

# EL DESARROLLO DE LA INGENIERÍA NAVAL EN ESPAÑA: 250 AÑOS DE HISTORIA

Rodrigo PÉREZ FERNÁNDEZ  
Universidad Politécnica de Madrid (UPM)  
Jaime PÉREZ MARTÍNEZ  
(colaborador)

Recibido: 24/12/2020 Aceptado: 04/11/2021

## Resumen

Este año se celebra el 250.º aniversario de la creación del Cuerpo de Ingenieros de Marina (1770), hito que marca el inicio de los estudios de ingeniería naval. Y han sido muchas las personalidades que han participado en la génesis y desarrollo de la ingeniería naval en España.

Para que España mantuviese la reputación en el contexto de las potencias europeas, era necesario disponer de un ejército eficaz y constituir unas fuerzas navales capaces de sustentar los objetivos dinásticos de la Corona, esto es, de contribuir a la defensa de un vasto imperio transoceánico y asegurar en la medida de lo posible la seguridad del comercio con ultramar. Por este motivo, el secretario de Estado José Patiño crea el Cuerpo General, de funciones propiamente militares desarrolladas en la mar, y el Cuerpo de Ministerio (Intendencia), de carácter económico y con funciones de gestión. Asimismo, se instituye en 1717 la Academia de Guardias Marinas de Cádiz, y se ordena también la construcción del primer astillero moderno de nuestro país: el Real Arsenal de La Carraca, al que seguirían en 1749 el de Cartagena y en 1751 el de Ferrol.

En 1765, los nuevos compromisos militares de España, así como los avances tecnológicos, obligan a dar un nuevo enfoque a la construcción naval española, giro que implementará Francisco Gautier (1733-1800), inspirador de la creación del Cuerpo de Ingenieros de Marina y de sus academias de formación.

En este artículo se trazará la trayectoria de la tecnología naval española en los últimos 250 años, cuyo desarrollo permitió a España el control y dominio de mares y océanos, y como consecuencia de ello, adentrarse en un nuevo mundo y conseguir dominarlo.

*Palabras clave:* arsenales, historia construcción naval, ingenieros navales.

## Abstract

This year marks the 250<sup>th</sup> anniversary of the creation of the Spanish Navy Engineers Corps (1770), the birth of naval engineering studies in Spain. And there have been many prominent figures who have participated in the creation and development of naval engineering in Spain.

In order to retain its position in the context of the European powers, it was necessary to possess an effective army and naval forces (navy) capable of serving the dynastic ambitions of the crown. That is, to contribute to the defence of a vast transoceanic empire and to ensure the safety of overseas trade. Therefore, the Secretary of State José Patiño created the “*Cuerpo General*” (General Corps), with military duties at sea, and the “*Cuerpo de Ministerio*” (Ministry Corps, known as “*Intendencia*”), with economic and managerial responsibilities. Likewise, in 1717, the Academy of Midshipmen of Cádiz was established. He also commissioned the construction of the first modern shipyard in our country, the Royal Shipyard of La Carraca, which would be followed in 1749 by that of Cartagena and Ferrol in 1751.

In 1765, as a result of Spain’s new military commitments and technological developments, a new approach to Spanish shipbuilding was required. This was carried out by Francisco Gautier (1733-1800), who inspired the creation of the Navy Engineers Corps together with its training academies.

This paper will discuss the development of naval technology over the last 250 years, which allowed Spain to rule the seas, and as a consequence, to reach and conquer the New World.

*Keywords:* Navy, shipyard, shipbuilding history, naval engineers.

## Antecedentes

El desarrollo de la tecnología naval y su liderazgo en este campo permitieron a España controlar y dominar los mares y océanos, y como consecuencia de ello, descubrir un nuevo mundo, adentrarse en él y llegar a dominarlo. El dominio de los mares se convirtió en una fuente de oportunidades que España aprovechó para convertirse en la mayor y más duradera potencia mundial.

Los mares, que durante muchos siglos fueron una frontera infranqueable que impidió a Europa conocer el mundo en toda su extensión, permitieron a la huma-

nidad evolucionar de la Edad Media al Renacimiento gracias al descubrimiento de nuevos continentes y de nuevas materias primas y materiales, y conectar diferentes culturas, así como ensanchar los límites del conocimiento, favoreciendo todo ello la creación de conocimiento y la generación de nuevas tecnologías.

Dicha frontera solo pudo ser superada gracias a los marinos y al diseño y desarrollo de embarcaciones capaces de surcar los océanos en condiciones adversas, a la creación de instrumentos de navegación que permitiesen conocer la posición precisa de los buques, y a las exploraciones, cuyas travesías posibilitaron la realización de levantamientos cartográficos de nuestro planeta.

El espíritu emprendedor, la búsqueda de riquezas y los avances tecnológicos llevaron a España a dominar los mares y océanos, y a acceder a recursos desconocidos hasta esa fecha. Entre esas gestas se encuentra la primera circunnavegación del globo de *Juan Sebastián de Elcano* (1486-1526), que sustituyó a *Fernando de Magallanes* (1480-1521) tras el fallecimiento de este en la batalla de Mactán. Esta expedición (1519-1522), en la celebración de cuyo 500.º aniversario nos hallamos inmersos, cambió para siempre el comercio internacional.

Por su gran relevancia, destaca el descubrimiento del continente americano, que permitió a España erigirse en potencia mundial. La época de riqueza y esplendor que inauguró el descubrimiento y colonización de América no se restringió a España, sino que se extendió a Europa, considerándose uno de los hechos y acontecimientos más relevantes de la historia mundial.

## Finales del siglo XVII y comienzos del XVIII

Para mantener la reputación en el contexto de las potencias europeas, la Monarquía debía disponer de un ejército eficaz y constituir unas fuerzas navales capaces de sustentar los objetivos dinásticos y, en definitiva, de contribuir a la defensa de un vasto imperio transoceánico y asegurar en la medida de lo posible la seguridad del comercio con ultramar.

Sin embargo, cuando llega al trono español *Felipe V* (1683-1746), primer Borbón y nieto de *Luis XIV* (1638-1715) de Francia, a principios del siglo XVIII, el estado de las fuerzas navales de la Monarquía era un reflejo de la decadencia de esta. La marina de guerra apenas disponía de una exigua fuerza limitada a 17 galeones, 8 fragatas, 4 brulotes y 7 galeras. Felipe V revertirá esa tendencia decadente haciendo del siglo XVIII el del apogeo de la Armada española.

Felipe V y su secretario de Estado, *José Patiño* (1670-1736), vieron la necesidad de disponer de una Armada adecuada al vasto imperio que había que proteger, e iniciaron la construcción de los buques e infraestructuras necesarias para ello. El objetivo era garantizar la seguridad de las costas y la defensa y conexión con ultramar, así como alcanzar un concierto internacional de poder más equilibrado. Por este motivo, Patiño crea el *Cuerpo General*, de funciones militares en la mar, y el *Cuerpo de Ministerio* (Intendencia), de

carácter económico y con funciones de gestión. Asimismo, se instituye en 1717 la *Academia de Guardias Marinas de Cádiz*. Ordena también la construcción del primer astillero moderno de nuestro país, el *Real Arsenal de La Carraca*, al que seguirían el de *Cartagena* (1749) y el de *Ferrol* (1751).

Durante la primera mitad del siglo XVIII, hombres como *Gaztañeta* (1656-1728) fabricaron los mejores navíos de línea españoles del momento, cuyo modelo constructivo sería copiado por ingleses y franceses en sus nuevas construcciones. Este impulso al perfeccionamiento del arte de la construcción naval permitió el extraordinario crecimiento de la Armada española en el transcurso de ese siglo, como puede apreciarse en la figura 1.

Este periodo coincide con la Ilustración, durante la que las ciencias aplicadas y la ingeniería gozan de una promoción excepcional, algo que benefició en gran medida a una flota cuya construcción estaba tradicionalmente basada en artesanos, y cuyo diseño y producción a partir de entonces fueron producto de la aplicación del método científico.

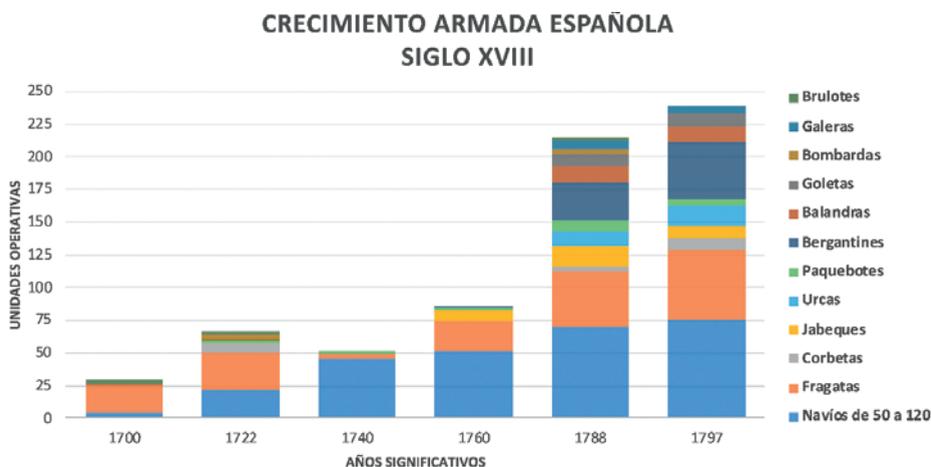


Figura 1. Crecimiento de la Armada española durante el siglo XVIII. Elaboración propia con datos de FERNÁNDEZ DURO, C.: *A la mar, madera*.

El Almirantazgo fue el instrumento que permitió a *Zenón de Somodevilla* y *Bengoechea* (1702-1781), más conocido como el *marqués de la Ensenada* y del que se hablará más adelante, llevar a cabo una decidida política de reorganización de la Armada. En estos años se publicaron las *Ordenanzas de Marina* y la *Ordenanza de Montes* (ambas en 1748), se fomentó la producción de materias primas (madera, brea y cáñamo), y se creó la infraestructura necesaria para abastecer a la industria naval y los arsenales. El marqués de la Ensenada envió espías e informantes a los países de Europa cuya experiencia y tecnología pudieran ser aprovechables. Esta red reclutó personal técnico, sustrajo secretos industriales y envió artefactos y manuscritos técnicos para

las fabricaciones, así como planos, mapas y libros. En este orden de cosas, por su particular relevancia para la Armada destacaremos las bien conocidas misiones de espionaje de *Jorge Juan* (1713-1773) en Inglaterra y de *Antonio de Ulloa* (1716-1795) en los principales puertos y arsenales europeos. Las aportaciones científicas de ambos fueron tan notables y alcanzaron tal reconocimiento internacional que uno y otro ingresaron en la Royal Society. Los conocimientos técnicos provenientes del extranjero introducidos por Jorge Juan resultarán vitales para la reforma de la Armada, al igual que sus publicaciones técnicas, como *Compendio de navegación* (1757) y *Examen marítimo* (1771). También resultó decisiva la aportación de los artesanos y constructores que trajo consigo de Gran Bretaña, quienes introdujeron el sistema inglés, el cual era, en realidad, una transformación del impuesto por *Cipriano de Austrán y Oliver* (1697-1773), cuyas innovaciones puede decirse que supusieron la primera revolución de la construcción española de navíos de línea.

### Finales del siglo XVIII

En 1765, los nuevos compromisos militares de España (protección de los convoyes provenientes de la Carrera de Indias para mantener el monopolio del comercio con América y Filipinas, apoyo a la independencia de las Trece Colonias norteamericanas, y defensa de los territorios de ultramar), así como los avances tecnológicos y artilleros, el incremento del tamaño de los buques y la importancia táctica de la velocidad de estos, obligan a dar un nuevo enfoque a la construcción naval española. Su artífice será *Francisco Gautier* (1733-1800), inspirador de la creación del Cuerpo de Ingenieros de Marina y de sus academias de formación en 1770. Estas, junto con los factores mencionados anteriormente, determinaron que en este periodo aumentara sensiblemente el tonelaje total de la Marina.

Las mejoras introducidas por Francisco Gautier fueron educativas, organizativas y constructivas. Sus diseños tenían como objetivo fortalecer la resistencia de las naves y, al propio tiempo, aumentar su velocidad y maniobrabilidad. Es notable la reducción del uso de madera de estos buques, no solo por cuestiones de peso, sino también por el empleo óptimo de aquella. Durante la segunda mitad del siglo XVIII, la escasez de recursos forestales en España había convertido el suministro de madera para la construcción naval en un problema que influyó en el diseño de las nuevas construcciones y en el mantenimiento de la Flota.

El reinado de *Carlos III* (1716-1788) trae consigo la creación del *Cuerpo de Ingenieros de Marina*, concebido como un cuerpo técnico facultativo, bajo el mando de un *inspector general* que se encargaba de supervisar el creciente gasto de los astilleros. Durante su reinado se asistirá a la botadura de numerosas unidades, lo que incrementa extraordinariamente el poder naval español, pero también los costes de producción y mantenimiento de la Flota, por lo que la mencionada transformación naval es tan necesaria. En 1779 Ferrol vio su

primer navío de tres puentes, el *Purísima Concepción*, que con un porte de 112 cañones fue uno de los mayores navíos de línea de su tiempo, resultado de las investigaciones realizadas por Francisco Gautier en los planos de los barcos de línea *Santísima Trinidad*, *Royal Louis* (francés) y *Royal George* (británico). Sin embargo, cabe señalar que el *San Juan Nepomuceno*, que vio la luz en 1766, fue el primer navío que se construyó empleando el sistema francés de Gautier.

## Siglo XIX

A la muerte de *Fernando VII* (1784-1833), en 1833, la Armada española contaba únicamente con 8 embarcaciones ligeras, 7 goletas, 8 bergantines, 4 corbetas, 5 fragatas y 3 navíos de línea. Todas estas unidades estaban en situación operativa bastante precaria. En 1847 se encargó al ministro de Marina, *Mariano de las Mercedes Roca de Togores y Carrasco* (1812-1889), la reorganización de los cuerpos de la Armada, y se inició la construcción y adquisición de 39 buques de vela y vapor que contabilizaban 484 cañones. Entre estas adquisiciones cabe destacar el *Blasco de Garay*, un vapor de guerra de 350 caballos construido en 1845 por *Money & H. L. Wigram* en *Blackwall*, el cual se considera el primer buque de guerra contratado en Reino Unido. Su construcción la supervisó *Casimiro Vigodet y Garnica* (1787-1872). Ese mismo año se construye en Pasajes otro vapor, el *Alerta*, aunque su máquina sigue siendo extranjera<sup>1</sup>. Durante esta reestructuración de la Armada, en 1848 se volvería a crear el Cuerpo de Ingenieros, cuya escuela, establecida en San Fernando, no llegó a entrar en funcionamiento hasta 1860, cuando se reubicó en Ferrol con el nombre de Escuela Especial de Ingenieros. Permaneció en funcionamiento hasta 1885, año en que se ordenó de nuevo su cierre.

Con la llegada al trono de *Alfonso XII* (1857-1885), en 1874 se inicia un periodo de estabilidad política que permite retomar el esfuerzo constructivo y de adquisición de nuevas unidades para reforzar la Armada. Igualmente se dedica un esfuerzo especial a la mejora de las infraestructuras de los arsenales. Un ejemplo es la inauguración en 1879 del *dique de la Campana* en Ferrol, construido bajo la dirección del ingeniero de la Armada *Andrés Avelino Comerma y Batalla* (1842-1917)<sup>2</sup>. Entre las adquisiciones de este periodo se encuentra el primer acorazado español, el *Pelayo*, construido en 1888 en los astilleros *Forges et Chantiers de la Méditerranée* bajo la supervisión de *Miguel Rechea Hernández* (1856-1933), del que se hablará más adelante. Pese a su fecha de construcción, el *Pelayo* no entró en combate durante la guerra hispano-norteamericana. Ese mismo año se bota el primer submarino de propulsión eléctrica, diseñado por uno de los más grandes innovadores de la

---

(1) LEIRA PLACER.

(2) MORENO y GASSÓ.

Armada, Isaac Peral y Caballero (1851-1895). Su diseño incluía un sistema de descarga de torpedos, que fue probado pero finalmente no se incorporó a las capacidades navales españolas.

## Siglo xx

Al perder España, en 1898, los últimos territorios de ultramar, la construcción naval del país sufrió una gran contracción, lo que llevó a gran número de oficiales a trabajar en la construcción de barcos civiles. La demanda de ingenieros navales cualificados aumentó en un sector cuyos técnicos carecían de los conocimientos de los de la Armada, y por lo tanto la necesidad de civiles formados en construcción naval se hizo cada vez más evidente. De ahí que en 1910 se restablezca por segunda vez el Cuerpo de Ingenieros, y que en 1914 se cree la Academia de Ingenieros y Maquinistas, para oficiales de la Armada y civiles. Sin embargo, habrá que esperar a 1917 para que un civil finalice sus estudios en la academia, en situación conocida como «*alumno libre*». Los alumnos oficiales y los libres coexistirán hasta 1931, cuando la Armada decide el cierre de la *Academia de Ingenieros y Maquinistas*, en la que el ingreso de oficiales había sido suspendido en 1926. Ese mismo año, el gobierno de la Segunda República reorganiza las fuerzas armadas y declara el cuerpo a extinguir, destino que compartirán otros cuerpos de la Armada, incluyendo *Infantería de Marina* y *Artillería*. A pesar de que esta orden se mantuvo en vigor poco tiempo, se crea la situación perfecta para solicitar la transferencia de las competencias educativas en materia de ingeniería naval del *Ministerio Marina* al *Ministerio de Educación*, llamado de «Instrucción Pública y Bellas Artes» en esos años.

Coincidiendo con la orden del Consejo de Ministros, durante el reinado de *Alfonso XIII* (1886-1941), de construir los cruceros *Canarias* y *Baleares*, basados en la *clase County*, en 1929 se creó el *canal de ensayos de El Pardo*. Dicho canal continúa operando actualmente con el nombre de *Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo* (CEHIPAR), cuyos ensayos y estudios no se restringen al ámbito militar, sino que se extienden a la marina comercial, la pesquera y la de recreo. Es de señalar que el CEHIPAR es miembro de la *International Towing Tank Conference* (ITTC), a la que acude desde 1948.

El ingeniero naval *Áureo Fernández Ávila* (1895-1968) se dio cuenta de la necesidad de promover la práctica del diseño de naval, por lo que en 1929 funda la *Asociación de Ingenieros Navales de España* (AINE) y su revista, *Ingeniería Naval*, que ve su primer número en septiembre de ese mismo año. A pesar del carácter civil de la institución, sus miembros fundadores procedían del ámbito militar.

*Miguel Rechea*, ingeniero de la Armada y primer presidente de la AINE, considerado uno de los mayores referentes en la construcción naval española, luchó por conseguir la creación de la *Escuela Especial de Ingenieros Navales*

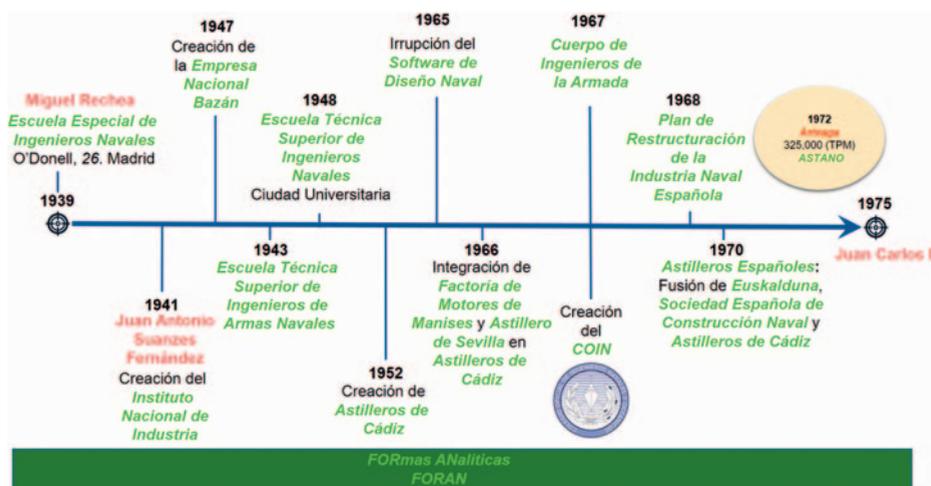


Figura 2. Construcción naval en España (1939-1975). FUENTE: FERNÁNDEZ CASADO, Diego: «250 años de ingeniería naval en España»

fuera del ámbito de la marina militar. No logró ver satisfechos sus afanes en vida, ya que murió en agosto de 1933, pero consiguió del presidente del Consejo de Ministros la promesa de que se crearía. Cumplida esta promesa unos años después, en 1939 se graduó la primera promoción de la escuela, tal como puede verse en la figura 2.

La sede de la escuela, en sus primeros años, fue itinerante, de modo que conoció varias ubicaciones de Madrid, entre las que se puede destacar el inmueble de la calle O'Donnell 26, que se adecuó para la enseñanza al concluir la Guerra Civil. Esta situación de itinerancia se mantuvo hasta 1948, año en que la sede recibe el nombre de *Escuela Especial de Ingenieros Navales* (véase fig. 3), que años más tarde fue rebautizada como *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales* (ETSIN). Los estudios de ingeniería naval permanecerían centralizados en la ETSIN hasta la aparición, en 1982, de esta disciplina en Ferrol. Este proceso descentralizador continuó y hoy son varios los centros, repartidos por el territorio nacional, que imparten enseñanza sobre la materia; sin embargo, todos ellos han permanecido bajo la dependencia orgánica del Ministerio de Educación, con una única excepción: la *Escuela de Ingenieros de Armas Navales* (ETSIAN), fundada en 1943. Esta institución ofrece actualmente cursos de formación para el *Cuerpo de Ingenieros de la Armada española*, entre otras actividades docentes avanzadas.

Con la creación del *Instituto Nacional de Industria* (INI), en 1941, aparece el mayor grupo empresarial del país. *Juan Antonio Suanzes Fernández* (1891-1977), ingeniero naval de la Armada, dirige el instituto, que nacía para impulsar la reconstrucción del tejido industrial de España, destrozado tras la Guerra

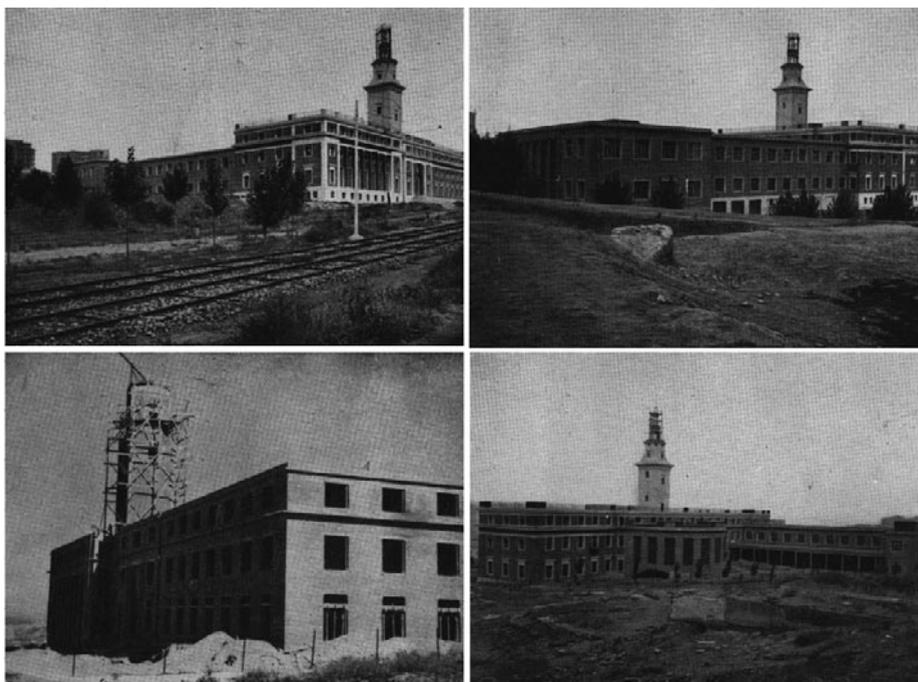


Figura 3. Escuela Especial de Ingenieros Navales durante su construcción (1943)

Civil. El INI incorpora los astilleros militares en 1947, cuando el Estado toma el control de los mismos, creando la Compañía Nacional Bazán, para la construcción y mantenimiento de la flota española. El INI fue transformado en la *Sociedad Estatal de Participaciones Industriales* (SEPI) en 1995. Tras numerosas fusiones entre astilleros militares y civiles de toda España, en 2005 se crea el astillero estatal Navantia, que sigue perteneciendo a la SEPI. En la actualidad, Navantia exporta a todo el mundo buques tanto civiles como militares, y en su cartera figuran clientes tan notables como las marinas noruega y australiana.

La revitalización del sector trae un crecimiento del número de ingenieros navales, por lo cual se hizo evidente la necesidad de crear un organismo oficial encargado de la organización de la profesión. Por lo tanto, en 1967 se creó el *Colegio Oficial de Ingenieros Navales* (COIN), para proteger sus intereses. En los años posteriores a la «crisis del petróleo», el diseño naval español experimentó un renacimiento con desarrollos tecnológicos que permitieron a la Armada poner fin a la adquisición externa y controlar plenamente las fases de diseño y construcción. Esta nueva generación de buques incluye cazaminas, buques de acción marítima, fragatas, submarinos y, más recientemente, buques de proyección estratégica.

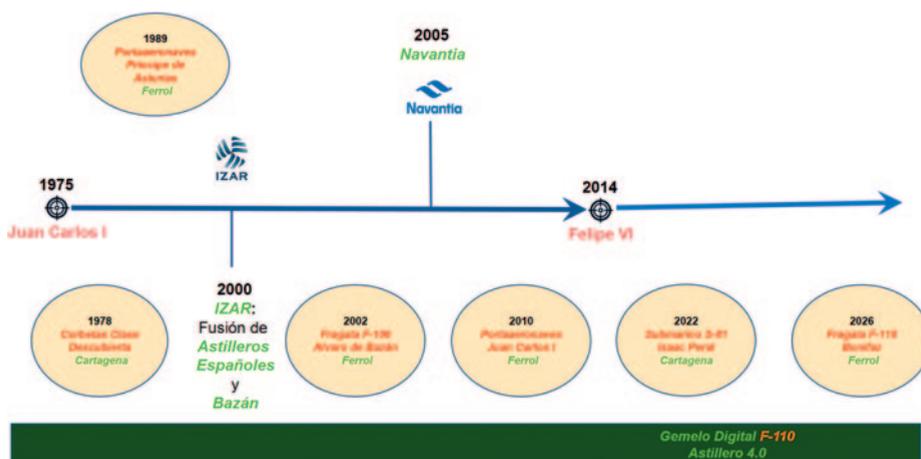


Figura 4. Construcción naval en España (1975-2026). FUENTE: FERNÁNDEZ, CASADO, Diego: «250 años de ingeniería naval en España»

## Siglo XXI

A comienzos del siglo XXI (véase fig. 4), Astilleros Españoles y la Empresa Nacional Bazán se integraron en un único grupo estatal, llamado entonces IZAR. De la unión de ambas empresas de construcción naval, una civil (Astilleros Españoles) y la otra militar (Bazán), surgió en 2005, tras varias desinversiones en el grupo, Navantia.

Navantia se encuentra en estos momentos inmersa en el diseño de las fragatas de nuevo cuño de la clase Bonifaz, proyecto que servirá para que los principios y tecnologías de la Industria 4.0 se apliquen al sector naval, lo que reducirá los costes tanto de construcción como de sostenimiento.

## Conclusiones

Como conclusión debemos mirar al futuro, conociendo los aciertos y desaciertos del pasado, para así mejorar la ingeniería naval y oceánica, ámbito donde la aplicación de tecnologías 4.0 será una oportunidad para elevar a la industria naval española hasta una posición de liderazgo tecnológico en el mundo. La *fragata F-110* será el catalizador para incorporar nuevas tecnologías y fomentar la innovación en el ecosistema industrial, sin olvidarnos del aprovechamiento sostenible de los recursos oceánicos, entre los que asistimos al crecimiento de las energías renovables marinas.

El mar es, de nuevo, la frontera hacia un nuevo mundo, un espacio de riquezas y oportunidades, en muchos aspectos inaccesibles hasta el momento por la falta de *know-how* e inversiones que nos acercaran a las mismas.

Podríamos decir que, para aprovechar estas oportunidades, deben implementarse los avances tecnológicos e innovaciones pertinentes.

Estas líneas también debieran servir para recordar a aquellas personas que entregaron su vida en aras de mejorar la construcción naval (desde la construcción de arsenales y astilleros, a la creación de los estudios de ingeniería naval), y que pusieron todas sus habilidades al servicio de esta tarea nacional e incluso mundial, teniendo la mayoría de ellos un gran prestigio fuera de nuestras fronteras.

### **Bibliografía**

- FERNÁNDEZ CASADO, Diego: «250 años de ingeniería naval en España», ponencia en la mesa redonda *250 años de ingeniería naval. De Carlos III a Felipe VI*, organizada por el Colegio Oficial de Ingenieros Navales (COIN), 25 de junio de 2020.
- FERNÁNDEZ DURO, Cesáreo: *A la mar, madera*, Imprenta, Estereotipia y Galvanoplastia de Aribau y C.<sup>a</sup> (Sucesores de Rivadeneyra), Madrid, 1880.
- LEIRA PLACER, Jesús: «Evolución de la propulsión mecánica en la Armada española», en *Maquinistas de la Armada (1850-1990)*, Instituto de Historia y Cultura Naval, Madrid, 1991.
- MORENO, Xavier, y GASSÓ, Magdalena: «El ingeniero naval Andrés A. Comerma Batalla (1842-1917)», en *Congrés d'Història marítima de Catalunya*, 2002.