Cuerpo de Ingenieros de la Armada, se podrían destacar las siguientes:

- Mando, jefatura o dirección de centros y organismos de la Armada en el campo de sus cometidos.
- Administración de los recursos puestos a su disposición relacionados con sus cometidos técnicos.
- Asesoramiento al mando en aspectos técnicos relacionados con su especialidad.



Finalizando la construcción del LPD *Castilla* en 1999.

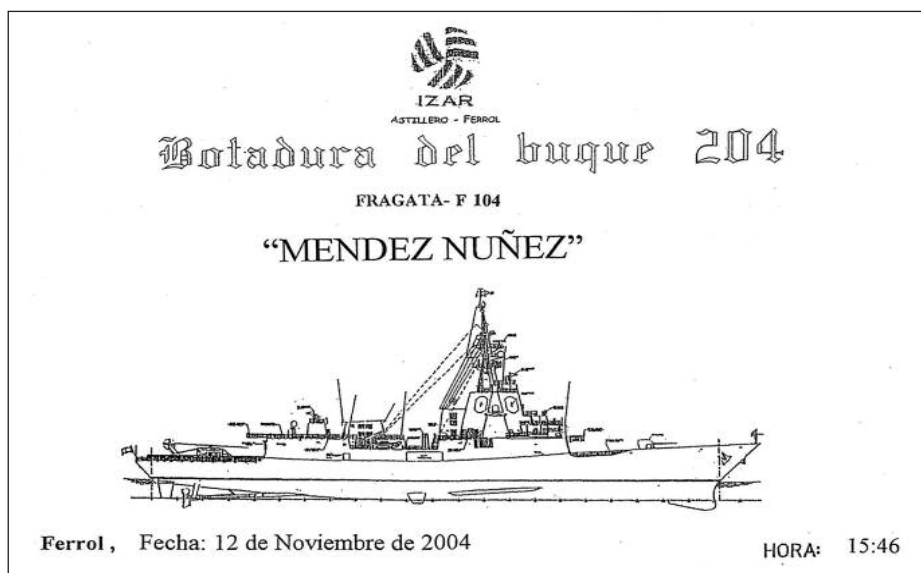
- Tareas técnico-facultativas en sus campos de especialización y, en particular, en inspecciones técnicas de mantenimiento.
- Docencia en materias afines a sus especialidades y titulaciones.

Las especialidades fundamentales eran ligeramente diferentes en cada escala. En la Escala Superior existían las especialidades de Naval, Electricidad y Armas Navales; mientras que en la Escala Técnica estaban las de Naval, Electricidad y la de nueva creación en Telecomunicaciones y Electrónica.

Las denominaciones de los integrantes de ambas escalas se formaban, como en la actualidad, anteponiendo a su nombre el empleo, seguido de la expresión «del Cuerpo de Ingenieros de la Armada» y de la Escala.

Los ingenieros del Real Decreto de 2003

El R. D. 207/2003 modificó el Reglamento anterior de Cuerpos, Escalas y Especialidades Fundamentales de los militares de carrera. En el nuevo



Portada de la libreta de la botadura de la fragata *Méndez Nuñez*.

Reglamento se modificaron ligeramente los nombres de las escalas, que pasaron a denominarse Escala Superior de Oficiales y Escala Técnica de Oficiales, respectivamente. Pero las tareas y funciones que se asignaron a los ingenieros de la Armada en este nuevo decreto fueron muy similares a las anteriores, prácticamente idénticas.

El gran cambio que aportó el R. D. de 2003 fue la desaparición de las especialidades. Se decidió que tanto en la Escala Superior de Oficiales del Cuerpo de Ingenieros como en la Escala Técnica solo existiera una especialidad fundamental, cuya denominación coincidiera con la del Cuerpo.

Este real decreto supuso un vacío, ya que el Cuerpo de Ingenieros quedó dotado de una única especialidad fundamental, la de Ingeniero, y sin que existieran otras complementarias o aptitudes específicas para los nuevos oficiales que accedieran a dicho Cuerpo.

Por otro lado, había que tener en cuenta que la Ley de la Carrera Militar (LCM 39/2007) indicaba que la especialidad fundamental se adquiriría al acceder al Cuerpo, aunque también exponía que podrían existir otras especialidades y aptitudes para atender las necesidades de la organización militar. Asimismo, el artículo 75 de la LCM establecía que: «Para el ascenso a teniente coronel/capitán de fragata sería requisito indispensable obtener las titulaciones que se determinaran por el Ministro de Defensa para una mayor especialización en los campos de actividad correspondientes».



El *Juan Carlos I* en construcción en 2007 cubierto totalmente de andamios.



Visita de AJEMA al *Juan Carlos I* en construcción en Ferrol en 2007.



Personal de la ICOFER inspeccionando una prueba de tiro a bordo del *Juan Carlos I* en 2007.

La LCM preveía, como ya está ocurriendo en la actualidad, que los oficiales del CGA y del CIM a la salida de la ENM obtuvieran una titulación de grado universitario (en la Armada la de ingeniero industrial, rama Mecánica, por la Universidad de Vigo), y en el modelo de carrera de ambos cuerpos se contemplaba ya una potenciación del perfil logístico de sus oficiales.

Por todo ello, en el año 2009 se hizo necesario establecer un nuevo modelo de especialidades en el Cuerpo de Ingenieros de la Armada, y en concreto por los siguientes motivos:

- Poder cumplir con lo indicado en los artículos citados con anterioridad de la LCM.
- Disponer de un mayor abanico de posibilidades para poder asignar destinos según los perfiles profesionales más idóneos.
- Rellenar la carencia de formación técnica adicional existente, que reducía el rendimiento profesional de los oficiales.
- Poseer una formación específica que supusiera un diferencial con respecto a los del Cuerpo General e Infantería de Marina.

Para subsanar los problemas derivados de que solo existiera una única especialidad fundamental, que no permitía asignar destinos específicos según los perfiles adecuados, se planteó establecer de nuevo tres especialidades, en función de la titulación máster de origen de cada oficial: Naval (ingenieros navales y oceánicos), Armas Navales (ingenieros de armas navales) y Sistemas (ingenieros de telecomunicaciones, aeronáuticos, industriales, informáticos, de minas, de caminos, químicos y arquitectos).

Se creó una Comisión de Especialidades, Aptitudes y Cursos del Cuerpo de Ingenieros, constituida por ADIC y ADIENA (DIRETSIAN) para determinar las especialidades y aptitudes precisas para complementar la formación de los oficiales ingenieros, de acuerdo con las necesidades previstas en la Armada a medio plazo y largo plazo. En este plan, la ETSIAN debería desempeñar un papel básico en la gestión de la formación del Cuerpo de Ingenieros, explorando qué centros de la estructura de la Armada, universidades públicas o privadas u otras instituciones eran los más idóneos para impartir los cursos de especialización. Además, se ponía énfasis en que alguna de las enseñanzas que se propusieran pudiera ser impartida en la ETSIAN. Debido al gran cambio en la formación de los oficiales que supondría la aplicación de este nuevo modelo se hacía necesaria la generación de un nuevo catálogo de cursos para el Cuerpo de Ingenieros.

Para llevar a cabo el plan se pensó en especialidades de primer tramo para los dos primeros empleos y de segundo tramo para el resto. Pero en todo este plan no se estaba teniendo en cuenta la existencia de la Escala Técnica.

Se pensó que para el primer tramo se podrían proponer las siguientes especialidades complementarias:



Ingenieros de la ICOFER inspeccionando el *Juan Carlos I* en los momentos previos a su botadura en 2008.



Ingeniero de la ICOFER inspeccionando la estación central de amarre a bordo del *Juan Carlos I* en Ferrol en 2008.

- Arquitectura naval en buques de guerra.
- Propulsión, generación y conversión de energía en buques de guerra.
- Sistemas de combate.
- Sensores y armas antiaéreas y de superficie.
- Armas y sensores submarinos.
- Tecnologías de comunicaciones e información.
- Aeronaves militares.
- Infraestructuras.

Para el segundo tramo, y ajustándose en lo establecido en el artículo 75 de la LCM, se llevarían a cabo especialidades en los siguientes ámbitos:

- Técnico, para establecer especificaciones de diseño, desarrollo y fabricación de sistemas de armas mediante un máster adicional al obtenido para el ingreso en el Cuerpo de Ingenieros, enfocado a un conocimiento técnico superior en áreas tecnológicas de aplicación en la profesión militar.
- Doctorado en el campo de la investigación y desarrollo militares.
- Estudios de posgrado en universidades públicas o privadas u otras instituciones que se declararan de interés para la Armada.



Fotografía del personal de la ICOFER y de la dotación de quilla del *Juan Carlos I* en 2008.

- Otras titulaciones que no estando incluidas en los apartados anteriores pudieran responder a necesidades específicas y puntuales de la Armada.
- Generalista y de dirección para la dirección de programas de construcción naval y de investigación y desarrollo.
- Máster adicional al obtenido para el ingreso en el Cuerpo de Ingenieros, enfocado a la ingeniería de sistemas, dirección de programas militares, gestión de calidad y medio ambiente.

Reglamento de especialidades fundamentales de las Fuerzas Armadas del Real Decreto 711/2010

La llegada en 2010 de este Real Decreto no arrojó la luz que se esperaba en el Cuerpo de Ingenieros. Seguía indicando en su artículo 18 que en la Escala de Oficiales del Cuerpo de Ingenieros de la Armada persistiría una única especialidad fundamental, cuya denominación coincidiera con la del Cuerpo, como era hasta ese momento. Ese requisito seguía incluyendo a la Escala Técnica.



Personal de la ICOPER y de la dotación de quilla del *Juan Carlos I* inspeccionando una lancha semirrígida en 2009.

Orden Ministerial 6/2011 por la que se fijan las especialidades complementarias y aptitudes en la Armada

Por fin, los artículos 10 y 11 de esta Orden Ministerial establecían las especialidades complementarias del Cuerpo de Ingenieros de la Armada, tan esperadas para sus dos escalas.

En la Escala de Oficiales del Cuerpo de Ingenieros de la Armada, establecía las siguientes especialidades complementarias:

- Arquitectura naval (AQN).
- Propulsión naval (PNN).
- Electricidad (ELN).
- Sistemas de armas y sensores integrados (SSN).
- Sistemas de detección (SDN).
- Tecnologías de comunicaciones e información (TCI).
- Aeronaves militares (AMN).
- Infraestructura (INN).
- Tecnología de la información (TI).



Personal de la ICOFER durante la comida en pruebas de mar del *Juan Carlos I* en 2010.

Y en la Escala Técnica de Oficiales, las especialidades complementarias:

- Arquitectura naval (AQN).
- Propulsión naval (PNN).
- Electricidad (ELN).
- Sistemas de detección (SDN).
- Tecnologías de comunicaciones e información (TCI).
- Aeronaves militares (AMN).
- Infraestructura (INN).
- Tecnología de la información (TI).

Además, en su artículo 12 indicaba la relación de aptitudes asociadas a cada uno de los cuerpos y escalas de la Armada. En el caso del Cuerpo de Ingenieros, y para ambas escalas, fueron las siguientes:

- Buceador cazaminas.
- Buceador elemental.
- Combustibles y lubricantes.
- Estadística militar.
- Mantenimiento de aeronaves.



Prueba de resistencia de red de cubierta de vuelo en la fragata *Cristóbal Colón* en 2012.

- Recurso de material.
- Recursos humanos.

Instrucción 83/2011 sobre especialidades complementarias, aptitudes y cursos en la Armada

Esta instrucción corroboraba lo establecido en la O. M. 06/2011, indicando que en las Escalas de Oficiales del Cuerpo de Ingenieros de la Armada existirían las especialidades complementarias relacionadas en dicha orden, que se podrían obtener, como norma general, en el empleo de teniente de navío para la Escala de Oficiales y en el de alférez de navío en la Escala Técnica. Esta instrucción también indicaba que los oficiales del Cuerpo de

Ingenieros de la Armada podrían realizar como máximo una especialidad complementaria.

La Orden Ministerial 61/2019

La reciente O. M. 61/2019, de finales del año pasado, modifica la de 2011, por la que se fijaban las especialidades complementarias y aptitudes en la Armada. Ocho años después, esta nueva Orden ha implantado definitivamente las especialidades y de nuevo modifica los artículos 10 y 11 de la anterior, indicando que en la Escala de Oficiales del Cuerpo de Ingenieros de la Armada existirán las siguientes especialidades complementarias:

- Ingeniería Naval (IN).
- Ingeniería de Armas Navales (IAN).
- Ingeniería de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones (IE).
- Ingeniería de Infraestructuras (IIN).

Y que en la Escala Técnica de Oficiales serán:



Despedida del ALARFER en su visita a la Inspección de Construcciones Navales del Arsenal de Ferrol (ICOFER) en 2017.



Botadura del buque de acción marítima *Furor* en 2017.

- Ingeniería Técnica Naval (ITN).
- Ingeniería Técnica de Armas Navales (ITAN).
- Ingeniería Técnica de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones (ITE).
- Ingeniería Técnica de Infraestructuras (ITI).

Destacar que esta nueva Orden incluye una disposición adicional por la que a los oficiales del Cuerpo de Ingenieros de la Armada se les podrá reconocer una especialidad complementaria mediante un proceso de convalidación de las titulaciones proporcionadas por el sistema educativo general para el ingreso en el Cuerpo de Ingenieros de la Armada.

Conclusiones

Diecisiete años después de la desaparición de las especialidades fundamentales en el Cuerpo de Ingenieros de la Armada, se podría decir que de nuevo volvemos a los orígenes con el establecimiento de especialidades complementarias semejantes a las fundamentales del pasado reciente, con la excepción de la de Infraestructuras, que no existió con anterioridad, al menos con ese nombre. La otra novedad de la O. M. de 2019 es la asignación de la especiali-



Personal de la ICOFER inspeccionando el *Furor* para su entrega a la Armada en el Arsenal de Ferrol en 2019.



Oficial ingeniero de la ICOFER inspeccionando el sistema de adiestramiento NAVANTIS en 2019.

dad de Armas Navales a la Escala Técnica, ya que hasta ahora siempre estuvo ligada a la Escala de Oficiales solamente.

En la actualidad, de los 174 integrantes en activo de la Escala de Oficiales del Cuerpo de Ingenieros, un 18 por 100 del total son ingenieros navales, un 29 por 100 de la antigua especialidad fundamental de Armas Navales y un 16 por 100 de la de Electricidad. El resto, unos 73 oficiales, no tienen especialidad fundamental, ya que ingresaron en el Cuerpo a partir del establecimiento de la especialidad única del año 2003 y poseen titulaciones de diferentes tipos.

Para finalizar, destacar que en la Escala Técnica de Oficiales, para cuyo ingreso solo se exigen titulaciones de Ingeniería técnica o de grado, en la actualidad existe un grupo nutrido de oficiales que posee titulaciones de Ingeniería superior o máster o incluso de doctorado.

A NUESTROS COLABORADORES

Las opiniones contenidas en los trabajos publicados corresponden exclusivamente a sus firmantes. La acogida que brindamos a nuestros colaboradores no debe entenderse, pues, como identificación de esta REVISTA, ni de ningún otro organismo oficial, con los criterios de aquellos.

La recepción de los trabajos remitidos por nuestros estimados colaboradores no supone, por parte de la REVISTA, compromiso para su publicación. Normalmente no se devolverán los originales ni se sostendrá correspondencia sobre ellos hasta transcurridos seis meses desde la fecha de su recibo, tras la cual el colaborador que lo desee podrá reclamar la devolución de su trabajo no publicado. El autor cede los derechos a la REVISTA desde el momento de la publicación del material remitido.

Los contenidos de los trabajos deberán ser inéditos, y los temas tratados, relacionados con el ámbito marítimo. El texto se presentará escrito en DIN A-4, con fuente tipográfica *Times New Roman*, de cuerpo *12 puntos a doble espacio* en tratamiento de texto *Word*. Los artículos tendrán una extensión mínima de tres páginas y máxima de doce. La Redacción se reserva la introducción de las correcciones ortotipográficas y de estilo que considere necesarias.

El título deberá ir en mayúsculas; bajo él, a la derecha, el nombre, apellidos, NIF y, si procede, empleo militar o profesión. En el caso de los militares, si el autor se encontrase en la situación de Retirado, Reserva o Segunda Reserva se hará constar de forma literal completa sin el uso de abreviaturas.

Las siglas y acrónimos deberán aclararse con su significado completo la primera vez que se utilicen, prescindiendo de la aclaración en lo sucesivo; se exceptúan las muy conocidas (ONU, OTAN, etcétera). Asimismo, cuando se citen referencias bibliográficas, los artículos que formen parte de una obra deberán escribirse entrecorridos y en letra redonda, y en cursiva el título del libro, periódico o revista a la que pertenecen.

Las fotografías, gráficos e ilustraciones deberán ir en archivos individuales, acompañados de pie o título, y tener como mínimo una resolución de 300 DPI, preferiblemente en formato JPG. Deberá citarse su procedencia si no son del propio autor, y realizar los trámites precisos para que se autorice su publicación: la REVISTA no se responsabilizará del incumplimiento de esta norma. Las ilustraciones enviadas en papel pasarán a formar parte del archivo de la REVISTA y sólo se devolverán en casos excepcionales.

Las notas a pie de página se reservarán para datos o referencias directamente relacionadas con el texto; se redactarán del modo más escueto posible.

Es aconsejable un breve párrafo final como conclusión, síntesis o resumen del trabajo. También es conveniente citar la bibliografía consultada, cuando la haya.

Al final del artículo, se incluirá la dirección completa del autor, con distrito postal, número de teléfono de contacto y dirección de correo electrónico. Si este se ha entregado en papel, deberá figurar su firma.



LIBROS

GIL-DELGADO CRESPO, José Enrique: ... *Y Magallanes encontró el Estrecho*.—(ISBN 978-84-120480-2-5). Entrelíneas Editores. Fuenlabrada (Madrid) 2019, 296 páginas.

El autor, traductor e intérprete en Aviación y Comercio y profesor de la Escuela Oficial de Idiomas, fundó en 1970 su propia compañía dedicada a la enseñanza de idiomas a empresas, instituciones y organismos oficiales.

La obra, novela histórica, cuenta con un prólogo (del capitán de navío José Joaquín Crespo Páramo), veinticinco capítulos y un anexo con el testamento de Magallanes.

Con Antonio Pigafetta, el auténtico cronista de la expedición, como narrador, va desgranando en forma novelada los distintos pasos de la gesta. La adquisición y puesta a punto de las naves, el enrolamiento de los tripulantes y su procedencia, el currículum de los capitanes de las naos y el arranque de la expedición en Sevilla el 10 de agosto de 1519 nos llevan a la preparación final en Sanlúcar de Barrameda y a la salida del fondeadero el 21 de septiembre de 1519 rumbo a Canarias.

Las breves escalas en Tenerife y El Hierro y el tránsito frente a las costas guineanas (hoy Guinea-Bisáu y Guinea Conakry) en el mes de octubre de 1519 desembocan en la arribada a Brasil a finales de noviembre, describiendo la llegada en 1500, casi veinte años antes, de su descubridor, Pedro Álvarez Cabral a estas tierras; el viaje continúa con la navegación a la bahía de Santa Lucía (Guanabara), la explicación de Magallanes a Pigafetta sobre sus fuentes



del posible paso a otro gran océano, el fondeo en la bahía de los Patos, la llegada a la de San Julián el 1 de abril de 1520, el posterior motín de las naos *San Antonio* y *Concepción* y el primer contacto con los patagones.

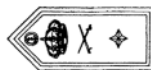
La continuación de la expedición, con la pérdida de la *Santiago* contra la costa, y la desaparición de la *San Antonio*, que deserta y regresa a España, dan paso al descubrimiento efectivo del Estrecho el 27 de noviembre de 1520, con la constatación de la unión de los dos océanos.

La obra, finalizada el 13 de junio de 2018, dará paso a su continuación: ... *Y Elcano circunnavegó la Tierra*.

La Comisión Nacional del V Centenario aprobó la inclusión de las obras en el programa oficial de actividades. Como complemento, en el enlace <https://bit.ly/2Ang2A4> se puede

acceder a la presentación de las obras en el programa *La hora cultural de TVE 24h*.

Antonio PINTOS PINTOS



(Reserva)

GARCÍA-TORRALBA PÉREZ, Enrique: *Buques menores y fuerzas sutiles españolas (1700-1850)*.— (ISBN: 978-84-939303-7-0). Editado por el Fondo Editorial de Ingeniería Naval, 2019, 728 páginas.

Enrique García-Torralba Pérez, abogado e historiador especializado en historia naval española, es autor de varios libros (*La artillería naval española*

en el siglo XVIII, *Los navíos de la Real Armada 1700-1860*, *Las fragatas de vela de la Armada española 1600-1860*), así como de diversos artículos publicados en la *Revista de Historia Naval*, *REVISTA GENERAL DE MARINA* y en la *Drasana* del Museo Marítimo de Barcelona. En sus 728 páginas, este libro describe 33 clases de buques, con cerca de 1.800 unidades, de las que 1.465 vienen identificadas por sus nombres, además de otros cientos de los que solo se conoce el número de unidades. La descripción de estas embarcaciones, con sus características físicas y operativas, su comportamiento marinero, sus dotaciones, aparejos, capacidades y evolución, su puesta en servicio y baja, da una idea del importante trabajo de investigación que podemos encontrar en sus páginas.

Posiblemente el aspecto más novedoso de este libro es precisamente que trata sobre los buques de menor porte, sobre los cuales apenas se habían realizado estudios sistemáticos o investigaciones, no existiendo antecedentes publicados. Destacar la valentía del autor al abordar una obra de estas características, con las dificultades que entraña por la gran cantidad y diversidad de embarcaciones. En definitiva, puede considerarse un libro pionero, que aborda un tema sobre el que apenas se ha escrito y que, desde luego, servirá para conocer más a fondo nuestra historia y nuestros museos.

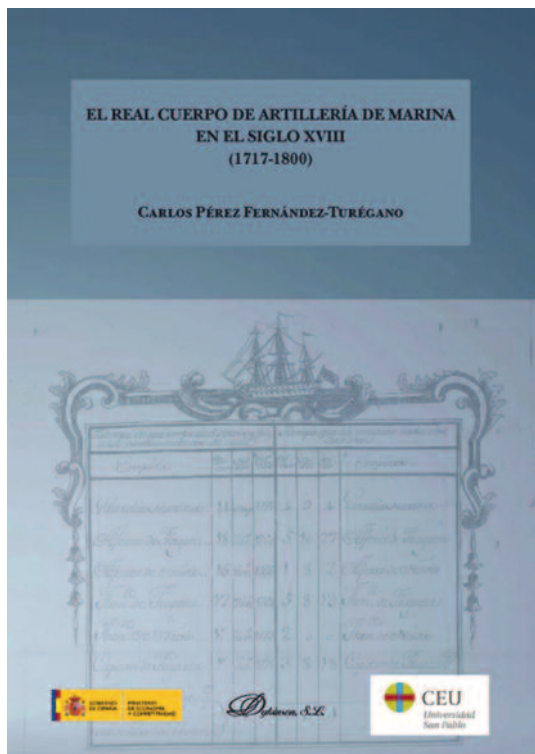


Nicolás MONEREO ALONSO



(Ing.)

PÉREZ FERNÁNDEZ-TURÉGANO, Carlos: *El Real Cuerpo de Artillería de Marina en el siglo XVIII (1717-1800)*.—(ISBN: 978-84-9148-530-8). Editorial Dykinson, Madrid, 2018, 230 páginas.



Una de las grandes lagunas de nuestra historia naval ha sido siempre la creación, organización y evolución de la Artillería en la Armada, a pesar de la gran importancia que tiene en el combate naval. *El Real Cuerpo de Artillería de Marina en el siglo XVIII, (1717-1800)*, obra de Carlos Pérez Fernández-Turégano, doctor en Derecho y profesor titular de Historia del Derecho en la Universidad CEU-San Pablo, marca un punto de inflexión acerca de esta cuestión.

El autor identifica el precedente en la Escuela de Artilleros Navales de Sevilla del siglo XVI, dependiente de la Casa de Contratación, para adentrarse en la labor renovadora llevada a cabo en el XVIII por José Patiño y Rosales, reorganizando un Cuerpo que

se encargaría de instalar, manejar y mantener las piezas de artillería que llevaban los buques de la Armada: las brigadas de Artillería.

Continúa describiendo la creación formal en 1763 del Real Cuerpo de Artillería y finaliza con un apéndice conteniendo un corpus legislativo y documental resultado de una profunda investigación llevada a cabo en los archivos de Simancas y Viso del Marqués.

Francisco Javier PÉREZ VILLALONGA





El Juan Carlos I entrando en dique, abril de 2010.
(Fotografía facilitada por Raúl Villa Caro).





GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE DEFENSA

SECRETARÍA
GENERAL
TÉCNICA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE PUBLICACIONES
Y PATRIMONIO CULTURAL

