



INGENIERÍA naval

REVISTA DEL SECTOR MARÍTIMO

sectormaritimo.es

AÑO XCIV · N°1044 · ABRIL 2025



VIKING supplies a full range of lifeboats, rescue boats and davits, combining superior performance, proven durability and **global service excellence**

VIKING LIFE-SAVING EQUIPMENT Iberica S.A.
Camino Raposeira, 34 - Nave 2 - 36214 Vigo - Spain
Tel.: +34 98 64 21 44 5 - email: VIKING-E@viking-life.com



BUQUE POLIVALENTE

HEROÍNAS DE SÁLVORA

CONSTRUCCIÓN NAVAL MÁS DESTACADA DEL AÑO 2024 EN ESPAÑA RECONOCIDA POR LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS NAVALES Y OCEÁNICOS DE ESPAÑA



SOSTENIBILIDAD
PLANTA PROPULSORA
DIESEL-ELÉCTRICA ECO



COMBINA
FUENTES



REDUCE COSTOS
E IMPACTO



30%

Operaciones de
posicionamiento
dinámico

15%

Horas de
funcionamiento
de motores

33-38% total

Brazos de
barrido lateral

Bote de rescate
rápido (BR)

Cañones de agua
contra incendios Fifi2

(Color blanco para
disipar el calor)

Cámara FLIR

Grúas para
materiales pesados

Bote de
trabajo (ER)

CONEXIÓN
ELÉCTRICA
A PUERTO

DRONES

ISAR 801

Peso máximo: 200 kg

Autonomía: 4-5 h

Alcance: 150 km

Velocidad de crucero:
55 nudos



Hangar (2 unidades)

Cubierta drones

Brazos de
barrido lateral
de contaminación

Barreras

Skimmers
(recuperador de
hidrocarburos por
aspiración)

Tanques de
almacenamiento
(1.800 m³)

EQUIPOS LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Eslora: 82 m

Manga: 18 m

GT (Tonelaje bruto): 3.966 toneladas

NT (Tonelaje neto): 1.190 toneladas

Capacidad: 16 personas (tripulación) 24 técnicos

Tiro a punto fijo: 213 toneladas

Potencia instalada: 14.860 kW

Velocidad máxima: 17,6 nudos

Funciones: remolque, rescates, anticontaminación, contra incendios o misiones de apoyo con personal externo de operaciones especiales

LA FLOTA MARÍTIMA DE SALVAMENTO MARÍTIMO

Esloras entre 56 y 82 metros

5

Buques polivalentes de salvamento
y lucha contra la contaminación

Esloras entre 40 y 63 metros

9

Remolcadores
de Salvamento

Búsqueda y rescate con una
eslora de 40 metros

5

Embarcaciones
"Guardamares"

Búsqueda y rescate con
esloras de 15 a 21 metros

56

56 embarcaciones "Salvamares"

Búsqueda y rescate con
esloras de 15 a 21 metros

42

embarcaciones de Salvamento Marítimo
ligeras operadas por Cruz Roja



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES
Y MOVILIDAD SOSTENIBLE

DIRECCIÓN GENERAL
DE LA MARINA
PERCANTANTE



Salvamento
Marítimo

Redacción

N.º 1044 • ABRIL • 2025

Revista editada por la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España.
Fundada en 1929 por Aureo Fernández Ávila, I.N.

PRESIDENTE DE AINE Y DE LA COMISIÓN DE LA REVISTA

Diego Fernández Casado, I.N.

VOCALÉS DE LA COMISIÓN DE LA REVISTA

Francisco Pérez Villalonga, Dr. I.N.

Jesús Valle Cabezas, Dr. I.N.

Luis Guerrero Gómez, Dr. I.N.

Raúl Villa Caro, Dr. I.N.

REDACCIÓN

Verónica Abad Soto, I.N. (Redactora Jefe)

PUBLICIDAD

David Sánchez Rosado

Tel: 682 120 545

comercial@ingenierosnavales.com

revista@sectormarítimo.es

ADMINISTRACIÓN

Noemí Cezón López

DIRECCIÓN

Castelló, 66 - 28001 Madrid

Tels.: 915 751 024 / 915 771 678

e-mail: revista@sectormarítimo.es

www.sectormarítimo.es

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

DiseñoPar Publicidad S.L.U.

parpubli@parpubli.com

www.parpubli.com

IMPRESIÓN

Imedisa Material de Oficina, S.L.

Tel: 914861606

SUSCRIPCIÓN ANUAL

SUBSCRIPTION FEE (2025):

Electrónica general 90,00 €

Electrónica estudiantes 45,00 €

Papel + electrónica 110,00 €

(sólo España)

SUSCRÍBETE AQUÍ:
sectormarítimo.es



AÑO XCIV • N.º 1044

abril 2025

Publicación mensual

ISSN: 0020-1073

Depósito Legal: M 51 - 1958

REVISTA DEL SECTOR MARÍTIMO



NOTAS:

No se devuelven los originales. La Revista de Ingeniería Naval es una publicación plural, por lo que no necesariamente comparte las opiniones vertidas por sus colaboradores en los artículos, trabajos, cartas y colaboraciones publicados, ni se identifica con ellos, y sin que esta Revista, por su publicación, se haga en ningún caso responsable de aquellas opiniones. Los firmantes de los artículos, trabajos, cartas y colaboraciones publicados son autores independientes y los únicos responsables de sus contenidos. Se permite la reproducción de nuestros artículos indicando su procedencia, pero no la distribución de la revista por ningún tipo de medio (electrónico y/o físico).

CONSEJO TÉCNICO ASESOR

D. Francisco de Bartolomé Guijosa
D. Manuel Carlier de Laval
D. Rafael Gutiérrez Fraile
D. José María de Juan-García Aguado
D. Nandi Lorensu Jaesuria
D. Miguel Ángel Palencia Herrero
D. Mariano Pérez Sobrino
D. Jesús Valle Cabezas

259. artículo técnico

“On the integration of the helicopter on the next generation of CSOVs to enhance the operability of offshore wind farms”, por A. García; D. Molero; S. de Guzmán; A. Martínez. N. Vivar.

“Amoníaco seguro: como superar su toxicidad facilitando el almacenamiento, manejo y utilización de forma completamente segura”, por J. F. Plaza; J. Álvarez; A. Jurado; J. A. Durango

287. conectados

310. actualidad

314. coyuntura del sector naval

“No es el fin de la historia, es el comienzo de otra historia”, por J-E. Pérez García

330. guía de empresas

287 conectados

Comida de Hermandad
de la delegación territorial
del COIN en Andalucía





314

coyuntura

No es el fin
de la historia,
es el comienzo
de otra historia



312

actualidad

Proyecto SMarAI, inteligencia
artificial en las emergencias
marítimas



290

conectados

64 Congreso
Internacional de
Ingeniería Naval e
Industria Marítima

Editorial

Cruzando fronteras

Desde el pasado mes, os venimos informado sobre la próxima edición de las 15^{as} Jornadas Técnicas organizadas por el Grupo de Trabajo Energías Marinas – ENERMAR (PAT 18) de la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España. Este año tendrán lugar, por primera vez, fuera del territorio nacional, concretamente en Viana do Castelo (Portugal) del 25 al 27 de junio próximos.

La inauguración de las Jornadas, tendrá lugar el 25 de junio a las 19:00 h en la Cámara Municipal de Viana do Castelo con la participación de representantes de la Ordem dos Engenheiros, del Instituto Politécnico de Viana do Castelo y autoridades locales. Las ponencias técnicas y mesas redondas tendrán lugar en el auditorio del Instituto Politécnico de Viana do Castelo. La conferencia de apertura correrá a cargo del CEO de Wavec, Marco Alves.

Las diferentes conferencias técnicas están clasificadas en cuatro grandes paneles:

- Desafíos y soluciones de la industrialización: puertos, operaciones y cadena de suministro
- Herramientas digitales y gestión integrada de proyectos offshore
- Energías renovables flotantes en entornos portuarios y offshore: solar fotovoltaica y soluciones integradas
- Energía undimotriz: de la evaluación de recursos a la operación con gemelos digitales
- Innovaciones en hidrodinámica y comportamiento estructural de los aerogeneradores eólicos offshore flotantes
- Pilares para la industrialización de la energía eólica flotante: planificación, operación y seguridad

El cierre de “fiesta” incluirá la visita al primer parque eólico marino flotante de Europa, WindFloat Atlantic. El programa preliminar al completo podéis consultarlo en la página web oficial: <https://pat18-enermar.ingenierosnavales.com/programa/>

Las inscripciones ya están abiertas a un precio especial antes del 31 de mayo.



COMPROMETIDO CON CADA PROYECTO

DEEPLY COMMITTED TO EVERY PROJECT



nodosa
shipyard 



Shipbuilding & Shiprepair

SHIPYARD & MAIN OFFICES

Avda. Ourense s/n (Zona Portuaria) C.P.: 36900 - MARÍN - PONTEVEDRA - SPAIN
Tel: +34 986 88 06 02 - Fax: +34 986 83 81 25 / www.nodosa.com / info@nodosa.com



50 años
nodosa
cumpliendo sueños

On the integration of the helicopter on the next generation of CSOVs to enhance the operability of offshore wind farms



Aarón García, I. N.



Daniel Molero Medina, I. N.



Santiago de Guzmán, I. N.

Trabajo presentado en el 64º Congreso Internacional de Ingeniería Naval e Industria Marítima, celebrado en Gijón del 26 al 28 de marzo de 2025. 1º premio

ÍNDICE

Abstract / Resumen

1. Introduction

2. The helicopter

2.1. Helicopter value assessment

3. Technical feasibility analysis

3.1. Present the case of analysis:

3.1.1. eCSOV reference vessel

3.1.2. Reference aircrafts

3.1.3. Reference project

3.2. Numerical model

3.2.1. Roll damping

3.2.2. Anti-Rolling Tank

3.2.3. Dynamic Positioning

3.3. Operability Criteria

3.4. Comparative performance

3.4.1. Offshore transfer operations with the gangway

3.4.2. Offshore landing operations with the helicopter

3.4.3. Helicopter operative assessment from the Port

3.4.4. Combined performance of the gangway and helicopter

4. Other considerations

5. Conclusions

6. References

ABSTRACT

As the offshore wind industry grows, construction and service vessels (CSOVs and SOVs) must evolve to improve workability, safety, and environmental performance. Enhancing vessel flexibility

and reducing weather downtime are critical to competitiveness. With the emergence of floating wind farms, new challenges arise in designing the next generation of vessels.

This study explores the integration of helicopters into CSOVs and SOVs, using a

flying deck and hangar to transform the ship into a logistical base for aircraft operations. This configuration enhances accessibility and speed for crew and cargo transfers, improves emergency response capabilities, and extends operational range through onboard refueling.

The paper compares the dynamic performance of a traditional ship (using a gangway for transfers) with the ship-helicopter configuration to assess feasibility from a technical-economic perspective. The analysis references landing limits outlined in [7]. Frequency and time-domain simulations in Orcaflex, calibrated with 2024 model basin tests at CTO, quantify operability improvements. These simulations incorporate PID control for the vessel's dynamic positioning system, ensuring station-keeping during operations. Results demonstrate the potential of the ship-helicopter tandem to improve operational efficiency and meet the demands of future offshore wind projects.

RESUMEN

A medida que la industria eólica marina crece, los buques de construcción y servicio (CSOVs y SOVs) deben evolucionar para mejorar la operatividad, la seguridad y el desempeño. Incrementar la flexibilidad de los buques y reducir los tiempos de inactividad por condiciones meteorológicas son aspectos clave para mantener la competitividad. La aparición de parques eólicos flotantes plantea además nuevos desafíos para el diseño de la próxima generación de embarcaciones.

Este estudio analiza la integración de helicópteros en CSOVs y SOVs, con cubierta de vuelo y hangar, transformando el buque en la base logística para operaciones aéreas. Esto mejora la accesibilidad y rapidez en la transferencia de personal y carga, refuerza

la capacidad de respuesta en emergencias y amplía el alcance operativo mediante el reabastecimiento a bordo.

El documento compara la dinámica de un buque tradicional (con pasarela compensada) con la configuración buque-helicóptero, evaluando su viabilidad técnico-económica. El análisis toma como referencia los límites de aterrizaje definidos en [7]. Simulaciones en dominio temporal y de frecuencia realizadas en Orcaflex, calibradas con ensayos a escala en el CTO en 2024, cuantifican las mejoras operativas. Estas simulaciones integran un control PID del sistema DP del buque, clave para mantener la posición durante las operaciones. Los resultados demuestran el potencial del tándem buque-helicóptero para mejorar la eficiencia operativa y satisfacer las demandas de futuros proyectos eólicos marinos.

1. INTRODUCTION

The offshore wind industry is undergoing rapid expansion, driving the need for specialized construction and service operation vessels (CSOVs and SOVs) that can operate efficiently and safely in increasingly challenging environments. As wind farms move further offshore and transition from fixed-bottom to floating foundations, vessel capabilities must evolve to address new logistical and operational constraints. The industry faces significant challenges, including increased distances from shore, harsher weather conditions, and the need for efficient crew and cargo transfer solutions.

Current offshore operations rely primarily on gangways, daughter crafts, and crew transfer vessels (CTVs) for personnel and cargo movement. However, these methods are highly sensitive to weather conditions and vessel motions, leading to frequent operational downtime and safety concerns. Additionally, many offshore wind farms, located near shore

(up to 60-70 NM), are currently serviced by helicopters. However, expanding beyond this range presents significant logistical challenges due to the reliance on onshore-based helicopter operations. Improving accessibility and reliability in offshore logistics is crucial to maintaining cost-effectiveness and ensuring project success.

One promising avenue for enhancing offshore wind vessel operations is the integration of helicopters, which can complement traditional gangway-based transfer methods. By incorporating a flying deck, a hangar, and onboard refuelling capabilities, CSOVs and SOVs could serve as logistical bases for aircraft operations, offering increased flexibility for crew and cargo transfers, expanded operational range, and enhanced emergency preparedness.

This paper investigates the feasibility of ship-helicopter integration for offshore wind support operations. The study aims to:

- Evaluate the technical and economic implications of using helicopters alongside conventional gangway systems.
- Analyse vessel motion and operability under different sea states and environmental conditions. A reference wind farm in the Norwegian Sea is used to include the metocean data and provides reliable operability ranges.
- The numerical model behind the simulations is calibrated using the model testing campaign of the SEA-1629 conducted at CTO model basin (Poland) in 2024.
- Assess landing safety based on industry standards, referencing the Helideck Monitoring Systems Rev 9b guidelines.
- Quantify operability improvements through numerical simulations in OrcaFlex, incorporating dynamics of the DP in the simulations, through a PID controller implemented by Seaplace.

The scope of this study includes frequency and time-domain analyses to compare the dynamic performance of a conventional CSOV/SOV using a gangway with a modified vessel capable of helicopter operations. The findings contribute to the ongoing development of next-generation offshore wind support vessels by highlighting potential efficiency gains and operational advantages of a ship-helicopter tandem approach.

For this study, the authors have used a new generation eCSOV designed by Seaplace for Bibby Marine, fitted with a helideck onboard. For the aircraft, two helicopter types (H145, and H175) from Airbus Helicopters are considered.

2. THE HELICOPTER

2.1. Helicopter Value Assessment

The value of helicopter utilization will be determined by the overall increase in turbine accessibility, as demonstrated by simulations when compared to the exclusive use of the CSOV with a gangway.

The assessment should compensate for the initial integration costs by considering the following factors:

- Increased turbine productivity.
- Enhanced efficiency of technical personnel, reducing the number of technicians required per shift.
- Faster crew-transfer operations, reducing risks associated with weather windows.
- Reduced downtimes, as the helicopter has reduced dependency on the wave conditions when compared to gangway operations. Consequently, it also reduces the dependency on the DP system to carry out the operations
- Feasibility of a multi-project CSOV-helicopter strategy, sharing fixed cost allocation. It

would imply additional revenues, as a single ship-helicopter unit could be able to support nearby projects and enhance CSOVs utility.

- Expanded operational range. The helicopter-ship tandem leads to greater reach and allows for refuelling at the vessel
- Emergency medical standards aligned with onshore regulations in the respective country.
- Reduction in direct CO₂ emissions through lower fuel consumption.
- Reduction in indirect CO₂ emissions due to improved turbine productivity.

2.2. The Helicopter Missions

The four helicopter missions are summarized as follows:

1. Primary Mission: Transporting technical teams of 3 to 6 personnel to the turbines.
2. Secondary mission: performing vessel crew change when necessary (bi-weekly).
3. Secondary Mission: Delivering materials to the turbines.

4. Emergency Mission: Evacuating personnel from the turbines or the ship, flying if required directly to a hospital with adequate medical facilities.

3. TECHNICAL FEASIBILITY ANALYSIS

3.1. Present the case of analysis:

3.1.1. eCSOV Reference Vessel

The Seaplace design SEA-1629 is a 90-meter-long eCSOV. This new generation vessel is powered by a hybrid system combining 25 MWh batteries and dual-fuel methanol generators.

The ship, which is fitted with an Anti-Rolling Tank (ART) has a motion-compensated gangway to perform personnel/cargo transfer operations in offshore wind farms under harsh conditions. It also incorporates a helideck onboard to allow for landing operations.



Figure 1. 3D render of the SEA-1629 eCSOV



Figure 2. Side view of the H175 (up) and H145 (bottom) helicopter from Airbus

Hs (m)	Tp (s)													Total
	<4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	>16	
0-1	0.6%	1.7%	3.1%	3.4%	1.6%	1.5%	1.6%	1.4%	1.1%	0.7%	0.3%	0.2%	0.1%	17.4%
1-2	0.1%	1.3%	5.0%	8.5%	4.3%	3.7%	3.5%	3.1%	2.7%	2.2%	1.4%	0.7%	0.3%	36.6%
2-3	0.0%	0.0%	0.5%	4.5%	4.0%	3.9%	2.6%	1.9%	1.8%	1.4%	1.0%	0.7%	0.3%	22.8%
3-4	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	1.5%	2.8%	3.2%	1.8%	0.8%	0.7%	0.5%	0.3%	0.3%	12.3%
4-5	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.6%	1.6%	2.0%	0.8%	0.4%	0.2%	0.1%	0.1%	6.0%
5-6	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.9%	1.0%	0.3%	0.1%	0.1%	0.0%	2.9%
6-7	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.5%	0.4%	0.1%	0.0%	0.0%	1.3%
>7	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.3%	0.2%	0.1%	0.0%	0.7%
Total	0.7%	3.0%	8.6%	16.8%	11.5%	12.6%	12.8%	11.3%	8.9%	6.3%	4.0%	2.3%	1.2%	100%

Table 1. Significant wave height (Hs) Vs peak period (Tp) scatter for the project site [3]

3.1.2. Reference Aircrafts

For this study we have considered two different helicopters.:

1. Airbus H145 main characteristics [9]
 - a. Capacity: 10 people (1 or 2 pilots)
 - b. Speed: 140 knots
 - c. Endurance: 3 h 35 min
 - d. 351 NM
 - e. D-value: 13.54 m
2. Airbus H175 main characteristics [8]
 - a. Capacity: 18 people (1 or 2 pilots)
 - b. Speed: 155 knots
 - c. Endurance: 6 h
 - d. 600 NM
 - e. D value: 18.06 m

3.1.3. Reference project

For this study, we selected a specific area of the Norwegian coast, located 120 nautical miles from shore, as a representative case where several offshore wind farms are being developed in the same area, far from shore to be operated with a land-based helicopter. The idea behind this selection is to promote a multi-project scenario for a helicopter-integrated ship, instead of the single unit per project which is the standard approach. The metocean conditions used for this site have been obtained from NORA10 [3]. shows the annual probability distribution for different significant wave heights (Hs) and peak periods (Tp) for the selected area.

Standard SOVs and CSOV usually work up to $H_s=2.5$ m, while new designs target to improve operability up to $H_s=3.5$ m. For the selected site, according to the wave scatter in, it means that a standard ship would cover about 65% of the year while increasing the limit to $H_s=3.5$ m would result in about 85% (thus increasing operability by 20%), which can make a difference in the business cases of the wind farm operators. In this study, we have analysed accessibility for sea states up to $H_s=4.5$ m in the case of helicopter landing operations and up to $H_s=4.0$ m for gangway operations.

3.2. Numerical model

The numerical model is based on OrcaFlex software, which is a potential BEM code widely used in the industry for seakeeping and station-keeping analyses. Further information on this simulation software can be found in [4].

The simulations are done both in the frequency domain (linear calculations in OrcaWave) and the time domain (Non-linear simulations in OrcaFlex). The hull is discretized in diffracting panels, using the recommendations from Orcina [4] and DNV [5] to ensure the quality on the results.

shows the Orcaflex model with the mesh we have prepared for the vessel. The reference system is at the intersection of Frame 0, centreline and waterplane. shows the sign criteria where the surge is motion along the X-axis (positive forward), sway is motion along the Y-axis (positive port), and heave is motion along the Z-axis (positive upwards). Roll is rotation about the X-axis (positive rolling starboard), pitch is rotation about the Y-axis (positive pitching when the bow sinks), and yaw is rotation about the Z-axis (positive yawing port).

The wave directions are defined in the OXY plane of the fixed reference axes (FRA) using the “going to” convention. The direction is defined as the angle between the direction of propagation of the wave and the positive X-axis, measured anti-clockwise.

For the ship design, Seaplace has calibrated the numerical model to properly predict the eCSOV dynamic response in different wave conditions. To this end, the designers used the numerical results from the SEA-1629 model testing campaign (carried out in 2024 at the CTO model basin facilities in Poland) to calibrate the numerical model by adjusting the damping coefficients to match measurements at the laboratory.

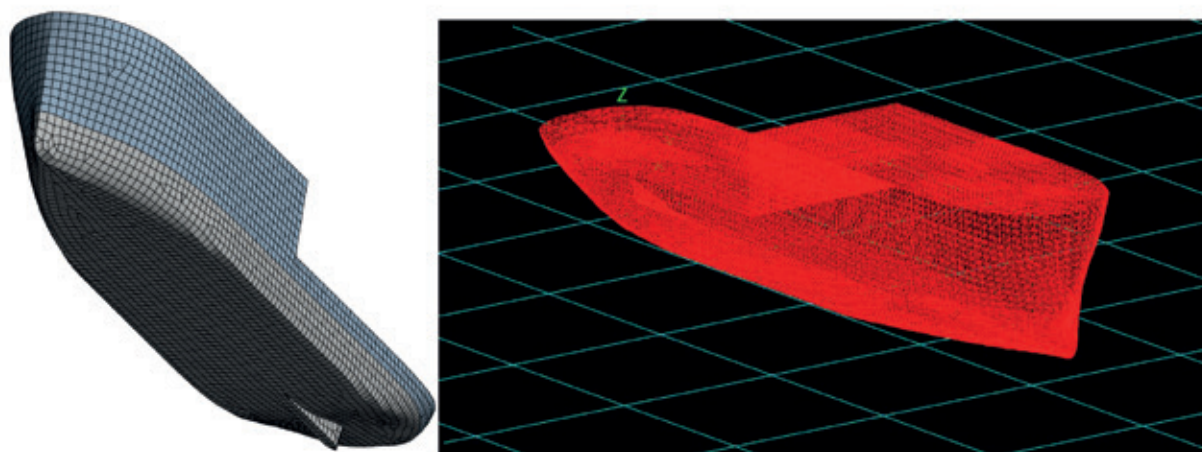


Figure 3. Mesh of the ship used in the Orcaflex Model

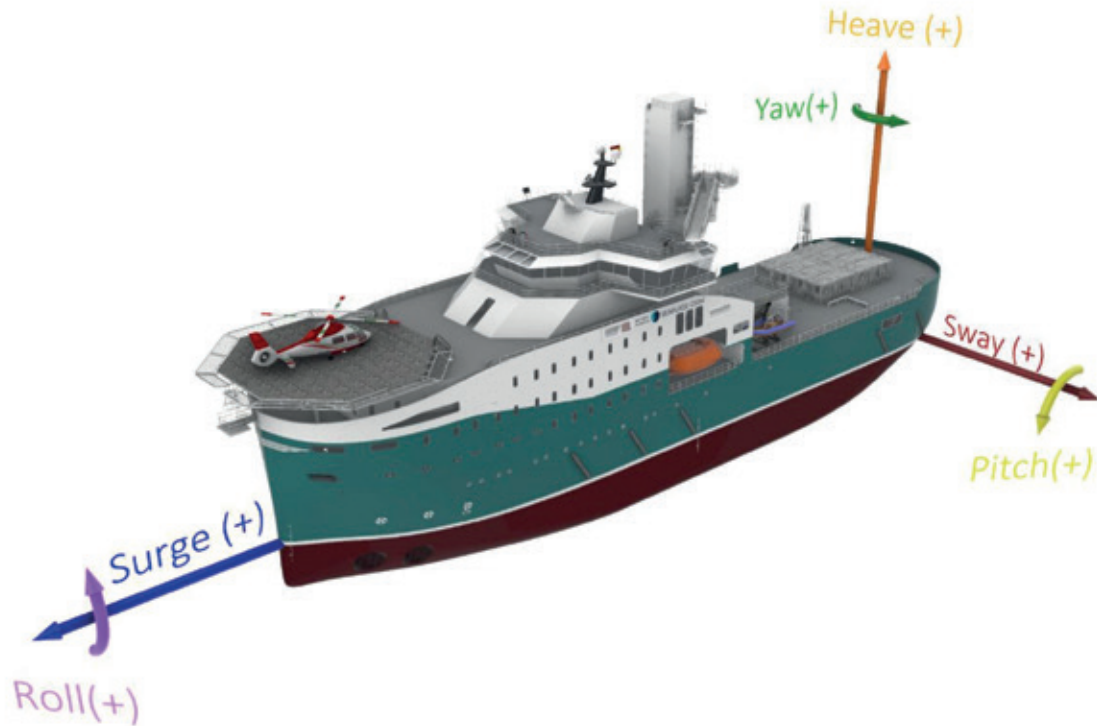


Figure 4. Motion Sign Criteria

3.2.1. Roll damping

Usually, the roll motion is one of the most limiting parameters for the operability during offshore work. This way, Seaplace has designed the SEA-1629 to have a high roll natural period (>14 s), far enough from those periods of the most probable sea states (6-10s), thus ensuring a soft response and good performance.

The relative error in the natural period is 1.74% when comparing the numerical with the empirical results.

Table 2. Comparison of roll natural periods obtained with the numerical model at CTO and with the calibrated numerical model

	CTO Measured	Numeric Model Value	Diff
Roll Period [s]	14.95	14.69	1.74%

shows the comparison between the model basin test results and our numerical model for a free roll decay test. It is worth mentioning that the roll damping included in the

numerical tool is linear, while real damping is viscous and thus non-linear, so the linear model in Orcaflex does not perfectly match the decay test from the experiment.

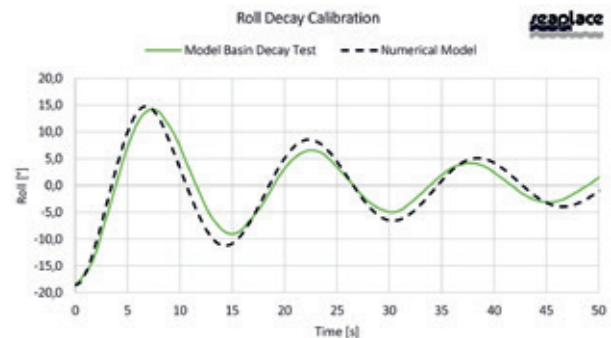


Figure 5. Roll Decay Test comparison

show a polar plot of the RMS of vertical motions (heave, roll, pitch) in irregular waves of $H_s=3.5$ m, $T_p=9.7$ s (JONSWAP spectrum).

The reader can observe the results with the calibrated numerical model match the ones measured at the model basin.

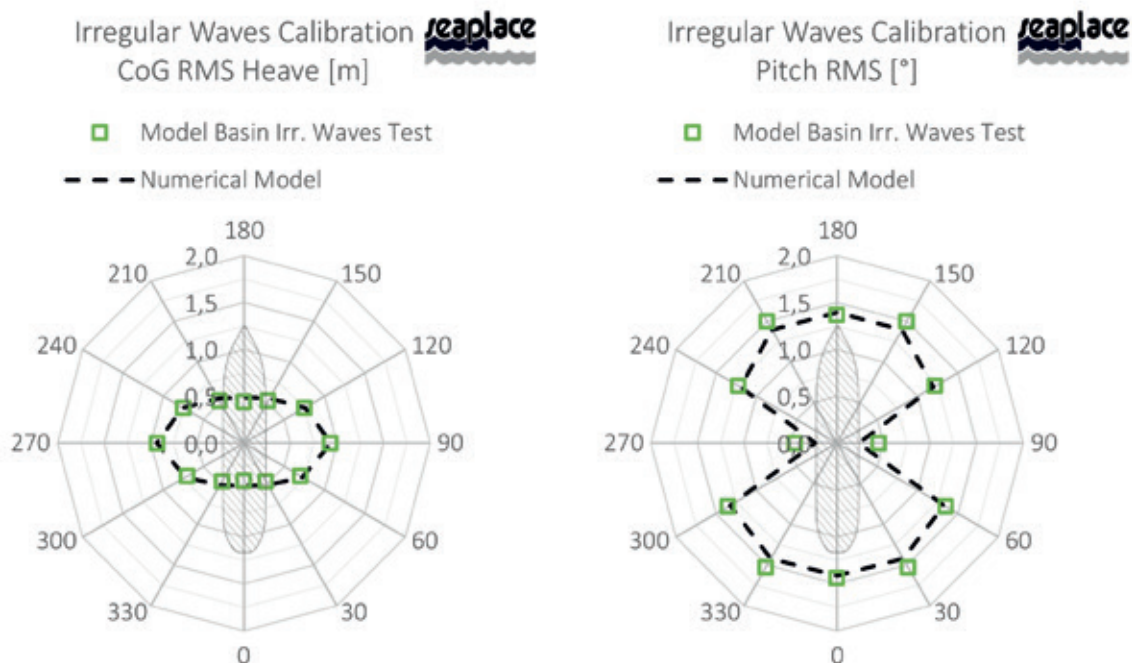


Figure 6. Comparison of RMS in Heave (m) and Pitch(deg) between the numerical model and measurements in irregular sea state with $H_s=3.5\text{m}$ and $T_p=9.7\text{s}$

3.2.2. Anti-Rolling Tank

The ship operation with the gangway is planned to be carried out with the vessel facing the waves, to minimize the motions. This way, normal operations with the gangway are with wave headings up to 30° from the centerline both aft (-30° to 30°) and fore (-150° to 210°).

The high natural period of this design (almost 15s) ensures high operability for wind seas. For the selected project, periods up to 13s covers 93% of the scatter (see). However, swell seas are also given at this site, and they could represent a challenge to operate the gangway with cross-swell seas. To this end, Seaplace has fitted an Anti-Rolling Tank (ART) in the vessel to further improve the performance of the ship. In this case, the ART is semi-active and the roll reduction ratio targeted is 35%, which is the standard value for regular ART devices. To include the effect of the ART in the hydrodynamic model in the OrcaFlex

model we input an additional damping factor, properly calibrated to achieve the roll reduction ratio of the ART.

In this case, the ART is semi-active and the roll reduction ratio targeted is 35%, which is the standard value for regular ART devices.

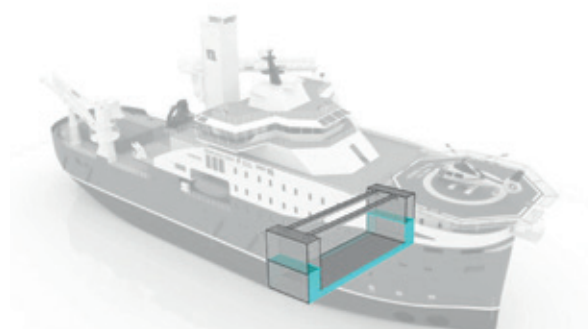


Figure 7. 3D representation of the Anti-Rolling Tank installed on the eCSOV SEA-1629

presents a comparison of the Frequency-Domain Roll RAO in beam seas (wave heading 90°) with and without the ART effect. The roll reduction (green shaded region in) is given for waves with peak periods ranging from 13 to 18 seconds.

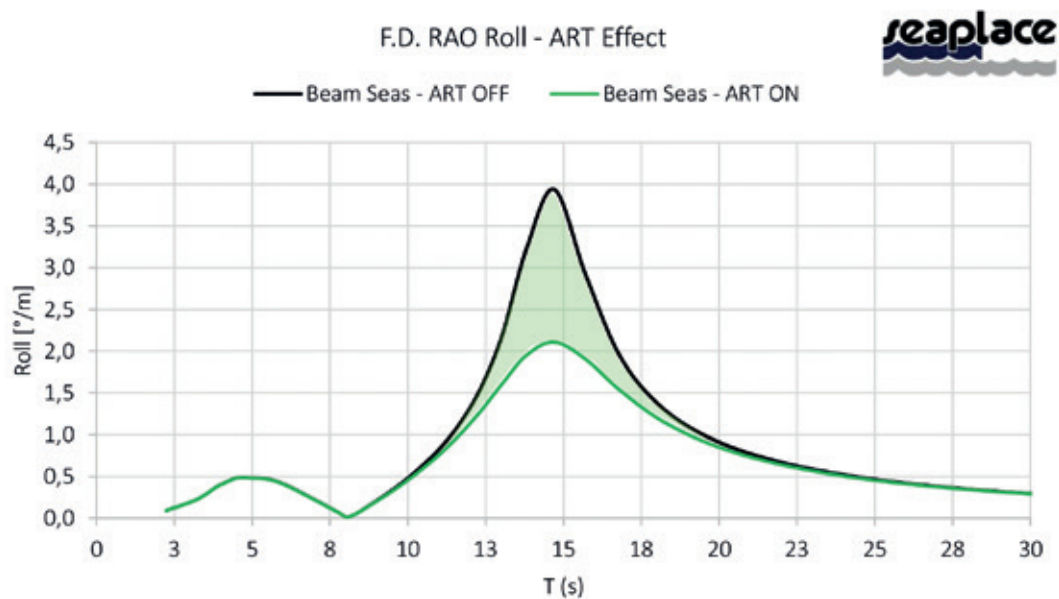


Figure 8. Roll RAO - ART effect



Figure 9. Seaplace DP software model tests in an eSOV (SEA-1528) at INTA CEHIPAR ship dynamics laboratory, 2024.

3.2.3. Dynamic Positioning

When simulating marine operations, station-keeping is usually achieved by constraining the surge/sway/yaw motions of the ship, so the ship is free to move in the vertical motions (heave, roll and pitch) while it keeps the position in the horizontal plane. However, to assess the operability for marine transfer operations (e.g. with the gangway) the effect of the DP system is relevant, as the real ship

experiment drifts affecting the gangway stroke.

Thus, for this study, the OrcaFlex model also includes the station-keeping dynamics by adding a DP controller, which has been internally implemented by Seaplace for DP systems. The control of the DP is done through a PID controller, developed with quadratic programming techniques with a relaxed model approach, validated and

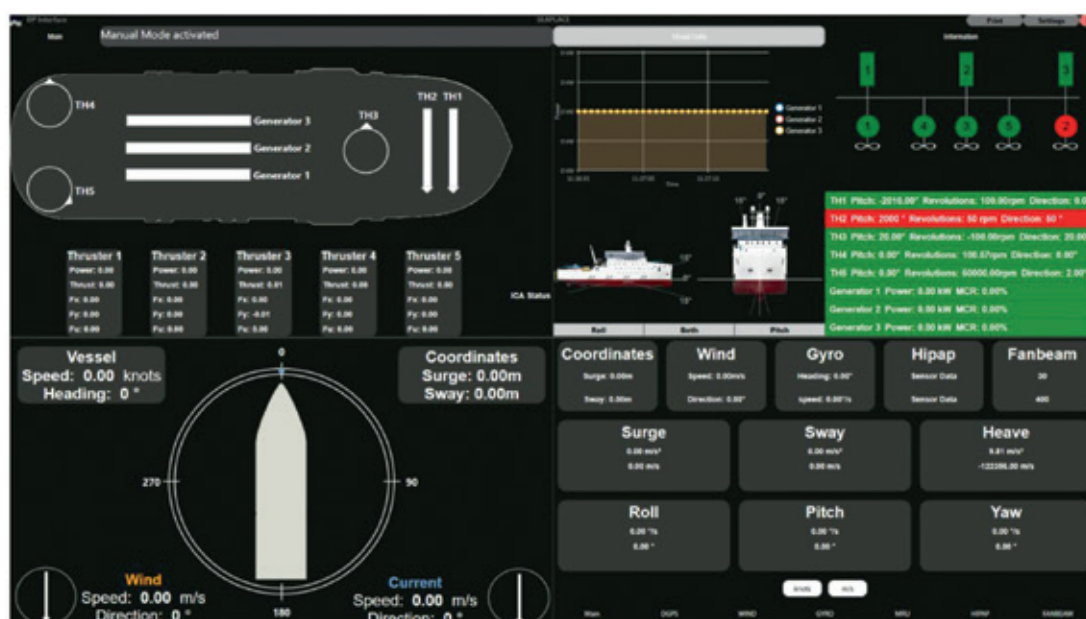


Figure 10. GUI of the DP software implemented by Seaplace

Table 3. NORDORSK Criteria for personnel. Heavy Manual (gangway) and Intellectual Work (Bridge)

Vertical Acceleration RMS [m/s ²]	Lateral Acceleration RMS [m/s ²]	Roll Amplitude RMS [°]	Location
1.47	0.69	4.0	Gangway Access
0.98	0.49	3.0	Bridge

calibrated at the INTA-CEHIPAR ocean basin laboratory environment for an eSOV design.

Seaplace is currently involved in further developments of the DP systems in the framework of the Seanav DP project (EU co-funded project by NextGeneration programme) which aims at implementing the DP with IA, and with the NorAI project for the automatic berthing of ships using machine learning and IA.

shows the graphic user interface of the DP software developed and tested by the Digital Projects department in Seaplace.

3.3. Operability Criteria

Several considerations have been applied to assess the operability assessment. NORDORSK criteria [6] are used to analyze operability on board at (1) the access point to the gangway (Heavy Manual Work) and

(2) the Bridge (Intellectual Work). depicts the allowable roll motions and the vertical/lateral acceleration limits used as the operability thresholds for both locations. For the gangway system, it is limited by the mechanical constraints of the device. In this sense we have applied (1) the allowable stroke, (2) stroke velocity and (3) luffing limits from the manufacturer. These values are not disclosed due to confidentiality. These limits have been analysed at the gangway tip, with the system at the upper position and the most-extended telescopic arm, as this is the position leading to higher motions.

In the case of the helicopter, the landing limits in [7] are used. These are related to the 20-min maximum amplitude in (1) roll, (2) pitch, and (3) inclination (combined roll and pitch) values, as well as the (4) Significant Heave Rate (SHR) at the helideck. The SHR value is defined as 2 times the RMS of the vertical speed at the helideck.

Table 4. Landing limits for helicopter operations from [7]. Aircraft Category B and Helideck Category 1

Type of work	Pitch/Roll [°]	20 min - SHR [m/s]	Tilt [°]	Location
Helicopter Landing	± 4.0	4.5	1.3	Helideck

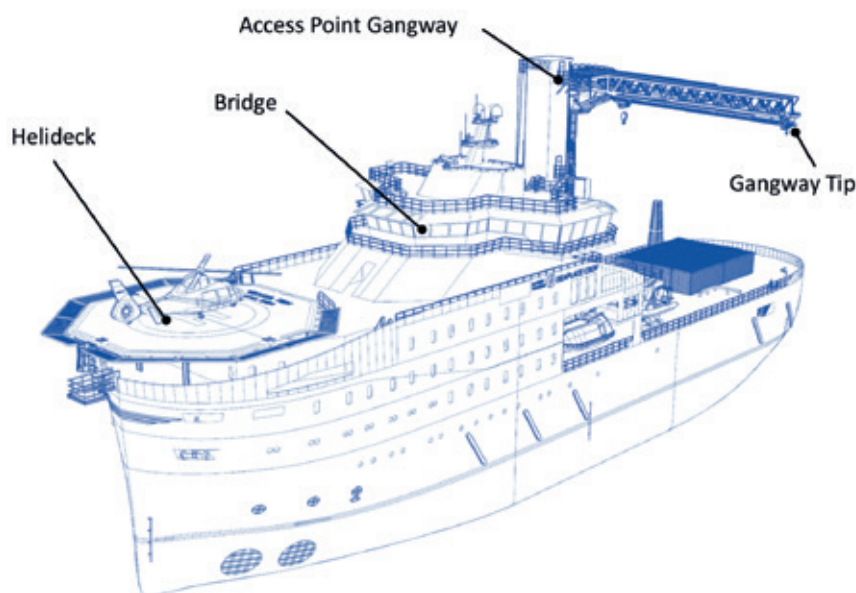


Figure 11. Notable Points for the studied criteria

shows the mentioned points in this section for a better comprehension of their location at the vessel.

3.4. Comparative performance

3.4.1. Offshore transfer operations with the gangway

The seakeeping of the ship, with the DP controller and the ART working, has been assessed with time domain simulation in OrcaFlex, up to $H_s=4.0$ m for different wave periods, in all headings.

The operability criteria in Section 3.3 has been applied to identify the allowable significant wave height for each sea state. contains the capability plot of the gangway, showing the maximum significant wave height (H_s) under the gangway can work for each wave heading and peak period. As expected, those waves with periods closer to the roll natural period

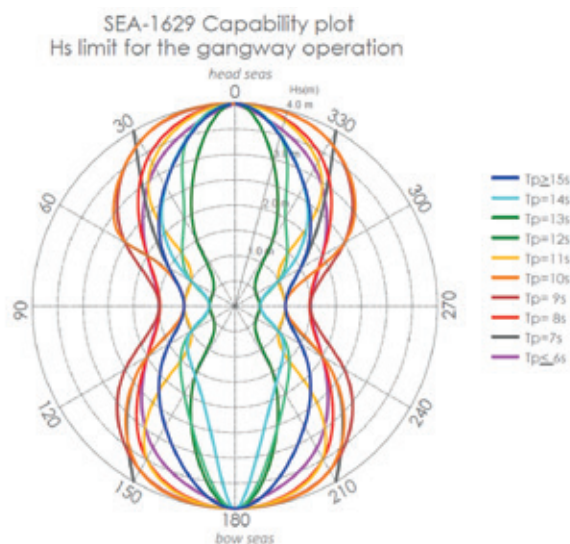


Figure 12. Capability Plot of the Gangway. Allowable H_s for each wave heading and peak period

of the ship are more suitable to exceed the gangway operation limits. For head and bow seas, the allowable limit is about $H_s=3.5$ m irrespective of the wave period.

Heading	180°	150°	120°	90°	60°	30°	0°	330°	300°	270°	240°	210°	Total
Tp<6s	1.6%	1.6%	1.5%	1.1%	1.5%	1.6%	1.6%	1.6%	1.5%	1.1%	1.5%	1.6%	18.0%
Tp=7s	0.8%	0.8%	0.3%	0.1%	0.5%	0.8%	0.8%	0.8%	0.5%	0.1%	0.3%	0.8%	6.6%
Tp=8s	1.9%	1.6%	0.9%	0.6%	0.9%	1.8%	1.9%	1.6%	0.9%	0.6%	0.9%	1.8%	15.6%
Tp=9s	0.9%	0.9%	0.5%	0.3%	0.5%	0.9%	0.9%	0.9%	0.5%	0.3%	0.5%	0.9%	8.1%
Tp=10s	0.7%	0.6%	0.4%	0.1%	0.4%	0.7%	0.7%	0.6%	0.4%	0.1%	0.4%	0.7%	5.6%
Tp=11s	0.5%	0.5%	0.1%	0.0%	0.1%	0.5%	0.5%	0.5%	0.1%	0.0%	0.1%	0.5%	3.4%
Tp=12s	0.4%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.4%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	2.1%
Tp=13s	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%
Tp=14s	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.9%
Tp=15s	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%
Total	7.4%	6.5%	3.7%	2.3%	4.0%	6.8%	7.4%	6.4%	3.9%	2.3%	3.8%	6.9%	61.4%

Table 5. Scatter of gangway operability in the selected region (Norwegian Northern North Sea)

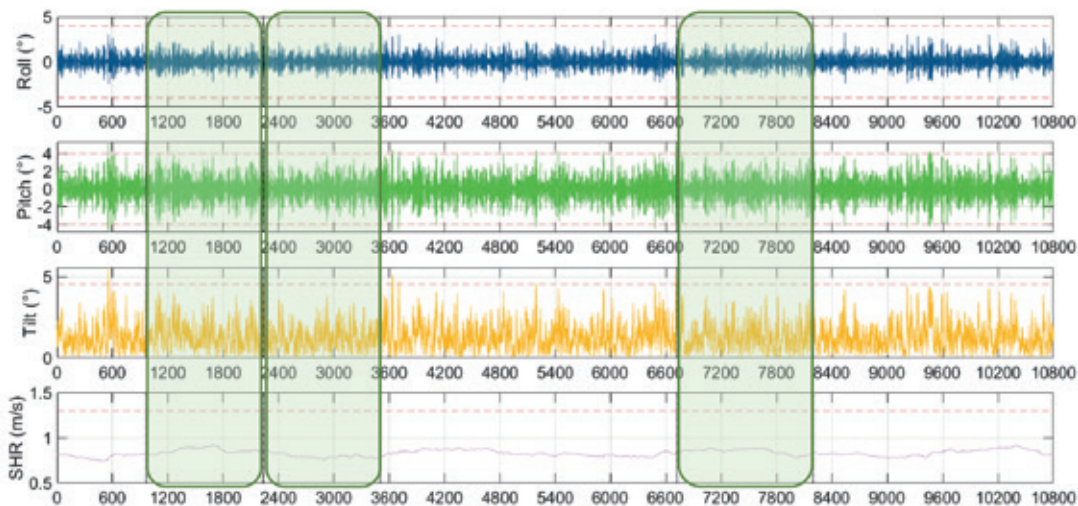


Figure 13. Landing criteria checking method. Available windows in transparent green

Using the probability of occurrence for each sea state of the site described in Section 3.1.3, the operability of the gangway has been assessed. The results shown in are obtained by applying the operating capacity obtained above to the wave occurrence probabilities.

The annual cumulated operability is 61%. Just for information, if the DP dynamics are neglected, the operation probability goes up to 71%, meaning the effect of considering the DP results in a reduction of operability of 10%.

3.4.2. Offshore landing operations with the helicopter

The helicopter's operability has been calculated based on 20-min windows where the criteria outlined in are met. illustrates an example of the number of windows during which the helicopter will be available to land on its deck for more than 20 minutes within a 3-hour duration sea state.

In such circumstances, we assume the helicopter deemed suitable for operation in sea states that meet the following criteria:

Heading	180°	150°	120°	90°	60°	30°	0°	330°	300°	270°	240°	210°	Total
Tp<6s	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	19.7%
Tp=7s	0.8%	0.8%	0.7%	0.7%	0.7%	0.8%	0.8%	0.8%	0.7%	0.7%	0.7%	0.8%	9.2%
Tp=8s	1.8%	1.8%	1.3%	1.6%	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	1.6%	1.3%	1.8%	20.2%
Tp=9s	0.5%	0.5%	0.6%	0.8%	0.6%	0.8%	0.8%	0.8%	0.6%	0.8%	0.6%	0.5%	8.0%
Tp=10s	0.5%	0.5%	0.5%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.6%	0.5%	0.5%	6.5%
Tp=11s	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	5.9%
Tp=12s	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	4.5%
Tp=13s	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	3.2%
Tp=14s	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	1.9%
Tp=15s	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.8%
Total	6.6%	6.6%	6.1%	6.7%	6.8%	7.0%	7.0%	7.0%	6.8%	6.7%	6.1%	6.6%	80.0%

Table 6. Helicopter operability in offshore environment

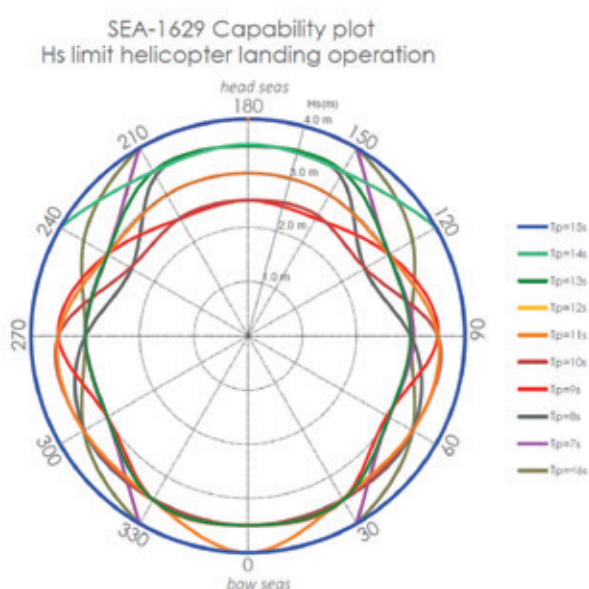


Figure 14. Capability Plot of the helicopter. Allowable Hs for each wave heading and peak period.

a minimum of two windows of 20 minutes each (sufficient for landing and take-off).

With this approach, the authors have obtained the allowable limits (Maximum Hs) in for the helicopter operations up to Hs=4.0m, for each wave direction and spectral peak period.

By crossing the allowable limits in with the wave distribution in the operability level of

the helicopter for landing operations in the helideck is 80%. See with the operability scatter of the helicopter in the Norwegian Project.

3.4.3. Helicopter operative assessment from the Port

In case the environmental conditions exceed the allowable sea states in 3.4.1 for the gangway, and 3.4.2 for offshore landing operations, it is possible to operate the aircraft from shore, with the ship at the Port. In such conditions, the limiting factor for accessing the wind turbines is more dependent on the maximum wind speed specified by the WTGs operators rather than the wave heights, as the ship is berthed in shelter waters with less exposure to the waves' action.

A maximum wind speed of 20 m/s is usually adopted as a reasonable limit to access the wind turbines with the helicopter. For the reference project in Norway, this wind speed threshold corresponds to the 98-percentile, meaning the helicopter could be used about 98% of the time for emergency response, and also to operate at wind farms close enough to the ship's logistic port. Obviously, there are other factors affecting the operation

Heading	180°	150°	120°	90°	60°	30°	0°	330°	300°	270°	240°	210°	Total
Tp<6s	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	19.7%
Tp=7s	0.8%	0.8%	0.7%	0.7%	0.7%	0.8%	0.8%	0.8%	0.7%	0.7%	0.7%	0.8%	9.2%
Tp=8s	1.9%	1.8%	1.3%	1.6%	1.8%	1.8%	1.9%	1.8%	1.8%	1.6%	1.3%	1.8%	20.5%
Tp=9s	0.9%	0.9%	0.6%	0.8%	0.6%	0.9%	0.9%	0.9%	0.6%	0.8%	0.6%	0.9%	9.6%
Tp=10s	0.7%	0.6%	0.5%	0.6%	0.6%	0.7%	0.7%	0.6%	0.6%	0.6%	0.5%	0.7%	7.2%
Tp=11s	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	6.0%
Tp=12s	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	0.4%	4.6%
Tp=13s	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	0.3%	3.3%
Tp=14s	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	1.9%
Tp=15s	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.8%
Total	7.4%	7.1%	6.1%	6.7%	6.8%	7.2%	7.4%	7.1%	6.8%	6.7%	6.1%	7.2%	82.7%

Table 7. Combined gangway- helicopter operability assessment at the reference site

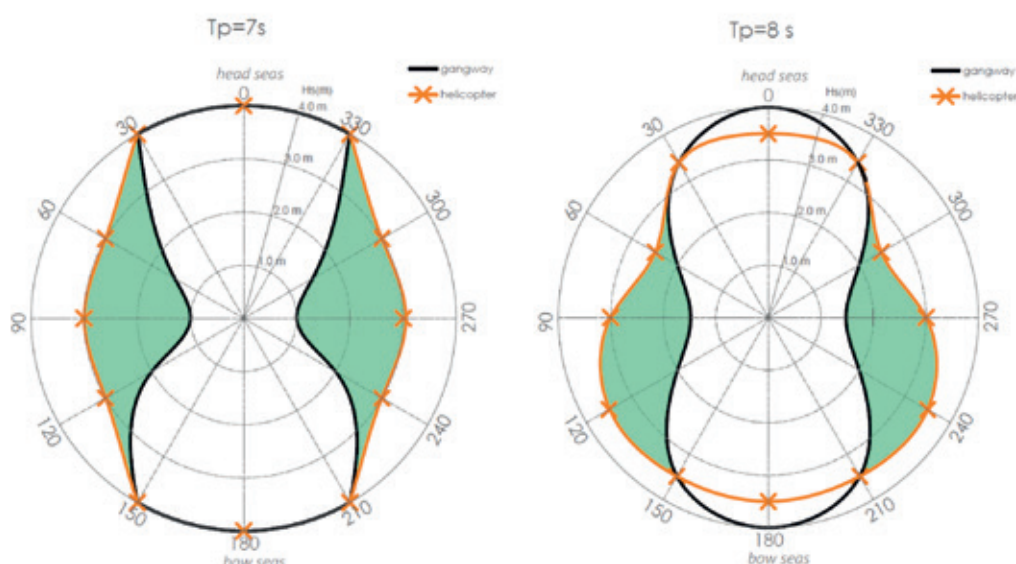


Figure 15. Combine gangway-helicopter polar plot for the most probable peak periods. Tp =7s (Left) and Tp=8s (Rigth)

from the port, such as snow/ice conditions or visibility, but it is easy to understand the flexibility the helicopter is adding in case the aircraft is integrated into the ship, even with the ship at the logistic port.

3.4.4. Combined performance of the gangway and helicopter

Looking at the capability plots in (for the gangway) and (for the helicopter) it can be derived that in some cases the gangway is offering more operability while in other

conditions the helicopter is able to work is harsher conditions. shows the extra workable areas due to helicopter for the most probable peak periods (Tp=7s and Tp=8s) in the reference project.

By crossing the envelope of the helicopter and gangway operability roses with the probability of occurrence of each sea state, we find the total operability of the combined gangway-helicopter alternative is 83%, which is higher than the operability windows of the isolated gangway and helicopter.

4. OTHER CONSIDERATIONS

The economic impact of integrating the helicopter into the ship, depends on the level of integration. For this study, we have considered three different levels of integration, from the helideck installation on board to the full integration:

1. Ship equipped with a helideck without refuelling capability

- In this configuration, the helicopter is based onshore and can provide support missions using the ship.
- For distances greater than 70 NM, this setup is only affordable for H175 operations.
- When the ship is at sea, the H175 can transport teams of up to 9 personnel to the ship and perform hoisting operations for teams of up to 3 people at a time.
- When the ship is not at sea, the H175 can still operate directly without requiring an offshore support helideck, but efficiency decreases (only 3 technicians per trip from base).

2. Ship equipped with a helideck and refuelling capability

- Light helicopters such as the H145 can operate, provided the ship is positioned at an appropriate distance from the work zone.
- The H175 improves its efficiency by being able to perform hoisting operations for teams of up to 6 technicians at a time.

3. Ship equipped with a flying deck, refuelling capability, and logistical infrastructure to support helicopter operations from the ship

- In this scenario, helicopter operations are fully optimized, allowing the aircraft to function as an integrated system of the ship.
- Operational costs associated with using an onshore airport as the primary base of operations can be transferred to the ship.

5. CONCLUSIONS

This study has demonstrated that integrating helicopter operations into offshore wind support vessels can significantly enhance performance and cost-effectiveness. The simulations indicate that the ship-helicopter tandem configuration increases the operability window by approximately 20%, offering a substantial improvement over conventional gangway-based transfer.

Key contributions of the study include:

- **Enhanced Operational Performance:** Detailed frequency and time-domain analyses, calibrated against the SEA-1629 model testing campaign, show that the integration of the helicopter into the CSOV, irrespective of the level of integration, can markedly improve crew and cargo transfer operations, especially under challenging metocean conditions.
- **The helicopter offers additional operability windows to the gangway,** mainly for cross seas when the ship is orientated to the wind seas while operating with the gangway. This means a significant improvement of the ship capacity in sites where swell conditions are given, such as the selected wind farm in Norway.
- **Improved Safety Measures:** By benchmarking against industry standards such as the Helideck Monitoring Systems Rev 9b guidelines, the research confirms that the integration of helicopter operations not only enhances landing safety but also broadens the safe operational envelope of the vessel.
- **Economic assessment:** Further investigations are needed to confirm that incorporating helicopter operations is economically advantageous. Specifically, the full integration seems to be cheaper in terms of CAPEX compared to the additional cost incurred by opting for a larger aircraft

(H175) over a smaller one (H145), thereby presenting a more budget-friendly solution for offshore wind support. Of course, the economics of each specific project are different and needs to be properly addressed.

While these promising findings underline the potential for increased efficiency, safety, and cost savings, further work is recommended. Future research should aim to broaden dynamic performance evaluations across a wider range of environmental conditions, optimize control strategies (such as the PID controller implementations), and validate the simulated results through real-world operational trials.

In further stages of the design the cost assessment will be properly analysed.

In summary, the integration of helicopter operations with offshore wind support vessels offers a viable and innovative approach to overcoming logistical challenges in the offshore wind industry. This study lays a

robust foundation for next-generation vessel designs that promise to drive operational advancements in efficiency, safety, and economic performance.

6. REFERENCES

- [1] Aarnes, O.J., Breivik, Ø. and Reistad, M. (2012) Wave extremes in the Northeast Atlantic. *Journal of Climate*, 25, 1529– 1543. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-11-00132.1>
- [2] Furevik, B.R. and Haakenstad, H. (2012) Near-surface marine wind profiles from rawinsonde and NORA10 hindcast. *Journal of Geophysical Research*, 117(D23), 14. <https://doi.org/10.1029/2012JD018523>
- [3] Meteorological Institute of Norway. <https://ocean.met.no/waves#nora10>
- [4] Orcaflex software from Orcina: <https://www.orcina.com/orcaflex/>
- [5] DNV-RP-C205- Environmental loads and environmental conditions
- [6] NORDSFORSK 1987. Assessment of Ship Performance in a Seaway
- [7] Standard Helideck Monitoring Systems Report Rev 9b 2020 11 01
- [8] Airbus H175 characteristics: <https://www.airbus.com/en/products-services/helicopters/civil-helicopters/h175>
- [9] Airbus H145 characteristics: <https://www.airbus.com/en/products-services/helicopters/civil-helicopters/h145>



**BUREAU
VERITAS**

Bureau Veritas:

SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN
DE LA UNIÓN EUROPEA

PARQUES EÓLICOS OFFSHORE

@ **JAVIER GONZALEZ ARIAS**
javier.gonzalez-arias@bureauveritas.com

T. 91 270 21 26 **WEB** WWW.MARINE-OFFSHORE.BUREAUVERITAS.COM



**CERTIFY YOUR OFFSHORE
WIND FARM**



**REDUCE
YOUR RISKS**



**CLASS YOUR
VESSEL**



**CERTIFY YOUR OFFSHORE
WIND FARM**



Amoníaco seguro: como superar su toxicidad facilitando el almacenamiento, manejo y utilización de forma completamente segura



José Fabián Plaza Fernández,
Advanced Thermal Devices, S.L.



Juan Álvarez Abad, I.N.



Alfonso Carneros Lozano, I.N.



Jose A. Durango Ramón, I.N.

Trabajo presentado en el 64 Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima celebrado en Gijón del 26 al 28 de marzo de 2025. Accésit

ÍNDICE

Abstract / Resumen

1. Introducción

2. Contexto y problemática de la toxicidad del amoníaco

- 2.1. Propiedades del amoníaco y riesgos asociados
- 2.2. Normativas y percepción del riesgo
- 2.3. Superando la barrera de la toxicidad: almacenamiento seguro de amoníaco

3. Desarrollos en curso

- 3.1. Naturaliza del almacenamiento de estado sólido
- 3.2. Aspectos cuantitativos
 - 3.2.1. Capacidad de almacenamiento
 - 3.2.2. Modos de operación y energía de extracción

4. Certificación y clasificación

- 4.1. Seguridad del material en el manejo, transporte y almacenamiento
- 4.2. Aspectos cuantitativos. Capacidad de almacenamiento y energía de extracción
- 4.3. Aplicaciones específicas en el sector marítimo
- 4.4. Calidad y seguridad en los procesos de fabricación

5. Aplicación de la tecnología en el sector marítimo

- 5.1. Carga del depósito en el puerto
- 5.2. Servicio de amoníaco en buques y otros usos

6. Conclusiones

Resumen

El amoníaco está emergiendo como una solución sostenible y prometedora para dar respuesta a la necesidad de descarbonizar el transporte marítimo y cumplir con los objetivos globales de reducción de emisio-

nes contaminantes. El amoníaco supone la forma más densa en energía (5,88 kWh/kg) libre de CO₂, obviando la necesidad de la captura de CO₂. Sin embargo, el amoníaco tiene el inconveniente de su toxicidad, aspecto que, más que un problema “objetivo” siempre que se cumpla la normativa en las

instalaciones correspondientes, lleva a una “percepción” negativa que dificulta su utilización como combustible.

En el presente artículo, se presenta una nueva tecnología de amoníaco de “estado sólido” que puede considerarse SEGURO (Safe Ammonia Fuel Tech - SAFT), actualmente en desarrollo por parte de una de las entidades que firman este artículo. Un material, inerte, no tóxico, insoluble en el agua (y por tanto no contaminante en caso de vertido), resistente a la llama directa y totalmente estable, es capaz de cargarse y descargarse en múltiples ciclos de amoníaco, manteniéndolo de forma indefinida, con una capacidad de retención que impide la liberación de amoníaco (menos de 1 ppm) a temperatura ambiente y presión atmosférica. Con una capacidad de hasta el 50% en peso de NH_3 (lo que supone un 9% de H_2), el volumen ocupado es equivalente al amoníaco líquido (a 10 bar de presión) y considerablemente menos que el H_2 líquido (criogénico) para el mismo contenido de energía.

Teniendo en cuenta los posibles usos en motores térmicos directos y pilas de combustible (objeto del proyecto HIDRAM), se proponen estrategias para incorporar el amoníaco como vector energético en buques, incorporando todos los elementos necesarios donde la toxicidad ya no es un problema, aspecto que supone una mejora notable en el proceso de descarbonización del transporte marítimo.

Abstract

Ammonia is emerging as a promising and sustainable solution to meet the need to reach the maritime transport decarbonization according to global targets for reducing polluting emissions. Ammonia is the most energy-dense form (5.88 kWh/kg) of CO_2 -free fuel, obviating the need for

CO_2 capture systems. However, ammonia has the disadvantage of its toxicity, which, rather than being an “objective” problem provided that regulations are complied with in the corresponding facilities, leads to a negative “perception” that makes its use as fuel difficult.

This article presents a new “solid state” ammonia technology that can be considered SAFE (Safe Ammonia Fuel Tech - SAFT), currently under development by one of the entities signing this article. An inert, non-toxic, water-insoluble (and therefore non-polluting in case of spillage), flame-resistant and totally stable material, it is capable of being charged and discharged in multiple ammonia cycles, maintaining it indefinitely, with a retention capacity that prevents the release of ammonia (less than 1 ppm) at room temperature and atmospheric pressure. With a capacity of up to 50% by weight of NH_3 (which represents 9% of H_2), the volume occupied is equivalent to liquid ammonia (at 10 bar pressure) and considerably less than liquid H_2 (cryogenic) for the same energy content.

Taking into account the possible uses in direct thermal engines and fuel cells (object of the HIDRAM project), strategies are proposed to incorporate ammonia as an energy vector in ships, incorporating all the necessary elements where toxicity is no longer a problem, an aspect that represents a significant improvement in the decarbonization process of the maritime transport.

1. Introducción

La descarbonización del transporte marítimo es un reto clave para la industria naval en su camino hacia la sostenibilidad y el cumplimiento de los objetivos globales de reducción de emisiones. En este contexto, el amoníaco ha emergido como un combustible con gran potencial debido a su alta densidad

energética (5,88 kWh/kg) y su capacidad para evitar la generación de CO₂, eliminando así la necesidad de sistemas adicionales de captura y almacenamiento de carbono.

Sin embargo, a pesar de sus ventajas, el uso del amoníaco como vector energético presenta un desafío significativo: su toxicidad. Aunque su manejo en entornos industriales está regulado por estrictas normativas de seguridad, la percepción negativa en torno a su peligrosidad puede estar limitando su aceptación y aplicación en el sector naval. La necesidad de soluciones innovadoras para almacenar y utilizar el amoníaco de forma completamente segura es, por tanto, un factor determinante para su adopción generalizada como combustible alternativo.

En respuesta a esta problemática, se ha desarrollado una nueva tecnología denominada Safe Ammonia Fuel Tech (SAFT), que permite el almacenamiento del amoníaco en un material sólido, inerte y estable, minimizando los riesgos asociados a su toxicidad y facilitando su manejo en entornos marítimos. Este artículo explora el contexto y los desafíos del uso del amoníaco, describe los desarrollos tecnológicos en curso y analiza su aplicación en el sector naval como una solución viable para la descarbonización del transporte marítimo.



Fig 1. Material de estado sólido en distintas formas, polvo fino o pellets

2. Contexto y problemática de la toxicidad del amoníaco

El amoníaco (NH₃) se ha posicionado como uno de los combustibles más prometedores para la descarbonización del sector marítimo. Su capacidad de almacenamiento y transporte, junto con su elevada densidad energética y ausencia de emisiones de CO₂, lo convierten en una alternativa viable a los combustibles fósiles tradicionales. Sin embargo, su uso a gran escala en aplicaciones marítimas se enfrenta a un obstáculo clave: su toxicidad y los riesgos asociados a su manipulación.

2.1. Propiedades del amoníaco y riesgos asociados

El amoníaco es un gas incoloro con un olor característico y altamente soluble en agua. Aunque no es inflamable en condiciones normales, puede formar mezclas explosivas en el aire en concentraciones superiores al 15-28% en volumen. Su mayor preocupación en términos de seguridad no radica en su inflamabilidad, sino en su toxicidad y sus efectos en la salud humana y el medio ambiente:

- **Toxicidad humana:** La exposición al amoníaco en concentraciones superiores a 25 ppm (límite de exposición permisible en ambientes laborales) puede causar irritación en los ojos, nariz, garganta y vías respiratorias. En niveles más altos, puede generar quemaduras químicas, daño pulmonar y, en casos extremos, ser letal.
- **Impacto ambiental:** En caso de vertido en el agua, el amoníaco es altamente soluble y puede afectar negativamente la vida marina al alterar los niveles de pH y generar toxicidad en organismos acuáticos.
- **Manejo y almacenamiento:** A diferencia de otros combustibles, el amoníaco requiere medidas de seguridad específicas para evi-

tar fugas y minimizar la exposición. Su almacenamiento en forma líquida a presión (≈ 10 bar) o en condiciones criogénicas (-33°C a presión atmosférica) añade complejidad a su adopción en aplicaciones marítimas.

2.2. Normativas y percepción del riesgo

A nivel internacional, el uso del amoníaco está regulado por normativas de seguridad estrictas, como las establecidas por la Organización Marítima Internacional (OMI), el Código IGC (Código Internacional para la Construcción y Equipamiento de Buques que Transportan Gases Licuados a Granel) y el Código IGF (Código Internacional de Seguridad para los Buques que Utilizan Gases u Otros Combustibles de Bajo Punto de Inflamación). Estos marcos normativos buscan garantizar que el amoníaco pueda transportarse y utilizarse con el mínimo riesgo posible.

Sin embargo, más allá de los aspectos técnicos y regulatorios, la percepción del riesgo es un factor determinante en la aceptación del amoníaco como combustible marítimo. La imagen de un gas tóxico y potencialmente peligroso ha generado resistencia en sectores clave de la industria naval, dificultando su implementación a gran escala. En este sentido, la clave para su adopción radica en el desarrollo de tecnologías que minimicen la posibilidad de exposición y garanticen un manejo completamente seguro.

2.3. Superando la barrera de la toxicidad: almacenamiento seguro de amoníaco

Para abordar esta problemática, se han propuesto diversas estrategias que buscan reducir los riesgos asociados al amoníaco, entre ellas:

- Mejoras en los sistemas de almacenamiento y manipulación, incluyendo sensores avanzados para detección de fugas, siste-

mas de contención reforzados y procedimientos automatizados de seguridad.

- Conversión de amoníaco en hidrógeno in situ, eliminando la necesidad de almacenamiento de grandes volúmenes de amoníaco en los buques.
- Desarrollo de nuevas tecnologías de almacenamiento en estado sólido, como la propuesta en el presente estudio (Safe Ammonia Fuel Tech -SAFT).

Estas y otras nuevas soluciones actualmente en distintas fases de desarrollo en todo el mundo, representan un avance crucial para superar la barrera de la toxicidad y facilitar la aceptación del amoníaco como un combustible seguro, eficiente y sostenible en el sector marítimo. En los siguientes apartados se detallarán los avances tecnológicos en curso y su aplicación en la industria naval.

3. Desarrollos en curso

3.1. Naturaleza del almacenamiento de estado sólido

El material base de SAFT es una serie de compuestos de sales marinas y otros compuestos inertes y no tóxicos a los que se somete a una serie de tratamientos a nivel nano métrico con objeto de prepararlos para una serie de “estados” de aminas. Las aminas son compuestos del tipo $M(\text{NH}_3)_x\text{HA}$, donde M es un metal (o metales) y HA es un halógeno. La retención de x moléculas de NH_3 NO ES POR ABSORCIÓN NI ADSORCIÓN, lo cual representaría cierta fragilidad de la retención en ese caso, lo que podría provocar emisiones (incontroladas) de NH_3 en circunstancias imprevisibles. La retención es debida a la formación de una MOLECULA NUEVA, la amina, que retiene x moléculas de NH_3 , siendo, normalmente, $x=0, 1, 2, 6, 8$ (con $x=0$ se tiene el material base), dependiendo del tipo de amina. En nuestro caso nos moveremos con $x=0, 2$ y 6 que se corresponden con los estados óptimos

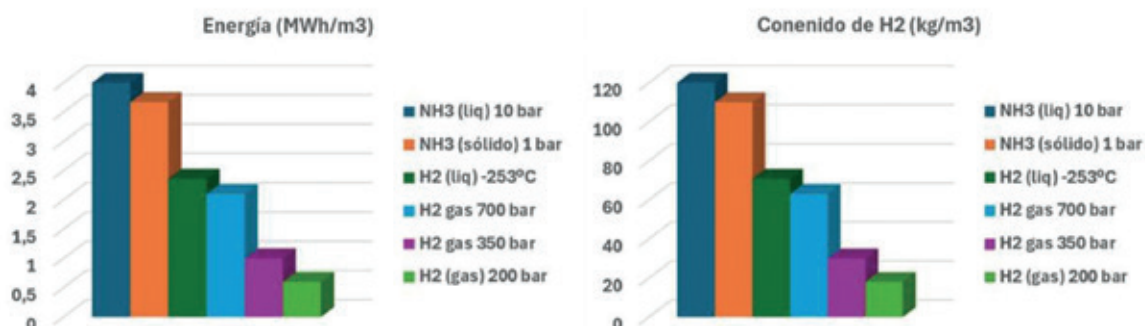


Fig 2. Comparación de densidad energética (MWh/m³) y contenido de H₂ en peso (kg/m³)

(NO TÓXICOS EN NINGUN CASO) y que constituyen, junto a los procesos nano métricos de preparación del material, la patente y propiedad industrial de ATD.

Llamaremos al estado 6 “material cargado” y al estado 2 “material precargado” y al estado 0 “material completamente descargado”. Esta nomenclatura será fundamental para entender la operativa de uso, minimizando la energía de extracción y maximizando la capacidad de almacenamiento. El material precargado (estado 2) responde a la forma inicial deseable del material. Su carga es muy rápida y eficiente (paso a estado 6). Si se descarga completamente (estado 0) se puede volver a cargar sin problema, pero esa descarga completa (del estado 2 al 0) requiere más energía como se verá a continuación.

3.2.- Aspectos cuantitativos

3.2.1- Capacidad de almacenamiento

SAFT es capaz de almacenar el mismo peso de amoníaco puro que el material base, esto es, un contenido del 50% en peso del material final cargado es amoníaco. Dado que el amoníaco tiene un contenido energético en términos de H₂ de 5.88 kWh (o 0,176 gr de H₂ por kg de NH₃), la densidad energética del material cargado es de 2,94 kWh/kg de material.

Para evaluar la comparación con NH₃ líquido (a 10 bar y temperatura ambiente, o a -33°C y

1 bar) y H₂ líquido (a -253°C) o como gas a presión (200, 350 y 700 bar) y teniendo en cuenta que la densidad del material cargado es de 1,25 g/cm³, se tienen los siguientes parámetros:

Máximo almacenamiento. 50% amoníaco en peso. 1000 l/1250 kg de los que 625 Kg son de amoníaco. Es decir, 625 kg de NH₃ por m³ a 1 bar y sin riesgo de emisión hasta, al menos, 60°C.

3,67 MWh/m³ en términos de H₂, 110 kg de H₂ por m³ (8,8% en peso de H₂).

NH₃ líquido (densidad 0,68 kg/l): 4 MWh/m³, 120 kg H₂/m³.

H₂ líquido (-253°C): 2,36 MWh, 70,8 kg de H₂/m³ (sistemas criogénicos).

H₂ a 700 bar: 2,1 MWh, 63 kg de H₂/m³ (No permitido en buques).

H₂ a 350 bar: 1 MWh, 30 kg de H₂/m³ (Máxima presión de H₂ embarcado por regulación).

H₂ a 200 bar: 0,6 MWh, 18 kg de H₂/m³.

3.2.2.- Modos de operación y energía de extracción

Como se ha comentado anteriormente, el amoníaco no se encuentra ni absorbido ni adsorbido por el material base, sino que forma parte de una molécula estable (una amina). Para minimizar la energía de extracción del amoníaco, se ha diseñado la molécula de forma que descomponga en el material base y el NH₃ que contiene en condiciones de mínima energía según condiciones del

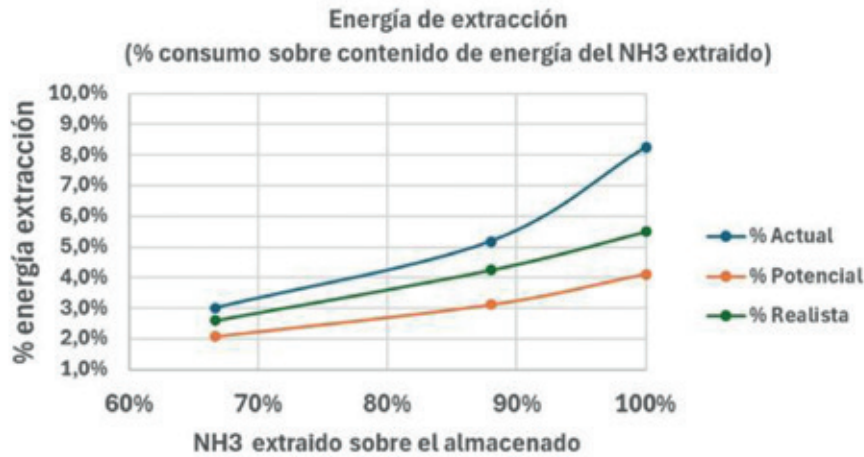


Fig 3. Energía de extracción, como % de la energía contenida en el NH₃ extraído, según el modo de operación.

binomio (P, T) esto es, presión y temperatura de forma que no se solapen con las condiciones de manejo (presión atmosférica y temperatura ambiente hasta 60°C). De esta forma, en el depósito multiservicio se dispone de un sistema de aspiración (depresión) y de calefacción, temperatura para extraer el amoniaco y de sobrepresión (compresión) para volver a introducirlo de forma estable en el material base, minimizando la energía necesaria. En otras palabras, se puede almacenar (cargar) y extraer (descargar) amoniaco gas puro del material de estado sólido, aspecto que será de suma importancia para definir los modos de operación.

Se han definido dos modos de operación: (el % de energía se refiere al % de la energía contenida en el amoniaco extraído)

- Modo energía. Mínima energía posible, con el 3% de consumo y hasta el 2% con potenciales mejoras, para una extracción del 33% en peso o el 67% del total posible.
- Modo almacenamiento. Máximo almacenamiento posible, 50% en peso o 100% de lo posible, con un consumo del 8,3% con un potencial de mejora hasta el 4%.

Se podrá elegir de forma dinámica el modo, esto es, energía de extracción limitada o capacidad de almacenamiento máxima. En ambos casos, la recarga del material lo dejará en estado cargado.

En conclusión, mover un 67% del amoniaco almacenado supone un coste energético menor que el 3% de la energía contenida en

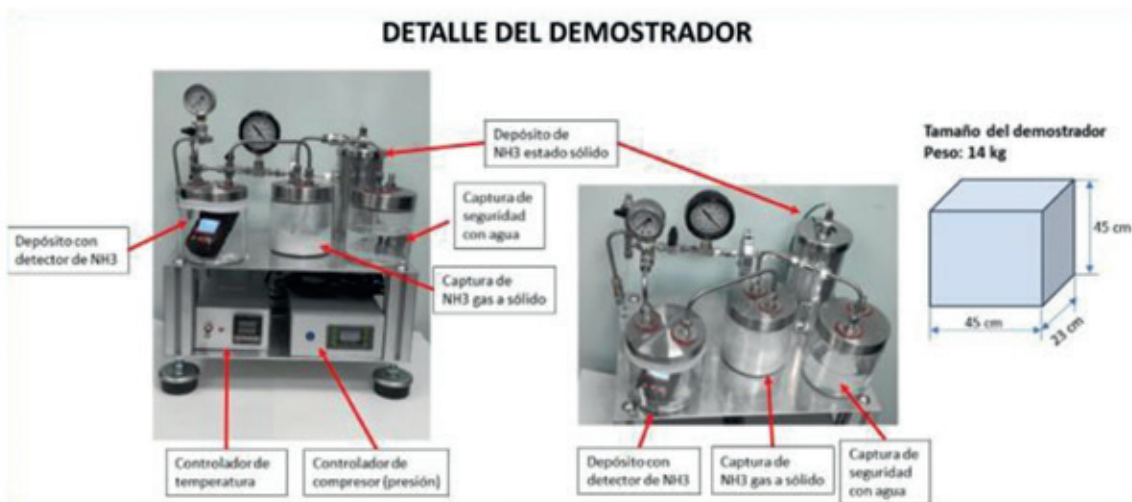


Fig 4. Detalle del demostrador actual

dicho amoníaco, mientras que mover la totalidad del amoníaco supone un 8,5% de dicha energía contenida, con una capacidad de mejora realista de hasta el 5,5%. Este hecho permite optimizar los depósitos en Puerto al mínimo de energía y en los buques en ambos, tanto mínima energía como máximo almacenamiento, aunque es posible cualquier tipo de modo de forma dinámica.

Para la evaluación de los parámetros de seguridad y cuantitativos (carga y descarga y energía involucrada) se ha construido un demostrador que se escalará a tamaños relevantes según el caso, que permite reproducir tanto dichos procesos de carga y descarga como evaluar las energías involucradas en cada caso y, desde luego, la seguridad del sistema en todo momento.

4. Certificación y clasificación

Para la certificación y clasificación del material, dispositivos y formas de uso en el sector marítimo, se han comenzado los trabajos con tres grandes sociedades clasificadoras (ver si las citamos) organizando el trabajo en los siguientes grupos:

- Seguridad del material.
- Aspectos cuantitativos
- Aplicaciones específicas en el sector marítimo.
- Calidad y seguridad de fabricación

4.1.- Seguridad del material en el manejo, transporte y almacenamiento

Se considera el “primer grupo de certificación” la seguridad en el manejo, transporte y almacenamiento del amoníaco de estado sólido, con las características y parámetros que se detallan a continuación:

- Material no tóxico, compatible con medio ambiente marino, inerte (no reactivo).

- No emite amoníaco en ningún caso (cantidades inferiores a 2 ppm a 1 cm de distancia, MENORES QUE EL ALIENTO HUMANO (que suele estar entre 2 y 9 ppm), para temperaturas inferiores a 60°C y presión atmosférica. El material precargado no emite amoníaco hasta temperaturas de 180°C.
- Resistente a la llama directa. No inflamable (y mucho menos explosivo) a temperaturas inferiores a 650°C.
- Muy poco soluble en agua. Liberación extremadamente lenta de NH_3 al ser insoluble. Se va a certificar (ver apartado siguiente) la solubilidad en gramos de material base por m^3 de agua, así como la cantidad de NH_3/m^3 detectado y la sensibilidad al pH. En las pruebas realizadas hasta el momento, es prácticamente imperceptible el cambio de pH con cantidades relativamente bajas de agua (que es el caso peor, con alta concentración), de forma estanca, sin renovar o sin circulación, lo que supone un supuesto de caso peor, completándose el estudio con agua en circulación o grandes masas de agua que responde más al caso real.
- Es posible obtener formas específicas, en lugar de polvo fino (forma original). La más adecuada es en pellets cilíndricos (2/4 a 10/20 mm) o circulares (4 a 8 mm) por ser más seguro el manejo y tener capacidad de “bombeo”. Los tamaños anteriores son indicativos. Se puede moldear de otras formas.

Completada dicha clasificación, se puede afirmar que se habría producido un SALTO CUALITATIVO de primer nivel en el uso del amoníaco de forma SEGURA en el entorno marítimo.

4.2.- Aspectos cuantitativos. Capacidad de almacenamiento y energía de extracción

Se considera el “segundo grupo de certificación” el contenido reflejado en el punto 3.2, es decir, los aspectos cuantitativos:

- Capacidad de almacenamiento vs. energía de extracción.
- Cargas y descargas continuadas. Máximo número de cargas y descargas sin pérdida del 10% de la capacidad inicial (estimada entre 40 y 50).
- Pérdidas en tiempos de almacenamiento de 3 meses, 6 meses y un año (estimada en menos del 0,2% para un año).

Es importante destacar que los ciclos de carga y descarga no degradan el material base, sino la forma (pellets) siendo siempre posible volver a formar dichos pellets con el tratamiento del material mediante procesos sencillos. En todo caso, el material es completamente reciclable.

4.3.- Aplicaciones específicas en el sector marítimo

En este apartado (tercer grupo de certificación) se consideran todos los aspectos relacionados con la ingeniería de adaptación tanto a instalaciones fijas (puertos) como en el buque, en cumplimiento de la normativa aplicable a cada caso. Se plantearán casos concretos de tipologías de buques y su ingeniería asociada, desarrollada por Soermar. El objetivo es obtener certificaciones concretas que puedan ser referencia a otras aplicaciones en diferentes configuraciones de buques tanto a nivel de electrificación como de propulsión, incluyendo sistemas cerrados, basados en pilas de combustible y sistemas abiertos con el uso de motores de combustión interna donde, básicamente, se emplea del H_2 extraído del amoníaco como combustible sin descartar el uso directo del amoníaco en la combustión tal como están planteando algunos fabricantes.

4.4.- Calidad y seguridad en los procesos de fabricación

Se considera el “cuarto grupo de certificación” el apartado de calidad de procesos

de ATD en cuanto la fabricación, control de calidad y expedición del material base y precargado para su uso en puertos, buques o cualquier otra circunstancia, incluyendo las plantas de carga y los depósitos multipropósito para carga y descarga de NH_3 gas.

5. Aplicación de la tecnología en el sector marítimo

En primer lugar, se distinguen los siguientes tipos de depósitos según su función:

- Depósito multipropósito: tiene la capacidad de cargar y descargar el amoníaco en el material base contenido. Esto es, con la aplicación de amoníaco gas, el material base queda cargado. El amoníaco se extrae para su uso directo o para la carga de cualquier otro sistema en estado sólido. El amoníaco, una vez finalizada la carga, SIEMPRE ESTÁ EN ESTADO SÓLIDO DE FORMA SEGURA hasta que no se demanda su uso con un flujo determinado (demandado) en formato gas y solo existirá en formato gas en el punto de servicio de dicho tanque.
- Depósito de servicio: únicamente se puede extraer el amoníaco gas bajo demanda (para un buque, por ejemplo). La recarga del material se produce cambiando el material descargado por otro cargado.

Nos referiremos específicamente al depósito multiservicio como universal, dado que cumple todas las funciones de carga y descarga tanto con amoníaco gas como por sustitución del material base (pellets). Obviamente, debe ser el del puerto en todos los casos, mientras que los buques podrán optar por depósitos de servicio (uso del amoníaco) cambiando el material cargado por otro descargado o por depósitos multiservicio (que será lo más habitual), donde la carga de material se produce in situ, sin cambiar el material base, a través de un suministro de amoníaco gas, normalmente extraído de

MODOS DE CARGA DE AMONIACO DE ESTADO SÓLIDO EN DEPOSITOS EN PUERTO



Fig 5. Modos de carga de tanques de almacenamiento en Puerto.

otro depósito multiservicio. En todos los casos, el amoníaco está almacenado de forma sólida (segura).

Es posible almacenar el material cargado en contenedores simples, cajas, sacos, etc, de forma que los depósitos multiservicio (en puerto, por ejemplo) pueden ser recargados completamente por bombeo de material nuevo, previa extracción del descargado. El depósito multiservicio SIEMPRE se puede cargar directamente a través de tanques de amoníaco líquido (a 10 bar) con salida gas, sin tocar el material base que contiene, independientemente del estado de carga que tenga en ese momento.

El proceso de carga GENERA ENERGÍA (térmica) que puede ser utilizada en otras aplicaciones (en estudio turbinas de ciclo Rankine para obtención de electricidad y otros posibles usos). La energía generada tiene un límite teórico de 910 kWh/Tm NH_3 cargado, estimándose en torno a 500 kWh/t NH_3 la energía térmica utilizable.

5.1.- Carga del depósito en el puerto

- Con material de estado sólido cargado de NH_3 que se ha cargado en una instalación independiente a partir de NH_3 disponible. El material se puede transportar de forma segura a presión atmosférica y hasta 60°C (realmente hasta 70°C), en cualquier re-

cipiente (incluso en sacos). Si el depósito contiene material descargado, se extrae previamente para su recarga. Los procesos de extracción y llenado del material se pueden realizar por bombeo en el caso de formato pellets.

- Directamente, a través de NH_3 gas. Es suficiente una presión de 5 bar para producir la carga completa. En este caso no es necesaria la sustitución del material de estado sólido contenido en el depósito, que siempre sería el mismo, esperándose un mínimo de 50 ciclos de carga/descarga completos. Basta con conectar el depósito del puerto a un suministro de amoníaco verde suministrado, por ejemplo, desde un camión cisterna o a un ducto.

5.2.- Servicio de amoníaco en buques y otros usos

Los buques pueden cargar su depósito de las siguientes formas:

- Mediante amoníaco gas extraído del depósito del Puerto que carga el material contenido en el depósito del barco.
- Mediante amoníaco sólido extraído del depósito del Puerto, extrayendo previamente el material descargado del depósito del barco y rellenando de material cargado por bombeo. Sería válido para todo tipo de depósitos en los buques (multiservicio y servicio simples) y es una operación mucho más

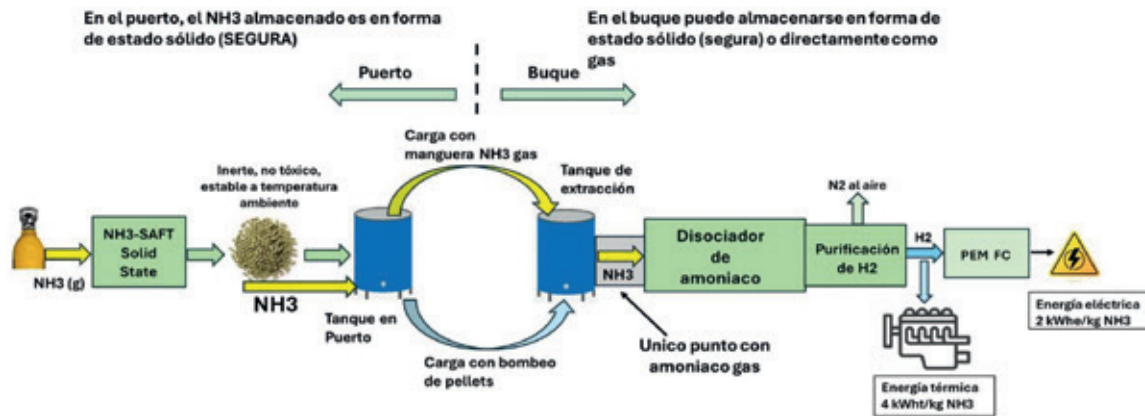


Fig 6. Modos de carga de tanques de almacenamiento en Buques: Sustituyendo el material de estado sólido o directamente con amoníaco gas sin sustituir el material de estado sólido.

rápida que el intercambio de gas, además de ser muy segura.

Por último, la carga/descarga puede realizarse de buque a buque tanto a nivel de bombeo de material descargado/cargado como de amoníaco gas sin tocar el material contenido en el depósito. En todos los casos, el amoníaco contenido en el depósito del puerto y del buque SIEMPRE ESTÁ EN ESTADO SÓLIDO, completamente seguro.

Se definirá la tipología de buque empleado para la integración de los equipos y servicios necesarios para el funcionamiento de un demostrador, el alcance de la energía libre CO₂ (electrificación y/o propulsión), existiendo varios candidatos en este momento pendientes de confirmar.

6.- Conclusiones

Se dispone de una tecnología española, eficaz y de bajo coste, para manejar el amoníaco,

como combustible de mayor densidad energética libre de CO₂, de forma SEGURA y sencilla, facilitando el transporte y almacenamiento de grandes cantidades de energía que pueden ser utilizadas en cualquier circunstancia, tanto para generar electricidad como energía térmica por combustión de H₂ sin emisiones de CO₂.

No hay dependencias de terceros, ni en derechos ni patentes ni en materiales clave o elementos estratégicos y caros. Los procedimientos de carga y descarga son muy sencillos y seguros. Toda la fabricación, tanto del material base como de los elementos clave, se realiza en España.

Con el proceso de certificación y clasificación de seguridad del material, los aspectos cuantitativos, su aplicación en el sector marítimo específico (buques y puertos) y los procesos de fabricación, se espera completar una solución realmente significativa a la toxicidad del amoníaco en su uso en el sector marítimo.



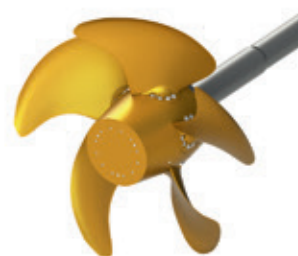
SRP



SRE



STP



SCP



SRP-R



SPJ



STT



SRT

WE KNOW WHAT MOVES VESSELS

WIRESA
Wilmer Representaciones, S.A.
Pinar, 6 BIS 1°
28006 Madrid | Spain

☎ +34 91 4 11 02 85
+34 91 5 63 06 91
✉ ecostoso@wiresa.com

www.schottel.com



Comida de Hermandad de la delegación territorial del COIN en Andalucía

El pasado 5 de abril, tuvo lugar en el Club Naval de San Fernando la comida de hermandad de la delegación territorial del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos en Andalucía.

Previamente, los asistentes hicieron una visita al Observatorio de la Armada, guiados por el director del Observatorio, el C. N. Antonio Pazos, quien dio toda clase de explicaciones como anécdotas y numerosos detalles que

enriquecieron extraordinariamente la experiencia. A continuación, disfrutaron de un magnífico encuentro entre compañeros durante la comida de hermandad mantenida en el Club Naval de San Fernando.

El próximo 22 de junio, esta delegación tiene previsto celebrar el Trofeo de Golf, seguido de una comida, en el Club de Golf Novo Sancti Petri, al que os animamos a participar.



Nuevos cargos para nuestros compañeros Carla Chawla Fidalgo y Gustavo Santana Hernández



Desde el Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos y desde la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España, queremos felicitar a dos compañeros que recientemente han ocupado puestos de relevante interés dentro de nuestro sector.

Navantia Seanergies, la división verde de la compañía pública, aprobó el pasado mes de abril una nueva reorganización, que tiene un marcado acento gallego. Nuestra compañera, Carla Chawla Fidalgo (colegiada n.º 2818), es la responsable de cimentaciones y plataformas offshore en la antigua Astano.

Asimismo, Manuel Bermúdez de Castro pasa a ser el nuevo director de programas de Eólica Marina de la compañía pública. Abel Méndez continuará siendo director comercial de Navantia Seanergies. Francisco Sánchez asume la dirección de servicios corporativos, que incluirá ingeniería, presupuestos, compras y gestión de la cadena de suministro. Por otro lado, Jesús Lourido per-

manecerá al frente de la ferrolana fábrica de Turbinas. Navantia Seanergies también crea una dirección de programas de Hidrógeno, que ocupará el cartagenero Amós Fuentes, y Elena Corrales se ocupará de las competencias de Desarrollo Estratégico de la división verde.

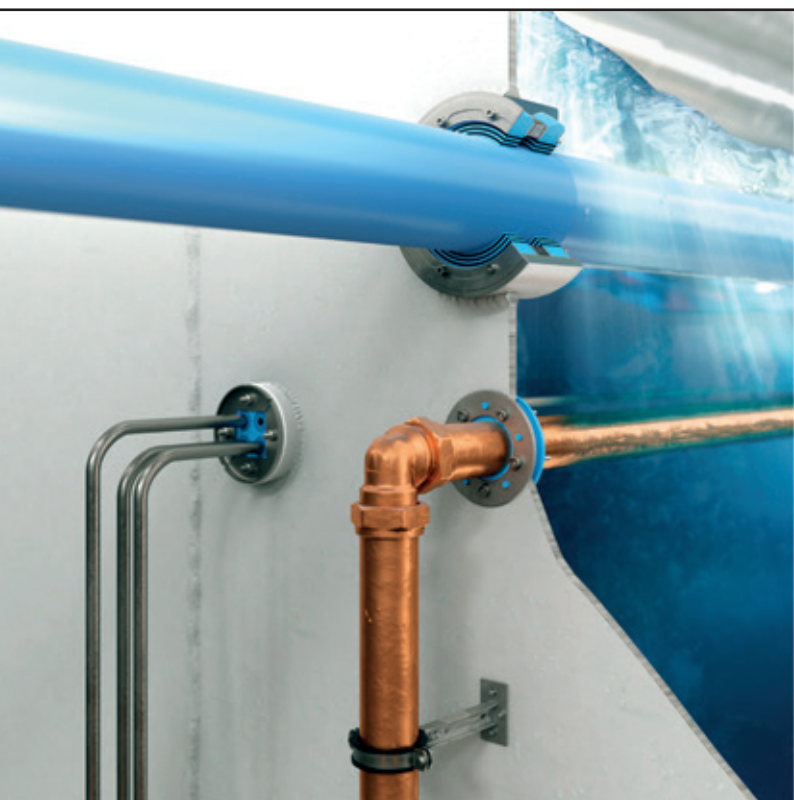
Por otro lado, nuestro compañero Gustavo Santana Hernández (colegiado n.º 2455) fue nombrado el pasado 8 de abril, por el Consejo de Ministros, y a propuesta del ministro de Transportes y Movilidad Sostenible, Óscar Puente, como nuevo presidente de Puertos del Estado. Desde diciembre de 2023, ocupaba el cargo de director general de la Marina Mercante del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible y presidente de Salvamento Marítimo.

Asimismo, el mismo Consejo de Ministros aprobó el nombramiento de Ana Núñez Velasco como nueva directora general de Marina Mercante del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible.



Navantia

Innovation where it matters



Proteja las entradas de tuberías

Utilice los sellos Roxtec para aplicaciones con tuberías y proteja a las personas y los activos contra factores de riesgo como fuego, agua y gas. Asegúrese de mantener las clasificaciones contra fuego en la cubierta y en mamparas una vez instaladas las tuberías de acero, cobre, plástico y fibra de vidrio. En caso de incendio, evite que las llamas se propaguen al utilizar nuestros sellos para tuberías de plástico. En caso de tuberías metálicas utilice Roxtec SPM™ que le permitirá realizar el sellado sin necesidad de ninguna soldadura.

- Instalación simple y segura
- Asegure una barrera eficiente contra incendio
- Garantice la estanqueidad incluso en caso de incendio
- Reduzca el peso total del barco
- Evite todo el trabajo de soldadura

roxtec.com/es





64 Congreso Internacional de Ingeniería Naval e Industria Marítima

La industria naval y marítima como motor de la economía azul.
Por un futuro sostenible para todos
Del 26 al 28 de marzo de 2025 - Gijón



Vídeo Inauguración:



Vídeo Clausura:



De izda. a dcha.: Gala Concepción Raba, presidenta territorial de la AINE en el Principado de Asturias; Pilar Mora Tejo-Granados, decana del COIN; Gustavo Santana Hernández, director general de la DGMM; Adrián Barbón Rodríguez, presidente del Principado de Asturias; Diego Fernández Casado, presidente de la AINE; Álvaro Platero Díaz, presidente de Astilleros Gondán; y Félix Baragaño, presidente de la Cámara de Comercio de Gijón.

Inauguración

El Palacio de Congresos de Gijón acogió la 64ª edición del Congreso Internacional de Ingeniería Naval e Industria Marítima en el Palacio de Congresos de Gijón, donde se dieron cita más de 400 profesionales para debatir sobre el futuro de la economía azul. Con la sostenibilidad, la innovación tecnológica y la captación de talento joven como ejes centrales, el evento se consolida como el foro de referencia del sector.

El presidente del Principado de Asturias, Adrián Barbón Rodríguez, destacó la importancia del sector naval en la región, afirmando que «Asturias siempre ha estado dispuesta a echarse a la mar». Subrayó que «siete de cada diez barcos construidos en España llevarán sello asturiano en los próximos años», reivin-

dicando así el liderazgo de la comunidad en la industria. Además, aseguró que «las posibilidades de desarrollo son enormes y siempre contarán con el apoyo de mi Gobierno».

Por su parte, la presidenta territorial de la AINE en el Principado de Asturias, Gala Concepción Raba, dio la bienvenida a los asistentes recordando la historia naval de Gijón: «Estamos en tierra naval, una ciudad que llegó a tener hasta cinco astilleros». En la misma línea, el presidente de la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España, Diego Fernández Casado, ha destacado el carácter científico y profesional del Congreso, afirmando que «innovación e ingeniería van de la mano» y subrayando la necesidad de atraer talento joven: «Estamos empeñados en conectar a estudiantes con las empresas que necesitan su talento».

En esta misma línea ha incidido el presidente de Astilleros Gondán, Álvaro Platero Díaz, insistió en la importancia de reforzar la formación de nuevos ingenieros navales. «Los retos son muchos y todos apasionantes, pero necesitamos talento joven. Necesitamos que estudien ingeniería naval», ha declarado.

En su intervención, la decana del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos, Pilar Tejo Mora-Granados, alertó sobre el incierto contexto geopolítico y su impacto en la industria naval: «Las restricciones al comercio representan una amenaza clara y debemos corregir la vulnerabilidad industrial de Europa». A pesar de ello, ha señalado que «España sigue siendo una excepción en nuestro entorno» y que «estamos en un momento espectacular a nivel tecnológico en la ingeniería naval».

El director general de la Marina Mercante, Gustavo Santana Hernández, ha destacado el papel tractor de la ingeniería naval en el sector marítimo: «No se trata solo de la marina mercante, sino de toda la industria marítima». Asimismo, hizo hincapié en la necesidad de avanzar en la descarbonización del transporte marítimo y el uso de combustibles alternativos.

Conferencia Magistral

Álvaro Platero Díaz, presidente de Astilleros Gondán, realizó un repaso a la evolución del astillero que cumple, en este 2025, 100 años de historia en los que ha construido más de

500 barcos para más de 30 países. «Nuestra empresa es una familia. Desde sus inicios, hemos apostado por la calidad y la innovación tecnológica», ha afirmado. Platero recordó que la empresa comenzó en 1925 construyendo barcos de madera y ha evolucionado hasta convertirse en un referente en la construcción de buques de alta tecnología, incluyendo embarcaciones autónomas para inspecciones submarinas. «Hemos pasado de diseñar marcos de madera a desarrollar barcos equipados con la más avanzada tecnología».

En su discurso, también resaltó la importancia del equipo humano de Gondán: «Contamos con una plantilla joven y experimentada, con 22 ingenieros navales que son el alma de la empresa. Necesitamos más técnicos, más relevo y estamos siempre a la caza del talento, principalmente local». Además, ha destacado que la empresa sigue apostando por la tradición familiar, ofreciendo oportunidades laborales a hijos de trabajadores siempre que sea posible. Platero anunció una gran ampliación del astillero, con la que se busca mejorar la eficiencia y la capacidad de producción: «Con esta expansión reduciremos los tiempos de construcción, ampliaremos la plantilla y mejoraremos nuestra capacidad tecnológica, además de reducir ruidos y emisiones».

Conferencia apertura de Área de Mercante, Pasaje y Buques Especiales

Gustavo Santana Hernández, director general de la Marina Mercante, fue el encar-



gado de abrir el área de Mercante, Pasaje y Buques Especiales bajo el título “Líneas de actuación de la Dirección General de la Marina Mercante Para diseñar el sector del transporte marítimo del futuro”. Abordó la relevancia del sector marítimo en España, que representa el 3% del PIB y mueve el 77% de las importaciones del país. «El sector marítimo español es un pilar fundamental de nuestra economía y estamos trabajando en una reforma legislativa que lo impulse aún más», ha señalado. Así mismo, destacó la necesidad de actualizar el marco normativo, haciendo referencia a la reforma de la Ley de Puertos y la Ley de Navegación Marítima, actualmente en trámite parlamentario. También puso en valor la Planificación Estratégica de Salvamento Marítimo y la Estrategia Marítima Española, que abordan temas clave como la sostenibilidad, la competitividad y la formación de talento especializado. Además, ha destacado el uso de la inteligencia artificial en la seguridad marítima: «Estamos introduciendo sistemas de inteligencia artificial para analizar patrones en las emergencias marítimas y mejorar nuestra capacidad de respuesta». Según Santana, esta tecnología permitirá anticiparse a incidentes y optimizar las operaciones de rescate: «Nuestro objetivo es ofrecer un servicio público eficaz y eficiente, reforzando la seguridad y la conservación de los océanos».

Conferencia apertura de Área de Defensa



El Almirante Director de Ingeniería y construcciones Navales de la Armada, Nicolás Lapique Martín, fue el encargado de abrir el área de Defensa bajo el título “Estrategia naval para un mundo en tensión”.

Destacó la necesidad de modernizar la Armada para responder a los nuevos escenarios internacionales. “El entorno actual camina hacia la bipolaridad y a mares cada vez más disputados”, señaló, aunque insistió en que “la principal herramienta para evitar conflictos es la disuasión”. Entre los puntos clave expuestos, subrayó la importancia de una Armada con alta capacidad de combate, la incorporación de nuevas tecnologías como los gemelos digitales y la automatización, así como la necesidad de incrementar tanto las unidades como el personal.

Lapique se refirió al Plan Armada 2050, una estrategia ambiciosa para garantizar la relevancia internacional de la fuerza naval mediante el desarrollo de capacidades avanzadas y la integración de nuevas tecnologías. En este sentido, destacó el impacto de la cuarta revolución industrial en el campo de batalla, señalando que la guerra moderna está evolucionando con la incorporación de drones y sistemas autónomos. “Cada vez que se derriba un dron en la guerra de Ucrania, implica un cambio en los sistemas que se utilizan al día siguiente. La cuarta revolución industrial ha llegado al campo de batalla”, afirmó. Además, resaltó que las fuerzas navales del futuro tendrán en la robótica y la automatización un elemento clave. “El empleo de gemelos digitales permite una rápida comprensión del escenario y facilita la inmediata toma de decisiones”, explicó y avanzó que “el día de mañana tendremos buques autónomos”.

Por otro lado, insistió en la necesidad de que la sociedad española comprenda la importancia de contar con una Armada potente como garantía de seguridad y bienestar para todos los ciudadanos. Para ello, abogó por una industria militar consolidada y con respaldo social e institucional, promoviendo la excelencia y atrayendo talento joven al sector. En este contexto, destacó la creciente

demanda de ingenieros navales en la Armada, considerada una profesión crítica para el futuro del sector. “Necesitamos profesionales altamente capacitados para afrontar los retos tecnológicos de las próximas décadas”, concluyó.

Conferencia apertura de Área de Pesca



Javier Touza, presidente de los Armadores de Vigo, fue el encargado de abrir el área de pesca. Abordó la evolución del sector pesquero en las últimas décadas, destacando el desplazamiento del liderazgo mundial en la producción pesquera, tradicionalmente encabezado por China, Japón, Noruega, Corea del Sur..., hacia la incorporación de nuevos agentes como India, Vietnam o Malasia. Este cambio ha reconfigurado el mercado global, planteando nuevos desafíos para la industria europea, que ha experimentado un claro retroceso en los últimos años. En su intervención, subrayó la necesidad de que España recupere protagonismo en el sector pesquero y refuerce su posición en un mercado cada vez más competitivo. Actualmente, el país representa alrededor del 0,8% de la producción pesquera, una cifra que ha disminuido en comparación con décadas anteriores. Touza insistió en la importancia de modernizar la flota con barcos del siglo XXI que incorporen tecnologías sostenibles y más eficientes para competir en igualdad de condiciones con las grandes potencias pesqueras.

También resaltó la creciente relevancia de la sostenibilidad en la industria, insistiendo en que “la pesca tiene un enorme futuro si se gestiona de forma responsable con el medio ambiente”.

Conferencia apertura de Área de Eólica



El director general de Bluenewables, Bernardino Couñago, fue el encargado de abrir el área de Eólica. Durante su intervención, hizo hincapié en la importancia de la colaboración entre la industria y las instituciones para desarrollar proyectos viables y sostenibles. Couñago también abordó la cuestión de qué viene después en el desarrollo de la energía eólica marina. “Ahora hay que construir, instalar y operar estos parques”, explicó, señalando la importancia de avanzar en esta fase clave para el sector. Durante su exposición, presentó diversas simulaciones que han permitido analizar el impacto visual de los parques eólicos, la aficción en los puertos y la integración de todos los elementos que implica el desarrollo de la eólica marina en las zonas costeras. Estos estudios resultan fundamentales para garantizar una implantación equilibrada y sostenible de la energía eólica en el entorno marítimo. Entre los desafíos destacados, mencionó la necesidad de potenciar la capacidad constructiva en acero para la fabricación de infraestructuras- un nicho propio de la ingeniería naval, ha señalado. “No basta solo con la capacidad de Navantia; la industria debe trabajar unida para consolidar el sector”, afirmó.

Mesas Redondas



Mesa redonda:
“Propulsión asistida por velas rígidas”

De izda. a dcha.: José Poblet, Cotenaval CEO; Juan J. Ferrer Gutiérrez, Marflet Marine S.A. CEO; Juan L. Sánchez, Astander, Grupo Alimia Director; José M. Bermúdez, Bound4Blue CEO y Co-fundador; Luis Guerrero, Bureau Veritas, Director Marina & Offshore España y Portugal



Mesa redonda:
“Eólica Marina en Italia:
¿Oportunidad para la industria española?”

De izda. a dcha.: Bernardino Couñago, Bluenewables, socio co-fundador y director general; Eugenio Siragusa, NCTM Partner; Gonzalo Alvar, Penningtons Manches Cooper Partner; Juan J. Ferrer, Marflet Marine S.A. CEO; Pedro Vicente, Armón Gijón Director Técnico



Mesa redonda:
“Seguro de responsabilidad civil en el ejercicio profesional”

De izda. a dcha: Pilar Tejo, COIN Decana; Javier Portales, Albors Galiano y Portales Abogado; M.ª Almudena Martínez, DGMM Capitán Marítimo de Avilés; Carlota Martínez, AXA XL Abogada; Oscar Campuzano, AON Affinity Professions & Associations Director



Mesa redonda:
“Buques al servicio del Estado”

De izda. a dcha.: Miguel Sánchez, Armada Coronel Jefe del Servicio Marítimo de la Guardia Civil; Jordi Sorribas; CSIC director de la Unidad de Tecnología Marina; Miguel R. Cuartero, Armada Capitán de Navío Jefe de la sección de Planes Estratégicos del Estado Mayor; José M.ª Pérez, Instituto Social de la Marina, Subdirector General de Acción Social Marítima; José L. García, SASEMAR Director; Pablo Álvarez, Dirección Adjunta de Vigilancia Aduanera jefe de área

Mesas Redondas



Mesa redonda:
“Criterios de diseño de grandes yates”

De izda. a dcha.: Eduardo Álvarez, ABS Director de España; Diego Colón, Astilleros de Mallorca CEO; Leonardo García, Asociación española de barcos de época y clásicos presidente; Guillermo Gefaell, ingeniero naval y oceánico; Juan M. Ion López, Doramas Milson Mench director técnico



Mesa redonda:
“Innovación en la economía azul”

De izda. a dcha.: José J. de Troya, Ministerio de Defensa - DGAM gestor área inspección industrial; Raúl Rodríguez, Ghenova Offshore Renewables directo; Caridad García Meroño, Seaplace directora técnica y de recursos humanos; José R. Iribatten, Siport21 Consejero Delegado; Bernardino Couñago, Bluenwables socio co-fundador y director general; María M. Vidal, Ponti&Partners SLP Agente de Patentes Europeas; José A. Sánchez, CT Ingenieros director oficina naval



Mesa redonda:
“Innovación y liderazgo en la formación de ingenieros navales: retos y oportunidades para el futuro”

De izda. a dcha.: Rodrigo Pérez, ETSIN UPM / Siemens Software Engineering Senior Director; Victoria Redondo, Escuela de Ingeniería Naval y Oceánica UCA directora Escuela Politécnica de Ingeniería de Ferrol; Iván Figueiras, W-Executive partner/director engineering, energy & industry; Antonio Crucelaegui, ETSIN UPM director; Vicente Díaz, UDC director de la Escuela Politécnica de Ingeniería de Ferrol; Agustín Martín, FNB director; Juan J. Hernández, UPCT director.

Mesas Redondas



Mesa redonda: “Electrificación en la propulsión”

De dcha. a izda.: Juan P. Molina, Baleària director técnico corporativo; Adolfo Navarro, Armón Shipyards Proposal Manager; Ignacio Gómez, SYM Naval director de I+D y proyectos estratégicos; Javier Martín, Astilleros Gondán director oficina técnica; Fernando Barreras, Suardiáz director; Luis Santos, Freire Shipyard naval architect & marine engineer production & Project; José M.ª Izquierdo.



Mesa redonda: “La cadena de suministro e industria auxiliar en la eólica marina”

De dcha. a izda.: Antonio Preckler, Pymar director de control, análisis y seguimiento; Santiago De Guzmán, Brezzo Energy director técnico; Covadonga Carballo, Windar Renovables directora de tecnología e innovación; Martín Fernández, Autoridad Portuaria de A Coruña presidente; Daniel Taboada, Noatum Global Offshore Wind Manager; Javier Herrador, Navantia Seanergies director



Mesa redonda: “Renovación de la flota pesquera”

De izda. a dcha.: Roque Serrano, Pereira directo técnico de flota; M.ª J. de Pazom Veraguas Consejera Delegada; José R. Regueira, Nodosa Shipyard director comercial; Mario Cardama, Cardama director general; José R. Antón, Faustino Carceller S.L. director técnico; Javier Tuduri, Cintrana Commercial Manager vice president; Javier Garat, CEPESCA secretario general



Mesa redonda: “Desarrollo de las capacidades industriales para cumplir con el Plan “Armada 2050””

De izda. a dcha.: Ricardo Domínguez, Navantia presidente; Ana Buendía, Indra directora de desarrollo de negocio naval; Luis Furnells, Grupo Oesia presidente ejecutivo; Juan M. Paino, Astilleros Armón CEO; Francisco J. cuervas, Grupo Ghenova CEO; Nicolás Lapique, Armada - JAL Almirante Director de Ingeniería y Construcciones Navales



De izda. a dcha.: Gala Concepción Raba, presidenta territorial en el Principado de Asturias de la AINE; Jorge González-Palacios, Ayto. de Gijón Concejal de Relaciones Internacionales; M.^a Belarmina Díaz, Consejería Transición Ecológica, Industria y Desarrollo Económico Consejera; Diego Fernández, presidente de la AINE; Nieves Roqueñi, Autoridad Portuaria de Gijón presidenta; Laudelino Alperi, Astilleros Armón presidente.

Conclusiones

Gijón ha representado el escenario perfecto para reflexionar sobre el futuro del sector naval y la ingeniería oceánica, como destacó Gala Concepción Raba, decana territorial en el Principado de Asturias del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos de España. En este sentido, María Belarmina Díaz Aguado, consejera de Transición Ecológica, Industria y Desarrollo Económico del Principado de Asturias, puso en valor la resiliencia de la industria naval asturiana y su capacidad de liderazgo en mercados internacionales. Señaló que la región debe continuar apoyando la innovación y la modernización del sector para garantizar su competitividad a largo plazo.

Igualmente, Jorge González-Palacios Ortea, concejal de Relaciones Institucionales del Ayuntamiento de Gijón, resaltó el papel de Gijón en la economía azul y la innovación,

afirmando que la ciudad debe consolidarse como un referente en la industria naval y portuaria del norte de España. Nieves Roqueñi Gutiérrez, presidenta de la Autoridad Portuaria de Gijón, reafirmó el compromiso del puerto con la sostenibilidad, explicando las inversiones en energías renovables y digitalización portuaria para mejorar la eficiencia logística y reducir la huella de carbono. La voz de la industria naval la puso en la clausura Laudelino Alperi Baragaño, presidente de Astilleros Armón, quien destacó la necesidad de fortalecer la competitividad de la construcción naval europea y proteger a todos los actores de la cadena de valor, desde armadores hasta proveedores. Subrayó que, sin una política industrial que respalde a los astilleros nacionales, la competencia asiática podría comprometer la viabilidad de la industria en Europa.

¡Nos vemos en Málaga!

Trabajos premiados



1^{er} premio

“On the integration of the helicopter on the next generation of CSOVs to enhance the operability of offshore wind farms”, Santiago Guzmán.



2^o premio

“Desarrollo y aplicación de un modelo acoplado para el diseño y verificación de la estructura de la plataforma ATR 2.0”, Julio García Espinosa.



3^{er} premio

“Velas como propulsión auxiliar: un enfoque con gemelos digitales para la optimización energética de buques en el marco de las normativas ETS y Fueleu”, Rafael Ros Esparza.

Accésits

“Amoniaco seguro: cómo superar su toxicidad facilitando el almacenamiento, manejo y utilización de forma completamente segura”, Juan Álvarez Abad y José Fabián Plaza.



“Fully coupled hydroelastic analysis of floating wind platforms”, Borja Serván Carnas.



“Harnessing the industrial metaverse and AI in shipbuilding: Trends, applications, and case studies”, Mirko Toman.

Premios AINE

Premio AINE a la mejor empresa o institución relacionada con actividades relacionadas con el sector marítimo



NAVALIA, la feria internacional del sector naval que se celebra en Vigo, ha sido galardonada “por su contribución a la proyección y desarrollo de la industria naval española, sirviendo de escaparate para la innovación en el sector”. Desde su fundación, ha pasado de 200 expositores a 533 en sus veinte años de existencia.

Premio AINE a la mejor empresa o institución relacionada con la profesión



Por otro lado, el jurado ha reconocido al GRUPO EMENASA, conglomerado de 14 empresas, 8 de ellas con gran relevancia en la ingeniería naval, entre las que destacan Vicus DT, Fundivisa, Baliño, Main Solutions, Enaradio, Núñez Vigo, Mecanasa y Progener, “por su significativa contribución al desarrollo y reconocimiento de la industria naval gallega”.

Premio Especial AINE 2025



El Premio Especial AINE 2025 ha sido otorgado a D. Romualdo Alvargonzález Figaredo y D. Gonzalo Alvargonzález Figaredo, por su papel fundamental en el lanzamiento de ERShip, en el que el grupo Alvargonzález era un accionista minoritario. Su dedicación y esfuerzo han sido clave en el éxito de esta empresa.

Premio al Mejor Proyecto de la Zona Innovación



El Premio a la Innovación ha sido otorgado a TROYAN DRONES, una joven empresa que ha desarrollado inteligencia artificial para mejorar la eficiencia de los buques mercantes y optimizar el consumo de combustible. Además, ha diseñado un dron acuático sumergible con gran autonomía. Recogieron el galardón Carlos de Troya, Jaime Louredo y Miguel Cruz.

Premios AINE

Premio a la Construcción Naval Más Destacada de 2024



Este año, el premio conmemorativo a la construcción naval más destacada construida en España en 2024 se ha otorgado tanto al astillero constructor (Astilleros Zamakona) como al armador (E.P.E Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima) por el buque *Heroínas de Sálvora*.

El *Heroínas de Sálvora* es un remolcador marítimo de 213 t de tiro especializado

en rescate y salvamento de embarcaciones y vidas humanas, con capacidad de lucha contra la contaminación por hidrocarburos, lucha contra incendios, ayuda humanitaria y patrullaje. Diseñado por la ingeniería española Seaplace y construido en los Astilleros Zamakona de Santurtzi (Vizcaya), es una embarcación pionera por sus nuevas tecnologías, con 14 modos de funcionamiento según las necesidades operativas.

Premio al Mejor Trabajo Fin de Máster



El Premio al Mejor Trabajo Fin de Máster 2024 ha sido otorgado a Javier Moreno, Ingeniero Naval y Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Universidad Politécnica de Madrid. Cuenta con una dilatada experiencia en modelización numérica avanzada, ha asesorado a empresas y organismos nacionales e internacionales en proyectos de ingeniería civil y naval. Su trabajo premiado aborda la optimización de

los sistemas de fondeo en parques eólicos offshore flotantes, analizando distintos materiales y configuraciones para mejorar la estabilidad de las plataformas flotantes, reducir costes y aumentar la eficiencia energética de estas instalaciones.

Reconocimiento a patrocinadores



BUREAU VERITAS IBERIA SLU

Recoge: D. Luis Guerrero Gómez, Director Marina & Offshore España y Portugal de Bureau Veritas



DNV

Recoge: D. José María Izquierdo, Director de área para Iberia, Italia y Malta de DNV



LLOYD'S, REGISTER

Recoge: D. Javier de Juana Gamo, Director Marina & Offshore España de Lloyd's Register



NAVALIA

Recoge: D. Javier Arnau, Director de Navalia



PYMAR

Recoge: D. Antonio Preckler, Director de control, análisis y seguimiento de Pymar



ASTILLEROS GONDÁN

Recoge: D. Álvaro Platero,
Presidente de Gondán



ASTILLEROS ARMÓN

Recoge: D. Juan Manuel Paino Monsalve,
Director General de Astilleros Armón



ASTICAN

Recoge: D. Ruyman Medina Martín, Adjunto
al Director General de Astican



ASTANDER

Recoge: D. Juan Luis Sánchez Echevarría,
Director de Astander



PIPESPAIN

Recoge: D. Carmen Sánchez Ramírez,
Directora Técnica de Pipespain



NOV FGS

Recoge: D. Jack Cockerton, Director de NOV
Fiber Glass System



ABS

Recoge: D. Eduardo Álvarez, Director para
España de ABS



CT INGENIEROS

Recoge: D. Juan Ramón Sousa Ferreiro,
Director de CT Ingenieros



SALVAMENTO MARÍTIMO

Recoge: D. José Luis García Lena,
Director de Sasemar



CINTRANAVAL-DEFCAR

Recoge: D. Aitor Uriarte,
Director de Cintrnaval-Defcar



GHENOVA

Recoge: D. Francisco José Cuervas García,
CEO del grupo Ghenoa



MARFLET MARINE

Recoge: D. Juan José Ferrer Gutiérrez de la
Cueva, Ceo de Marflet



AON

Recoge: D. Francisco Rodríguez Menéndez,
Director de AON



REAL ACADEMIA DE LA MAR

Recoge: D. Carlos Cremades,
Presidente de la Real Academia de la Mar



FINANZAUTO

Recoge: D. Alejandro Benito Jiménez,
Marine Executive Director de Finanzauto.



W-EXECUTIVE

Recoge: D. Miguel Muñoz Martínez,
Director de W-Executive



INGETEM

Recoge: D. Javier Rioja, Director Comercial de Ingeteam



VULKAN

Recoge: D. José Ignacio Cuenca, Director Gerente de Vulkan España



SEAPLACE

Recoge: Dña. Caridad García Meroño, Directora Técnica de Recursos Humanos de Seaplace



FRIZONIA

Recoge: D. José Antonio Rodríguez Flores, Director de Relaciones Instituciones de Frizonia



SCHOTTEL WIRESA

Recoge: D. Emilio Costoso, Director de Desarrollo de Negocio de Wiresa



SOERMAR

Recoge: Dña. Eva Novoa Rojas, Directora general de Soermar



SIEMENS

Recoge: D. Javier Fernández, Director de Cesena



FERNANDEZ JOVÉ COMERCIAL E INGENIERIA SL

Recoge: D. Antonio Fernández Jové



INDUSTRIAS FERRI

Recoge: D. José Luis Márquez García,
Director de ventas de Industrias Ferri



CASCOS NAVAL

Recoge: D. Antonio Álvarez Cascos,
Gerente de Cascos Naval



ERSHIP

Recoge: Dña. Patricia Susaeta, Ership



ZAMAKONA

Recoge: D. Alejandro Garaydordobil,
Director comercial de Astilleros Zamakona



ASTILLEROS MURUETA

Recoge: D. José Ramón López Eady,
comercial de Astilleros Murueta



SiKA

Recoge: Dña. Cristina Calvo García,
Directora de ventas de Sika



MURELOIL

Recoge: D. José Luis Carballo Rodríguez,
Director Gerente de Mureloil



QUEST GLOBAL

Recoge: D. Alberto Fernández Lozano,
Manager Enganament de Quest Global



INDRA

Recoge: Dña. Ana Belén Buendía Núñez,
Directora de Desarrollo de negocio naval
de Indra



FREIRE SHIPYARD

Recoge: D. Luis Santos, Orden Project
Manager de Freire



GRUPO EMENASA

Recoge: D. Carlos Alonso Vila,
CEO de Emenasa



COTENAVAL

Recoge: D. José Poblet, CEO de Cotenaval



BLUENEWABLES

Recoge: D. Cecilio Barahona, Business
Development Manager Bluenewables



F. CARCELLER

Recoge: D. Jose Ramón Antón Vilasánchez,
Director Técnico de Faustino Carceller



ASTILLEROS MALLORCA

Recoge: Dña Lucia Mingot, Directora de Calidad,
innovación y sostenibilidad de Astilleros Mallorca



MARITIME BLUE GROWTH

Recoge: D. Sergio Alart, Director de MBG



CARDAMA

Recoge: D. Mario Cardama,
Director General de Astilleros Cardama



PONTI & PARTNERS

Recoge: Dña Marta Vila,
Directora de Desarrollo de Negocio de Ponti



SYM NAVAL

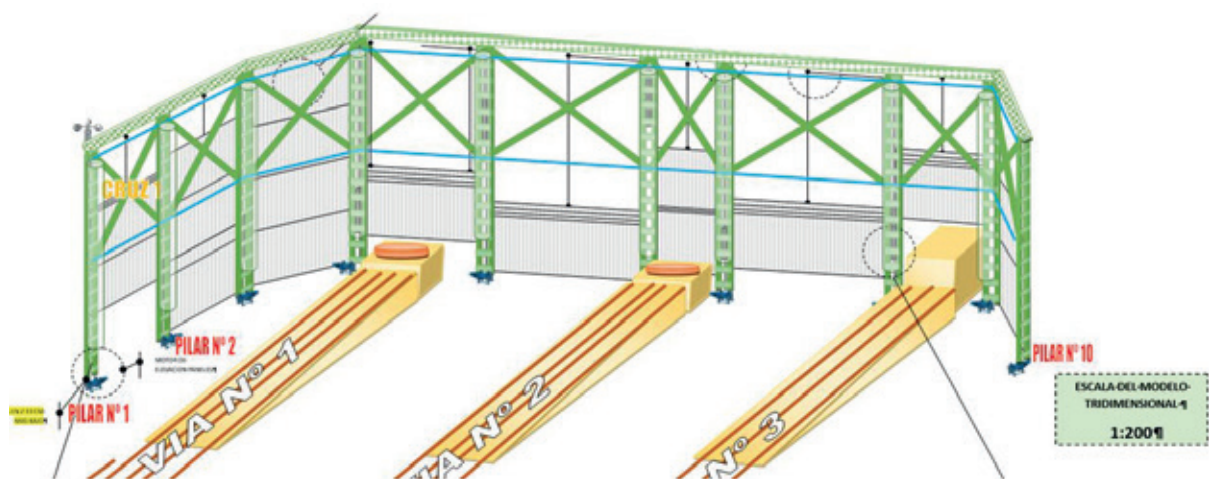
Recoge: D. Ignacio Gómez Vera,
Director de I+D de Sym Naval

También agradecer la colaboración de los siguientes patrocinadores que no han podido estar presentes:

**Ayuntamiento de Gijón, Fundacion ACS,
Penningtons Manches Cooper,
Advant Nctm, Wartsila, Oliver Design,
Gleistein, Comismar, Regenasa,
Mapei Marine, Real Liga Naval y Ainaval.**



Nodosa impulsa un proyecto innovador para reducir la contaminación acústica y atmosférica en su astillero



En un contexto global marcado por la creciente preocupación medioambiental y la búsqueda de modelos industriales más sostenibles, el sector naval está llamado a desempeñar un papel clave en la transición ecológica.

La reducción de emisiones, el impulso de tecnologías limpias y la transformación de los procesos productivos son ya prioridades estratégicas para empresas comprometidas con el entorno y la sociedad.

En este escenario, el grupo NODOSA, S.L., referente en el ámbito naval, da un paso al frente con la puesta en marcha de un ambicioso proyecto centrado en la reducción del impacto ambiental derivado de sus operaciones industriales.

La iniciativa tiene como objetivo mitigar los efectos de la contaminación acústica y atmosférica, a través del desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras, especialmente diseñadas para su entorno productivo.

En este marco, NODOSA plantea una actuación en dos fases diferenciadas:

- Zonas de Vías 1, 2 y 3: Diseño e implementación de barreras replegables para contener partículas en suspensión y atenuar emisiones acústicas.
- Zonas de Vías 4, 5 y 6: Rediseño de las actuales estructuras metálicas tipo guillotina, mejorando su eficacia como barreras acústicas e incorporando sistemas de atomización de agua para la supresión de partículas micrométricas.

El proyecto introduce un diseño replegable pionero que evita interferencias con las operaciones del astillero, a diferencia de las soluciones rígidas convencionales, cuya efectividad se ve limitada por la necesidad de instalarlas alejadas de las fuentes emisoras.

La empresa ha decidido anticiparse a futuras exigencias y elevar su nivel de responsabilidad medioambiental, contribuyendo activamente a preservar la calidad de vida

en su entorno y minimizar el impacto de su actividad.

Con este proyecto, Nodosa reafirma su compromiso con una industria naval innovadora y respetuosa con el entorno. La implementación de barreras acústicas y sistemas de contención de partículas no solo mejorará la sostenibilidad de su actividad, sino que también contribuirá activamente a proteger la salud del ecosistema y de las comunidades vecinas. Una vez más, Nodosa demuestra que la sostenibilidad no es un objetivo futuro, sino una acción presente.

Financiación

La actuación se alinea directamente con los objetivos del PERTE Naval, que impulsa una industria más sostenible, digital y diversifi-

cada, y responde a la necesidad de que los propios procesos del sector se transformen hacia modelos más ecológicos.

El proyecto representa una valiosa oportunidad de avance tecnológico e innovación, aunque conlleva importantes exigencias económicas. En este contexto, Nodosa ha optado por acogerse a una convocatoria pública de ayudas como una vía positiva para asegurar la cobertura de los costes mínimos e imprescindibles, facilitando así el desarrollo de una iniciativa que, si bien ajena a su actividad productiva habitual, aporta un alto valor estratégico.

La ejecución del proyecto será rigurosamente documentada y supervisada, garantizando su trazabilidad y adecuación a los criterios del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

Experts in

Drivetrain Vibrations Acoustics

www.vulkan.com



VULKAN

VULKAN Española

Avda. Montes de Oca, 19 - Nave 7 | 28703 SS Reyes (Madrid)

Phone +34 91 359 09 71 | es.info@vulkan.com

Proyecto SMarAI, inteligencia artificial en las emergencias marítimas



El pasado 8 de abril se presentó, en el Palacio de Zurbano, en Madrid, el proyecto SMarAI (SMART MARITIME AI) que impulsa Salvamento Marítimo, sociedad dependiente del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. El proyecto, cofinanciado por la Comisión Europea, a través del Mecanismo Europeo de Protección Civil, cuenta con el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) como entidad afiliada y la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y Puertos del Estado como socios colaboradores.

El nuevo proyecto mejorará la toma de decisiones en situaciones de emergencia marítima mediante una plataforma de análisis avanzado de datos basada en Inteligencia Artificial. Esta herramienta permitirá identificar riesgos de manera más eficaz y gestionar emergencias con mayor eficiencia.

En un contexto donde los riesgos marítimos no conocen fronteras, el aumento del tráfico en las rutas comerciales y los peligros asociados a fenómenos como derrames de hidrocarburos, contaminación marina y evacuaciones masivas, exigen una capacidad de respuesta rápida y eficiente. A través del uso de la Inteligencia Artificial, SMarAI busca in-

tegrar grandes volúmenes de datos y ofrecer a las autoridades responsables una herramienta que mejore la prevención, preparación y respuesta ante emergencias en la mar.

Este proyecto no solo mejorará estas cuestiones, sino que también optimizará la asignación de recursos y mejorará la toma de decisiones. Además, está alineado con los objetivos estratégicos de la Unión Europea en términos de seguridad y resiliencia ante desastres.

SMarAI aportará valor a las entidades que van a colaborar en el proyecto y cada una de ellas ha explicado lo que supondrá para sus empresas en la mesa redonda que se ha celebrado tras la presentación.

Salvamento Marítimo considera que mejorará la capacidad de intervención para salvar vidas y la sostenibilidad ambiental. Optimizará la asignación de recursos para una respuesta más eficiente a emergencias marítimas, reducirá emisiones y mejorará la respuesta ante desastres ambientales. También facilitará la cooperación transfronteriza.

Según el CEDEX, el conocimiento adquirido se aplicará a otros ámbitos del transporte y

gestión de emergencias. El proyecto fortalecerá la colaboración y las capacidades de la empresa en el ámbito marítimo.

Para Puertos del Estado, quien contribuirá con datos oceanográficos para la plataforma del proyecto, la colaboración institucional mejorará el análisis de riesgos marítimo-portuarios y apoyará a los responsables de emergencias de los puertos. Por su parte, AEMET piensa que la inteligencia artificial en la gestión de emergencias abrirá nue-

vas posibilidades. El proyecto mejorará la adaptación de los productos de AEMET a las necesidades de los usuarios, enfocando los avisos meteorológicos hacia los impactos en el ámbito marítimo.

Las herramientas salidas del proyecto podrán replicarse también a nivel internacional, contribuyendo a una mayor seguridad y resiliencia en el entorno marítimo, fortaleciendo la cooperación entre autoridades que se enfrentan a los mismos retos.

Navantia firma nuevo acuerdo marco con Royal Caribbean Group



Navantia y Royal Caribbean han renovado su acuerdo marco estratégico, fortaleciendo la larga relación entre ambas compañías y estableciendo las bases para futuros proyectos de modernización y revitalización. La ceremonia de firma tuvo lugar en la sede de Royal Caribbean Group en Miami, con la asistencia de ejecutivos de ambas compañías.

La relación entre Navantia y Royal Caribbean se remonta a 2012, cuando Navantia revitalizó con éxito dos barcos de Royal Caribbean en el astillero de Reparaciones Cádiz. Desde entonces, 45 cruceros de la compañía de vacaciones han sido renovados en el as-

tillero español, reforzando su posición como líder en la industria de reparación y revitalización de cruceros.

Marcos Díaz, director de Navantia Reparaciones, y Anders Aasen, vicepresidente de Tecnología Marina Global del grupo Royal Caribbean, estuvieron presentes para firmar esta renovación. “Estamos absolutamente encantados de renovar nuestro acuerdo marco con Royal Caribbean y esperamos fortalecer la ya excelente relación entre nuestras compañías a través de atraques seguros y exitosos de su flota. Agradecemos la confianza depositada en nosotros durante los últimos 14 años por un líder tan importante de la industria de cruceros”, dijo Marcos Díaz.

Actualmente, el *Allure of the Seas* de Royal Caribbean está llevando a cabo un importante proyecto de revitalización en el astillero de Navantia Reparaciones Cádiz. El barco ya había visitado Navantia en 2015 y 2020, lo que demuestra la excelente relación entre las dos compañías.

No es el fin de la historia, es el comienzo de otra historia



Por José-Esteban Pérez García

I.N. Colegiado nº 700

Ex vicepresidente del Grupo de Construcción Naval del Consejo de la OCDE.

Ex secretario general, Community of European Union Shipbuilders Associations.

y Director General AWES. Ex director Ast. Cádiz (AES).

Académico de Número de la Real Academia de la mar.

Ex Presidente Comité Asuntos Marítimos IIE.

¿Orden mundial?

El fin de la historia es el título de un famoso ensayo de Francis Fukuyama en el que se preconiza que el liberalismo económico y político se ha impuesto finalmente en el mundo, y las ideas alternativas están fracasadas.

En estos días parece que esto no va a ser así.

El título de esta colaboración con la revista Ingeniería Naval es: “Coyuntura” palabra cuyo sentido es: “Combinación de factores y circunstancias que se presentan en un momento determinado”, y así, a lo largo del tiempo, el autor ha tratado de combinar lo que estaba sucediendo en el mundo marítimo, tratando de encadenar estos hechos en tiempo real con las razones por las cuales podían producirse, con los antecedentes que pudieran justificarlas o explicarlas, y a ser posible, las secuelas que pudieran producirse en el ámbito marítimo y muy especialmente en las actividades de construcción naval y las de los buques y sus usos.

La palabra “coyuntura” da una idea “engranaje situacional” de lo que está pasando y que esto que está pasando tiene o debe tener una explicación más o menos racional; pero en el momento actual, lo que está sucediendo pasa por una especie de “descoyuntamiento” de carácter global que, además de amenazar al llamado “Orden Mundial” en sentido general, lo hace de manera importante a todo el sector marítimo.

Las políticas de la nueva Administración Trump, consistentes en una especie de amenazante:” te vas a enterar” dirigido a todo el mundo, ha provocado ya importantes daños en el transcurrir de la economía mundial y una guerra comercial que sólo provoca incertidumbres e inseguridad jurídica, que en lo que se refiere al mundo ma-

ritimo puede desatar, sino ha empezado a hacerlo ya, un desconcierto enorme en lo que se refiere a los planes sobre inversiones, cambio de rutas, etc., etc.

Como las decisiones que la presidencia de EE. UU. toma hoy, las puede cambiar o anular mañana, reducir o aumentar su impacto o retrasar sin ninguna explicación coherente. Así, en lo que atañe al sector marítimo mundial se empieza a notar cierto oleaje.

Estudios de los analistas económicos predicen, siguiendo la quebrada línea que va marcando el gobierno Trump, y obviamente apoyándose en que lo que ha venido pasando y suponiendo, que es mucho suponer, que las variables que se manejan se comportaran como una función continua, es que volumen global del comercio se podría contraer hasta un 3 % en un periodo de tiempo relativamente corto. Como se da el caso de que las condiciones varían de un día para otro, resulta casi imposible encontrar predicciones válidas.

En cualquier caso, con el grueso de la guerra comercial centrado entre EE. UU. y China, con aranceles respectivos cuyo valor supera al de los propios bienes intercambiados, cualquier cosa puede suceder.

Un descenso anormal en el volumen del comercio mundial, o en el de las naciones de comercio más potentes, nos lleva inmediatamente a pensar en el transporte marítimo, que, como sabemos, es el vehículo en el que se transporta entre un 80 y un 90 % del volumen del comercio global. Es evidente que los sectores marítimos que hemos mencionado al principio: el constructor y el naviero, se han de ver afectados, tanto cuantitativamente como cualitativamente.

Además, hay que tener en cuenta que los aranceles impuestos o que amenaza con

imponer Trump, se refieren a los bienes, no a los servicios (por ahora), con lo cual, el impacto es aún más claro para el transporte marítimo y lo que de él depende.

En cualquier caso, las decisiones explícitas en las llamadas “Ordenes Ejecutivas” del presidente Trump presentan tales alternativas y correcciones que hacen que cualquier reflexión sobre el futuro a medio plazo, y aún el inmediato, se convierta en estos tiempos en una “profecía” y el mantenimiento de los pulsos de fuerza arancelarios, no hagan más que perjudicar a una inmensa mayoría social en todo el mundo, no sólo a causa de la inflación que provoca, sino porque los envites pueden derivar en consecuencias mucho más peligrosas.

El mar, protagonista de la guerra comercial

Cabe citar, en ejemplo, que se está viviendo en los días durante los que se está escribiendo este artículo, y que describe muy bien los vaivenes de las decisiones y la inseguridad provocada.

Al imponer un arancel a los productos chinos del 145 %, resulta que, en muchos casos de la industria estadounidense, (automovilística, electrónica, etc.) más del 50 % de los componentes de sus cadenas de suministros son de fabricación china. Por tanto, la Administración de EE. UU., Trump, ha tenido que dar marcha atrás y elimina los aranceles a componentes como microprocesadores y otros componentes relativos a las industrias de automóviles, ordenadores, teléfonos móviles, procedentes de China o de otros países.

Que estos pasos adelante y atrás procedan de la ignorancia, de decisiones tomadas por falta de información o de una secreta estrategia que nadie descubre, no hacen más que aumentar la incertidumbre.

Otro de los ejemplos, concerniente a la industria de la construcción naval es que, por primera vez en mucho tiempo, en el mes de marzo de este año, los astilleros de Corea del Sur han tomado la delantera a los de China en cuanto a tonelaje contratado. Este último país citado ha contratado¹ en dicho mes 820.000 cgt (55 %) del total global contratado, 1,5 M cgt (58 buques) mientras que China ha cerrado contratos que suman 520.000 cgt (35 %). Este reparto podía indicar una pequeña reacción de los armadores a favor de Corea debido a las decisiones arancelarias de Trump, especialmente a las que se refieren al pago de una tasa de 1,5 M US\$ por cada escala de buques que hayan sido contruidos en China, en puertos estadounidenses, independientemente de la bandera o la propiedad de dichos buques.

Una mirada a las estadísticas que informan sobre el origen de la construcción de los buques en las listas de compra /venta de segunda mano, indica claramente la prevalencia de buques contruidos en China y en Corea. Esta diferencia ha ido creciendo a favor de China según va disminuyendo la edad de los que van integrando ese mercado.

A pesar de la ventaja en marzo de los contratos de los astilleros coreanos, el primer lugar en el cómputo total del primer trimestre de 2025 sigue ostentándolo China.

Contabilizando el número de buques contruidos en 2024, el dominio sigue siendo de China, con un 70 %, seguida de Corea con 16 %, y Japón 6 %. En el primer trimestre de 2025, y refiriéndonos también a número de buques contruidos, las cuentas son: China 49 % y Corea 27 %.

Sin embargo, estos números sobre unidades contruidas no deben confundirnos si nos fijamos en la cantidad de cgt conseguidas por los astilleros de cada uno de los dos países.

Se deduce claramente que el mercado de Corea parece más enfocado a la contratación de buques de alto valor, los astilleros chinos se ha concentrado en buques más sencillos y más pequeños que los coreanos.

Obviamente, esta apreciación es todavía de “brocha gorda” y veremos lo que va sucediendo a lo largo del año y la real influencia de la política de Trump, cualquier que este acabe siendo.

Lo que no es brocha gorda es, por ejemplo, lo que se ha revalorizado en bolsa Hyundai, un 23 %, no sólo como constructor de buques, sino también como fabricante de motores y otras manufacturas relacionadas. También se han revalorizado de manera importante Hanwha Ocean (antigua Daewoo) y Samsung H I. Todos coreanos.

El presidente Trump ha manifestado muy recientemente que los EE. UU. comenzará el proceso de recuperar la industria de construcción naval con acuerdos con países “excelentes” en construcción naval. No cabe mucha duda que los coreanos piensan en ellos mismos como aliados de EE. UU. De hecho, parece que el apoyo, cualquiera que este pueda ser, hace pensar que la industria coreana vaya a prestar a la “resurrección” de la construcción naval estadounidense, será, con toda probabilidad usado por el gobierno coreano como arma de negociación para reducir los aranceles que ha impuesto a Corea la Administración Trump.

Antes de la guerra comercial desatada por Trump, uno de los astilleros de la costa atlántica de EE. UU. ya estaba siendo operado por el conglomerado coreano Hanwha (Phillips Shipyard, en Filadelfia). Desde el lado naviero coreano existe inquietud, pero, partiendo del muy bajo número de buques coreanos construidos en China, tal inquietud no es tan elevada como en el caso de navieros de otros

países. Baste como ejemplo que una de las navieras más importantes de Corea, Hyundai Merchant Marine HMM, con una flota actual de 83 buques portacontenedores, sólo 6 han sido construidos por astilleros chinos.²

Los lazos entre Corea y los EE. UU. se han estrechado últimamente con un contrato entre Hanwha (antes Daewoo Shipbuilding & M.E.), empresa pública; que les permitirá ofertar reparaciones y mantenimiento de la flota del Pacífico de EE. UU. que se estima en un volumen de 15.000 m US \$ / año.

El sueño marítimo de Trump

Sin embargo, según las fuentes de la Administración Trump, las imposiciones de cargas a los buques construidos en China en los puertos de EE. UU., así como la aprobación y puesta en marcha de una nueva ley proteccionista llamada “SHIPS for América”, de la que ya hemos tratado en la Coyuntura anterior, mantienen que estas medidas son “palancas necesarias para conseguir la eliminación del dominio chino en la industria marítima mundial”.

Suponiendo que esto se pueda realizar, lo cual, por decirlo de manera suave, es altamente dudoso, parece que tal plan no está basado en el conocimiento profundo del comercio marítimo hoy en día y sí en el desconocimiento del porcentaje de buques construidos en China que constituyen la flota mundial, especialmente los buques portacontenedores. Y si no fuera así, estamos ante una temeridad de efectos desastrosos. Como es público y notorio, en una guerra comercial, que además en este caso se desencadena entre las dos mayores potencias comerciales del mundo, sólo habría vencidos en ambas partes, para infortunio del resto del mundo. Parece que la Administración Trump cree que lo que recaudaría de esas tasas a los buques construidos en China

disuadiría a los armadores de esos buques de contratar más en los astilleros chinos, y la recaudación serviría para subsidiar la industria estadounidense, hoy prácticamente desaparecida.

Un planteamiento como el que se explica en el párrafo anterior representa simplemente el deseo de llevar a cabo parecidas prácticas desleales como las que han llevado a China a donde está.

El presidente Trump en un discurso ante el Congreso en febrero, argumentó que: “Hicimos muchos barcos en el pasado, algo que no hemos hecho durante mucho tiempo, pero vamos a hacerlos muy rápido y muy pronto”³.

En cuanto a muy rápido y muy pronto, hemos de destacar la “última” modificación a la tasa de escala para los buques construidos en astilleros chinos, cualquiera que sea su armador u operador: Se establecen dos tipos de tasa según dos posibilidades⁴:

A) 18 US \$ /t neta a partir del 14 octubre 2025, que crecerá gradualmente hasta 33 \$ en abril 2028.

B) Si el armador es chino: 50 US \$, y 80 US \$ en las condiciones anteriores.

Segunda posibilidad:

C) 120 US \$/ Contenedor descargado, y 250 US \$ desde 2028.

Como era de esperar, se elegirá la más alta de ambas, y cada buque podrá ser objeto de la tasa hasta cinco veces por año. La completa literatura pormenorizada del documento: “US fees on chinese built ships” queda referenciada en el apartado (4) de la bibliografía. En ella se da cierta forma a la idea de que las tasas se irían eliminando conforme los buques objeto de ellas fueran sustituidos por buques construidos en los EE. UU. y de bandera nacional.

Hay además una especificidad para el tráfico marítimo de LNG, por la que se requerirá que el 1 % de gas exportado por EE. UU. se deberá hacer en buques construidos, operados y abanderados en EE. UU. durante cuatro años. Esta cuota subirá al 4 % en 2035 y al 15 % en 2047. Todo lo anterior se supone entrará en vigor en 19 de octubre de este año.



¿Muy rápido y muy pronto?

La referencia hecha por Trump sobre construir muy rápido y muy pronto proviene de la época del inicio de la segunda gran Guerra. De hace 85 años. Las cosas ahora no se parecen y la extensión de la globalización no es en absoluto comparable. Para empezar, las acciones tendentes a conseguir lo que parece pretender EE. UU. (aunque cada vez hay mayor contestación) parecen ir en dirección opuesta: los aranceles a la importación de acero están extendidos a prácticamente todos los suministradores de este material vital para la construcción naval; y dado el carácter industrial polar de la construcción naval como industria de síntesis, gran parte de los equipos, materiales y manufacturas necesarias proceden de países castigados con aranceles por EE. UU., que encarecerán las construcciones de los astilleros estadounidenses. Respecto a lo anunciado sobre cómo financiar la “resurrección” de los astilleros, es bien conocida la frase de que “sorber y soplar al mismo tiempo, es imposible”; y en la actualidad esa imposibilidad temporal existe.

En el camino emprendido, la Administración Trump está considerando, además, imponer aranceles a las grúas y equipos de manejo de cargas a bordo si han sido construidas o incluyen componentes de origen chino⁵. Mientras tanto, China toma la decisión de suspender toda compra de aviones Boeing.

El Shipbuilders Council of America (SCA), una de las dos Asociaciones de los astilleros estadounidenses, alaba las decisiones de la Casa Blanca, manteniendo que: “Una industria de construcción naval fuerte es esencial, no sólo para la seguridad económica sino también para la seguridad nacional de la patria”. Curiosamente, la SCA fue quien promovió la denuncia contra astilleros europeos por competencia desleal que desembocó

en las conversaciones en el seno de la OCDE con un Acuerdo en 1994 que jamás entró en vigor porque nunca fue ratificado precisamente por los EE. UU. Simplemente descubrieron que la causa de que sus astilleros no contrataban era su falta de competitividad, cuyo origen era precisamente una enorme carencia de productividad y unos costes desatados, derivados todos ellos de su proteccionismo, reserva de bandera, etc.

Como información adicional, hay que decir que la SCA agrupa varios astilleros, pero ninguno de los seis grandes (algunos ya desaparecidos), más dedicados a la construcción militar, agrupados en la ASA (American Shipbuilders Association) y que reúne al 90 % de la fuerza laboral de la industria naval estadounidense. Los astilleros que integraban ASA eran los que se reunían anualmente con los representantes de los grandes astilleros europeos, japoneses, coreanos y más tarde chinos, en un grupo informal conocido como JECKU.

En cualquier caso, y para no prolongar demasiado estas notas sobre la guerra comercial, sus desconcertantes alteraciones y sus posibles repercusiones graves en el transporte marítimo y en la industria de la construcción naval en general, sólo daremos un dato enormemente significativo de comparación entre EE. UU. y China: **China ha entregado durante 2024 más buques mercantes que los astilleros estadounidenses desde el final de la Segunda Guerra Mundial.**

Un escenario confuso y oscuro

Del asunto ya referido de las tasas a las escalas de buques construidos en China, y las medidas que se van a tomar si es que finalmente no hay más modificaciones, se desprenden varias interpretaciones en general dañosas para los propios EE. UU., y que obviamente permean al resto del mundo.

En primer lugar, los fletes de los buques no contruidos en China, subirán para no desaprovechar la ventaja que les da el margen respecto a los de los buques contruidos en China, con lo que en ambos casos el consumidor estadounidense pagará más por lo que compre. En el caso hipotético de que haya buques hechos en EE. UU. que realicen importaciones y dado que su coste de explotación es por ahora y en próximos años muy elevado debido a los costes de construcción de unos astilleros que llevan décadas sin competir, el consumidor pagará más por ello. Las exportaciones desde EE. UU. a cualquier otro país, sufrirán también, pues los fletes de estos viajes serán también más altos, pues reflejarán las tasas que han tenido que pagar en los puertos estadounidenses de carga, a no ser que no se cuenten dos veces si previamente han descargado en ese puerto o en otro de ese país.

Más complicado es si el número de contenedores en ambos viajes no coincide; a no ser que se trate de buques de bandera EE. UU., que no dan para mucho y además pueden sufrir tasas que, en su caso, los puertos no de EE. UU., puedan aplicar como contramedidas.

El galimatías anterior muestra que la transformación de ideas a hechos factibles dentro de esa burbuja proteccionista que Trump parece querer no es fácil, y se complica conforme la Administración encargada de darle forma va aumentando su conocimiento del mundo y el comercio marítimo actual. Conocimientos que da la impresión que tenían abandonados hace tiempo.

Uno puede imaginar, de manera prospectiva, como estaría el sector marítimo mundial, en el caso de que los planes de Trump se acercaran a una realidad. Esa especie de reserva de bandera que desea implantar en su comercio marítimo como herramienta para

resucitar una industria de construcción naval, sobre todo en una época en la que todas las predicciones tienden a una desaceleración del crecimiento económico mundial, sería contraproducente, pues produciría un enorme desequilibrio por aumento de la oferta de transporte, que además se regionalizaría, dando lugar a rutas en las que la oferta sería inferior a la demanda, y otras que no integrarían a los puertos de EE. UU. en las que el desequilibrio sería inverso.

La demanda de buques nuevos podría caer y hacer volver a la industria mundial a periodos ya vividos, pero por primera vez por decisiones deliberadas tomadas por la todavía primera potencia económica mundial, sin haber estudiado las posibles consecuencias. Otras importantes actividades navieras, como es la compra-venta de buques de segunda mano, se vería fuertemente afectada debido a la gran cantidad de buques de construcción china que están en ese mercado, encareciendo ya probablemente los que no han sido contruidos en los astilleros chinos.

EE. UU.: Trump y la Organización Marítima Internacional

Nada nuevo bajo el sol reciente de 2025. Siguiendo la pauta que ya marcó la nueva Administración de EE. UU. respecto al Acuerdo de París sobre la protección del Medio Ambiente, el país se desentiende mediante la inasistencia de su Delegación a la importante reunión n.º 83 del Comité de Protección del Medio Ambiente Marino (MEPC) y amenaza con añadir tasas recíprocas si algún buque de bandera estadounidense tuviese que enfrentar penalizaciones por el uso de combustible, y se refiere a los nuevos combustibles como⁶: “combustibles hipotéticos, caros y no probados”. El resultado que expone los objetivos básicos de reducción de emisiones de GEI acordados en el MEPC son

ahora relativamente humildes, y son los siguientes:

→ 2028.....	4 %
→ 2029.....	6 %
→ 2030.....	8 %
→ 2031.....	12,4 %
→ 2032.....	16,8 %
→ 2033.....	21,2 %
→ 2034.....	25,6 %
→ 2035.....	30,0 %
→ 2040.....	65,0 %

Los porcentajes entre 2036 y 2040 se decidirán en 2032 y de manera escalonada.

Como se puede observar, la nueva política de EE. UU. relacionada con el mundo marítimo es bastante negacionista. No sabemos si en el caso de construirse nuevos buques mercantes en los astilleros estadounidenses, se evitará el uso de combustibles de bajas o nulas emisiones.

La capacidad de la industria de construcción naval en el mundo

Como se puede apreciar, el futuro de la industria de la construcción naval y del sector naviero en el mundo está más incierto que nunca y hace difícil y arriesgada la toma de decisiones.

El tema de las capacidades utilizables de construcción naval y sus respuestas a las variaciones cíclicas del mercado ha constituido siempre un caballo de batalla que ha hecho difícil incluso acordar una unidad de medida para comparar, como la influencia de las capacidades físicas: diques gradas, talleres, sistemas de producción, fuerza laboral, tamaños, etc. Se ha discutido también si lo que se ha dado en llamar capacidad potencial formada por medios de construcción como diques, gradas, elevadores, etc., que no se utilicen actualmente en la cons-

trucción naval mercante, bien porque lleven tiempo inactivos o estén dedicados a tipos de construcciones offshore, o a la construcción naval militar, e incluso a otros usos que no hayan destruido su capacidad teórica primigenia, se podía integrar en el cálculo de la oferta teórica de la industria a nivel mundial.

Estas discusiones han llevado mucho tiempo inútil, pues medir de manera matemática esas capacidades sin tener otro número de incógnitas claramente definidas, es imposible. Finalmente, se ha elegido de manera mayoritaria utilizar los datos procedentes de resultados empíricos utilizando como unidad la Tonelada Bruta Compensada cgt que tiene en cuenta la dificultad y complejidad de la obra y las horas invertidas, y que ya hemos definido en anteriores entregas de la Coyuntura. También hemos de partir del hecho de que, en la industria actual, la participación de la cadena de valor exterior al astillero debe ser tenida en cuenta, para poder comparar datos homogéneos. De manera práctica, se han utilizado los datos reales de cgt de los buques entregados por los astilleros en los últimos años, y que el número de cgt del conjunto de entregas / año, refleja también, de manera indirecta, la productividad del astillero.

En los datos que se muestran a continuación se especifica la estimación de capacidad de los principales actores por zonas (CAPACIDAD ESTIMADA EN M DE cgt), así como, en una segunda tabla, las cifras de PRODUCCIÓN Y CAPACIDADES con carácter global.

Las fuentes distintas de las que se han tomado los datos son bastante solventes, y aunque son distintas, las cifras son coincidentes. Suponemos que hay una fuente única aceptada por los demás. Existen otras cifras cuya fuente parece ser la AMM (Alliance for American Manufacturer) enseñada en una presentación de la Armada de los EE. UU. que da a China una

Capacidad estimada en millones de cgt

Año	China	Corea S	Japón	Europa	Otros	TOTAL
2015	17	15	9	3,5	4,5	49
2016	16,5	15	9	3	4	47,5
2017	16,5	14,5	9	3	4	47
2018	16	13	9	3	3,5	44,5
2019	15	12	8,5	3,5	3	42
2020	14	12	8	3	2,5	39,5
2021	14	11,5	7,5	3	2	38
2022	13	11	7	2,5	2	35,5
2023	14,5	12,5	7	3	2	39
2024	15,5	12,5	7	2	2,5	40,5
2025	16	13,5	7	3	2,5	42
2026	17	14	7,5	3	2,5	44

Tres últimos años: estimación

Fuentes: Japan Shipbuilders Assoc / Statista

Producción y capacidades

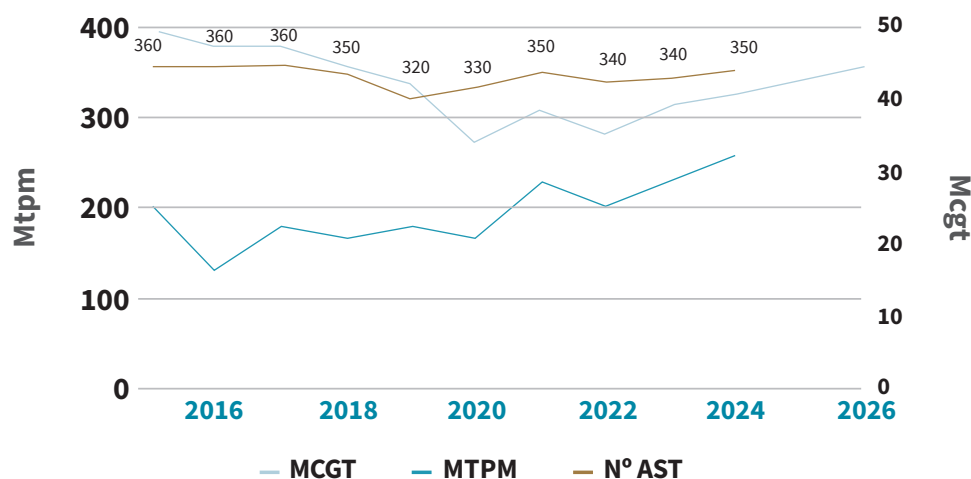
AÑOS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Mcgt	49	47,5	47	44,5	42	34,5	38	35,5	39	40,5	42	44
Mtpm	200	130	180	170	180	170	230	200	230	260		
Nº AST	360	360	360	350	320	330	350	340	340	350		

abr-25

Evaluación aproximada: Millones de cgt; Millones de tpm; N.º de astilleros activos

Cgt años 25 y 26 previsión según cartera

Fuentes: Splash 247; Clarksons Research, BRS y elaboración propia



capacidad anual de 23 Mcgt, a Corea, 11 Mcgt, y a los EE. UU. 0,1 Mcgt. Parece, en opinión de quien esto escribe, que la fiabilidad es mayor en los datos más completos ofrecidos más arriba. Unos datos de capacidades fiables son una ayuda para el estudio de la evolución futura del mercado de la construcción naval

civil en el mundo, y como información valiosa es útil al comprarle con el mapa de la demanda futura de nuevos buques, manejando también la previsibilidad de los desguaces y los calendarios de las reglas que se vayan aceptando en la OMI. Por lo que, en la frágil y cambiante situación actual, es difícil tener

idea del “mapa” mencionado, y tendrán más valor en estos momentos dar provisionalidad a cualquier resultado que se pueda obtener.

Construir y competir no es fácil

El enunciado de esta parte es muy claro, y hacerlo cuando se ha perdido la aptitud, aunque la voluntad se reconozca, es más difícil todavía. Contando con el amplio desconocimiento de lo que significa la industria de la construcción naval en un amplio sector de la población en nuestro país, y para al menos dar una idea sobre tal situación, hemos encontrado unos datos, producidos por SEA EUROPE, la asociación europea de constructores navales y fabricantes de la cadena de suministros, antes llamada CESA, que merece la pena transcribir, y que se refieren a los tiempos, horas y complejidad de diversos medios de movimiento por tierra, aire y mar:

	Horas	Partes	Peso	Plazo
Automóvil	23	3000	1,9	<día
Avión de combate	60000	40000	24	12 m
Avión A380	80000	100000	537	13 m
Buque investigación	1000000	550000	3000	25 m
Crucero de pasaje	10000000	900000	54000	36 m
Portaviones	11000000	2000000	60000	42 m

Se trata de construcciones europeas en todos los casos, por ello no aparecen buques contruidos en Extremo Oriente, por lo que no hay datos de la construcción de los buques que corren con el grueso del comercio mundial, como portacontenedores, bulkcarriers, buques tanques, gaseros, etc. El crucero se identifica como “Harmony of the Seas”

¿Dónde está Europa?

Los números del cuadro anterior demuestran la gran ocasión que en su momento perdió Europa, por olvidar la importancia de sostener su soberanía estratégica que depende en gran medida del transporte marítimo y de la defensa, sin contar con la creación de empleo de calidad que hubiera supuesto el mantenimiento el sector. Antes de que comenzara la guerra de Ucrania,

y desde estas líneas ya se anunció el riesgo inherente a la ignorancia que sobre el sector marítimo que predominaba y en la falta de políticas industriales que le concernieran. Desgraciadamente, ahora, con la nueva política proteccionista de los EE. UU., como primera potencia mundial, la posición de la segunda potencia china, a la caza de la primera, junto con la guerra comercial desatada a nivel global, Europa necesita crear un frente común, o al menos coordinado, en lo que se refiere a política marítima para no desaparecer del escenario en el que ya, desgraciadamente, ocupa una posición testimonial.

Esta llamada no se refiere solamente a los buques militares, sino también a recuperar el mercado de la construcción de buques mercantes y aprovechar la permeabilidad entre ambos mercados, que beneficiarían en el desarrollo técnico y en el de la producción y el empleo.

Resulta interesante y apropiada la intervención del secretario General de Sea Europe Christophe Tytgat del responsable de la parte de equipos marinos Vincent Guerre en el Parlamento Europeo, que por su interés reproducimos a continuación:

<< Hicieron hincapié respecto a la urgente necesidad de una estrategia de la política marítima industrial de la Unión Europea que refuerce la posición global europea aumentando la competitividad de los astilleros, la industria manufacturera de equipos marinos en mercados estratégicos y también en los mercados emergentes de la economía azul. Como queda reconocido en el Informe Draghi, la industria manufacturera es un sector crítico para la defensa europea, gracias a la fertilización cruzada entre los segmentos comercial y naval, así como también respecto a la seguridad económica y la política de descarbonización.

Mientras Donald Trump anhela hacer a la industria de la construcción naval de EE. UU. grande otra vez, Sea Europe confía en que la industria marítima europea tiene lo que se necesita para ser más grande. Lo que falta, sin embargo, es lo que tienen nuestros competidores extranjeros: una política fuerte de apoyo.

Está ahora en las manos de la UE y sus Estados miembros hacer que esto suceda también en Europa >>

Nada sabemos, cuando se están escribiendo estas líneas, ni de la posición de la UE ni la de España, dentro de la UE, ni de sus ideas al respecto. Tampoco si en el curso de las negociaciones y posibles cesiones entre la UE y los EE. UU., se hablará de algo más que de aranceles, contra aranceles y compromisos de compra de exportaciones de los EE. UU.

En lo que toca a la industria de la construcción naval, tanto de defensa como comercial

y especialmente en defensa, habrá que valorar si es más factible y apropiado construir los tipos ya probados con éxito de los diferentes países, que lo que parece que puede suceder: que cada país siga adelante con sus propios proyectos, lo que haría menos operativa la coordinación, y más caro el conjunto. Todos tendrían que ceder para todos ganar.

Respecto a la renovación de la flota mercante europea, que el Informe Draghi valora en 40.000 millones de euros anuales hasta 2050, repetimos algo que ya se ha dicho en previos artículos de Coyuntura: no parece razonable que sean los astilleros chinos los que se lleven la parte del león de esas inversiones; o Corea o Japón. Por ello, la política industrial que reclaman los responsables de Sea Europe, competitiva en relación con la que hacen los otros, es más necesaria que nunca.



Tabla 0. Indicadores económicos

Países	PIB 12 ult meses	PIB 2024 %	Población	Ppto % PIB	Deuda % PIB	IPC.Est. 2024	Desempleo	Tasa Interés	Divisa/ \$	H Trab/ % PIB	R+D / % PIB	Salario/ mes	CO ₂ / cápita	Defensa % PIB
España	37,36	3,2	48,8	-3,2	105,3	2,9	10,4	3,4	0,93	1.695	1,4	2.064	4,9	1,28
Eurozona	56	0,8	449	-3,3	88,2	2,3	6,2	2,8	0,93	1.513	2,1	1.093	5,4	1,2
Francia	49,53	1,1	68,4	-6,1	112,2	2,3	7,3	3,5	0,93	1.402	2,2	3.137	4	2,06
Alemania	57,61	-0,2	84,7	-2,8	62	2,5	3,5	2,8	0,93	1.322	2,12	4.094	7,3	2,12
Italia	41,71	0,5	56	-4	137	1,1	6,3	3,9	0,93	1.657	1,4	2.233	4,7	1,7
Irlanda	107,7	2,2	5,3	-5	41,2	3,3	4,2	4	0,93	1.772	1,1	3.241	6,8	0,2
Noruega	90,32	2,1	5,7	12,5	38	3,1	3,9	4,2	10,5	1.424	2,1	5.847	6,7	2,2
Polonia	25,94	2,9	37,9	-5,7	52	3,8	5,4	5,8	3,89	2.023	1,5	2.430	7,4	4,12
R. Unido	54,28	0,9	69,5	-4,5	104,3	3,3	4,4	4,7	0,78	1.676	2,9	5.460	4,6	2,33
Rusia	15,08	3,8	143,4	-1,8	20,8	8,4	2,4	15	84,1	1.874	nd	1.400	12,1	6,7
EE. UU.	89,68	2,8	341,4	-6,6	124	2,9	4,1	4,3	1	1.783	3,4	3.600	13	3,9
China	13,87	5	1,425,5	-5	88,6	0,2	5,4	1,7	7,26	2.174	2,4	1.820	7,8	1,7
Japón	35,61	0,1	126	-4,7	254,6	2,7	2,5	1,6	151	1.712	3,3	2.808	8	1,2
India	2,94	6,3	1.435,20	-4,8	82,5	4,9	8,4	6,6	85,7	2.117	nd	1.454	1,6	2,44
Corea Sur	36,67	2,1	51,71	-1,8	56,6	2	3,2	2,9	1.466	2.113	5	3.122	11	2,81

mar-25

IPC: estimación Desempleo: mes citado. Divisa: mes citado. Horas: 2023. RD: 2022

NOTAS: PIB: cambio en 12 últimos meses. Defensa: gastos anuales % PIB Mundo, defensa 2,3 PIB

Tasa int: Bonos gobierno a 10 años

Desempleo: % población activa. España no incluye parte Prop. Fijos discontinuos

Fuentes: The economist, banco Mundial, OCDE, salary experts, FMI, OCDE STI, IMF, Banco Mundial

Indicadores Marítimos

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Flota Mundial. 1.000 Mtpm	1.747	1.806	1.862	1.964	2.058	2.016	2,116	2.200	2.309	2.400
Flota Mundial.n° miles/Mgt	93,8/2.769	93,7/1.817	97,3/1.875	98,6/1.937	99,9/1.989	101,7/2.071	103,3/2.134	104,8/2.199	106,7/2.270	108,8/2.412
Cartera mundial NC % Flota	17	17	11	10,3	8,8	10	10,8	10	12	13
Tráf mar. Mund.MT-milla	51.113	52.775	53.361	56.996	57.399	56.993	58.365	59.055	62.170	66.024
Traf. Mar. mundial Mt	10.023	10.295	10.716	11.019	11.071	10.648	11.063	12.119	12.410	12.600
Cartera Mundial NC. Mcgt	110	89	83	85	82	8	24	120,9	126	157
Entregas NNCC en Mcgt	39	37	35	33	35	30	45,3	34,2	35	40
Petróleo Brent \$/barril	36,7	55,2	68,7	62,7	69,3	83,5	77,8	84,86	82,4	67#
Comb Ifo-380 \$/t (H.Kong)	162	213	370	367	251	450	458	418	449	517#
Comb MGO/VLSFO \$/t	335	383	593	544	567/502	687/580	697	535	541/609	471/550#
Metanol Gris \$/t										360,5#
LNG \$/MMBTU. H.Hub	1,93	3	3,12	2,73	2,33	5,08	5,05	3	6	4#
Acero plancha. \$ / t (Ch)	420	460	580	600	580	850	750	905	900	429-489#
PIB Mundial 2024* m M\$	74.954	76.153	80.823	85.883	87.390	84.971	94.935	103.860	105.568	110.025
Emisiones CO ₂ % Total mund.				2,3	2,2	2,5	3	2,3	2,3	3

mar-25

Emisiones CO₂ del transporte marítimo totales en 2022: 855 millones de toneladas

Fuentes: UNCTAD, Lloyds, OCDE, datos macro, maritime ex., Fearnresearch, ABS. World Bank, JAL. BIMCO

Acero: ASTM A 131 Grade B 20/25 mm Grade A 20/25 mm Asia.

Comb: Ship & bunker.com marine methanol

abril-25

Fechas: Se entiende fin de año o de mes

CO₂. Emisiones transporte marítimo como % del total mundial

Indicadores agregados. PIB/Cápita (Miles \$)

	1980	2000	2025*
Economías avanzadas	10,31	27,77	61,42
Emergentes y en desarrollo	1,07	1,42	6,65
Mundo	2,87	5,69	14,45

(*) Previsto

Gastos mundiales en Defensa. Años

	1960	1980	2000	2023
% del PIB mundial	6,1	3,6	2,2	2,4

Tabla 1. Precios de nuevas construcciones en MUS\$

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
PETROLEROS							
VLCC (300.000 tpm)	92	86	109	121	124	129	128
Suezmax (150.000 tpm)	61	56	76	84	82	90	89
Aframax (110.000 tpm)	48	47	61	64	66	74	74
Panamax (70.000 tpm)	45	41	36	42,5	54	55	53
Handy (47.000 tpm)	36	34	33	33	52	52	51
GRANELEROS							
Capesize (170.000 tpm)	50	46,5	60	61	67	75	74
Kamsarmax*(82.000 tpm)	27	26	33	34	38	37	37
Handymax (60.000 tpm)	25	24	30	31	35	34	34
Handy (35.000 tpm)	23	23	28	28	32	30	30
PORTACONTENEDORES							
1.000 teu	19	18,5	18,5	16,7	23	24	28
3.500 teu	40	40	50	32	27	29	38
6.700 teu**	72	72	72	66	42	44	75
8.800 teu***	89	88	95	81	86	128	114
13.000 teu****	109	108	140	112	126	160	210
20.000 teu	145	144	182	150	190/240**	242	281
GASEROS							
LNG 174.000 m ³ *)	186	186	208	260	260	264	261
LPG 82.000 m ³	71	71	82	76	69	124 #	124 #
Car carrier							
3.500-4.000 / 6.500 ceu	59	59	67	68,5	68,5	68,5	68,5
2.300-1.700	48	47,6					
MULTIPROPÓSITOS							
17.200 tpm	25	21,5	21,5	22	22	22	22

mar-25

Propulsión: amoniaco

LNG: antes 160.000 m³

Portacontenedores 2ª mano: > 5 años (Antes 20.000 teu)

(*) Antes 70.000 (**) Antes 6200. (***) Antes 8000. (****) Antes 12000.

Fuente: ATHREP, Baltic Exchange fearnleys Clarkson OCDE, ITF

LPG #: LPG/amoniaco

Fearnleys O. Report Athenian R 09/24

(**) Metanol

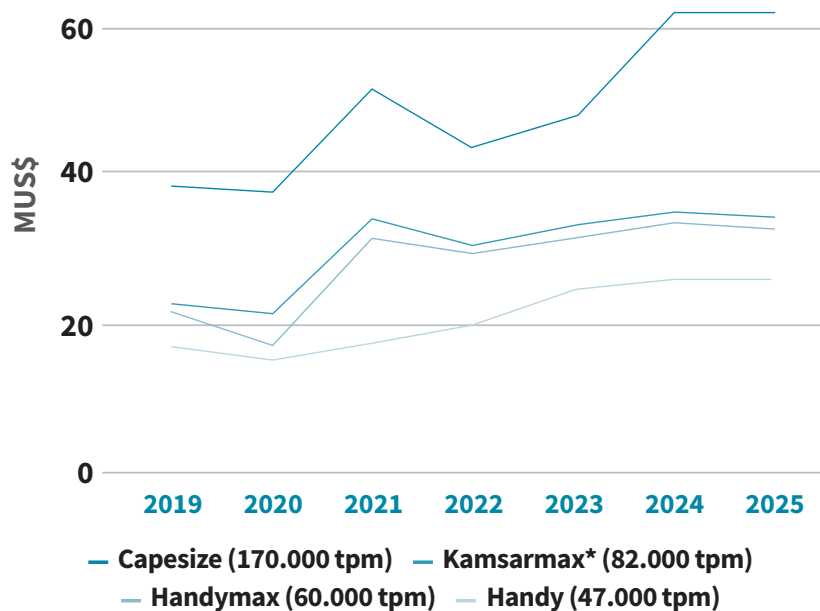
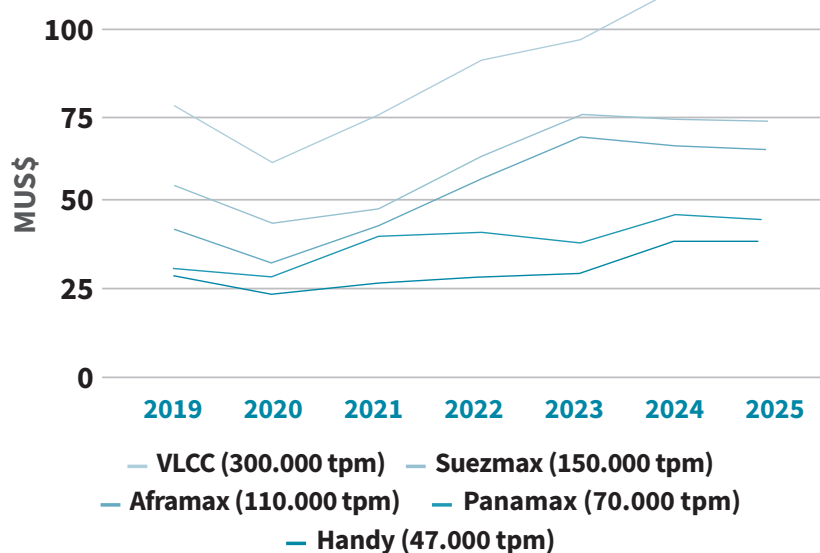


figura 1c.
Mercado de compra/venta de buques.

Mes	enero	febrero	marzo	TOTAL
Petroleros	27	20	30	77
graneleros	21	30	54	105
gaseros	8	4	1	13
Contenedor	8	16	18	42
Multipropósitos	0	0	0	0
Frigo	0	0		0
Ro-ro	3	0	4	7
Ferry	0	0	0	0
Cruceros	0	0	1	1
Totales	67	70	108	245

mar-25
NOTA: Cifras, n.º buques al final de cada mes. Se excluyen ventas por desguace
Fuentes: Athenian SB

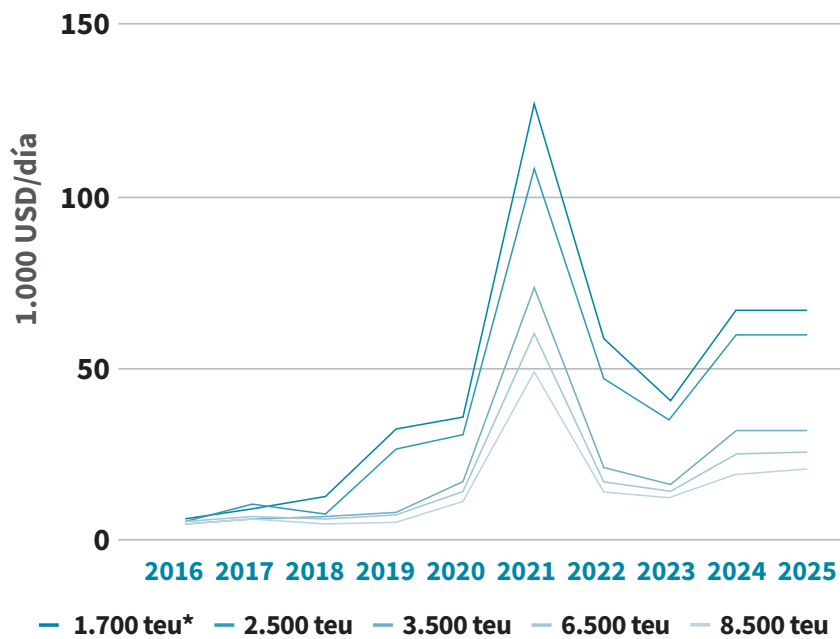


figura 2.
Portacontenedores.
T/C a 1 año
en 1.000 USD

abr-25

Fuente: Harper Petersen

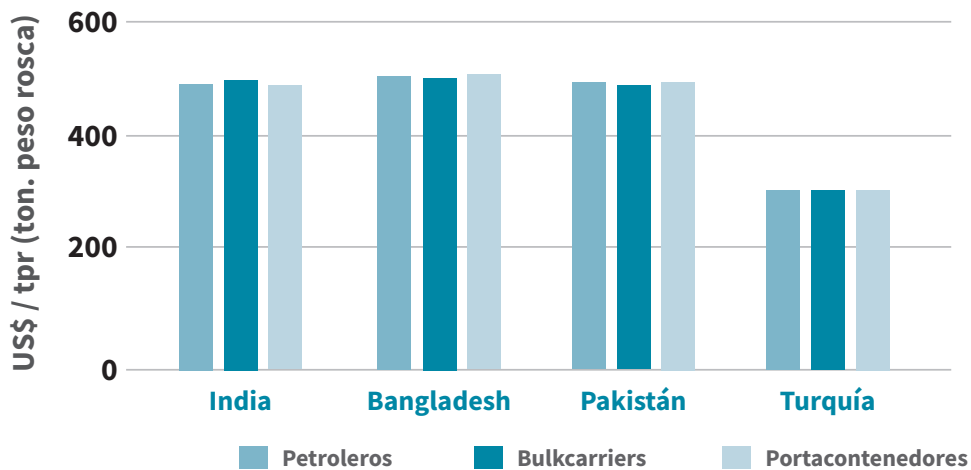


figura 3.
Desguace
de buques

Fuente: Athenian Shipbrokers
mar-25

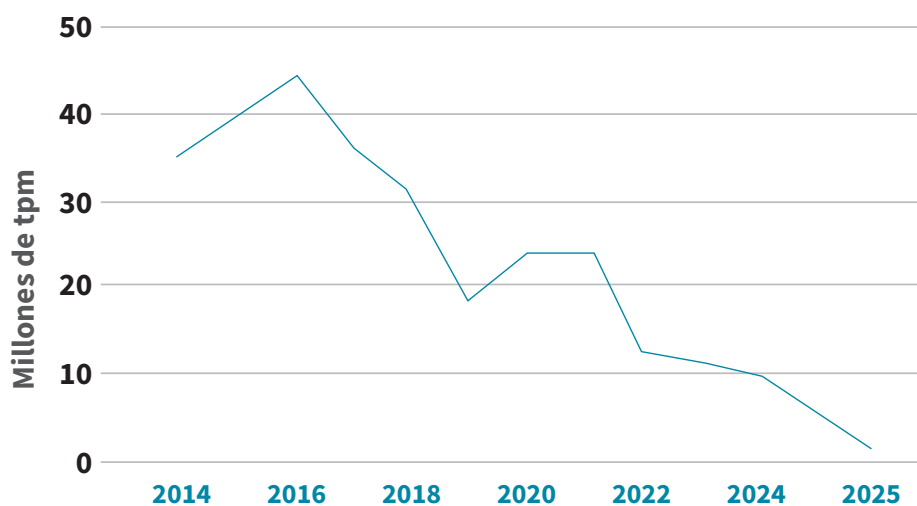


figura 4.
Histórico
desguaces

mar-25

Fuente: Athenian
Shipbrokers

Fletes carga seca. 1.000 US\$/día(Promedio)

Tipo	1 / 2 Año		1 Año		2 Años	
	Atlant	Pacific	Atlant	Pacific	Atlan	Pacific
Capesize	21,1	21,1	22	22	21	21
Pan/kmax	16	14,5	14,5	13,1	13,8	12,1
Sup/Ultra max	14,2	15,2	13,1	14,1	13	13,8
Handy	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1
Fin marzo 2025						
Capesize	20	20	19,1	19,1	19,1	19,1
Pan/kmax	13	13	12,1	12,1	12,1	12,1
Sup/Ultramax	11,1	11	12,1	10,1	11,1	11,1
Handy	10	11	11	10,1	10,1	11
Fin febrero 2025						

Fuentes: Alibra SL, At. Sbrokers, Elab Propia

Fletes graneles líquidos. 1.000 US\$/día (Promedio)

Tipo	Spot	1 Año	3 Años	5 Años
VLCC	39	47	50	48,5
Smax	51	36,5	37,5	36,5
Aframax	50	27	29,5	28
LR 2		27	30,2	29
LR1		21	23,1	23,5
MR IMO 3		17,5	22	20,1
Handy		17,5	16,5	20
Fin marzo 2025				
VLCC	34	46,5	50	48,5
Smax	40	36	37,5	36,5
Aframax	30	28	30	29
LR 2		28	29,1	28,1
LR 1		21	23,1	22,1
MR IMO 3		18	23	21,1
Handy		18	17	20
Fin febrero 2025				

NOTA: Para 3 y 5 años buques con Scrubber. (*) Oriente medio >> Occidente

Fuente: Alibra SL, ATBS, Fearnleys

Fletes buques gaseros

Año 2025 enero	2021	2022	2023	2024	2025
LLPG 82.000 spot. Butano mar del Norte US\$/t	426	557	500*	537*	549*
LNG 160.000. Spot Oeste Suez. 1.000 US\$/día	150	200	95	16	13
LNG 160.000 TC 1 Año. 1.000 US\$/día	47	184	67,5	25	18

Fuente: Fearnleys. (*) Butano. Fines de año o del mes indicado

Bibliografía

- [1] Fuente: The Chosun Daily/ Hllenic S. N./ Clakson Research
 [2] Fuente: The Washington Post 23/3/25
 [3] Furnte: Splash 247

- [4] Fuentes: The Korea Herald./ Vincent Guerre Post. Linkedin
 [5] Fuente: The Korea Times
 [6] Fuente: Splash 247

Cualquier consideración u opinión expresadas en este artículo corresponden exclusivamente a su autor y no representan necesariamente a los de la revista Ingeniería Naval. Ambos no serán responsables de ningún tipo de daño de cualquier naturaleza que puedan reclamar terceras partes por el uso de la información contenida.

Índice

1. ESTRUCTURA DEL CASCO

- 1.1 Acero del casco
- 1.2 Piezas estructurales fundidas o forjadas
- 1.3 Cierres estructurales del casco (escotillas, puertas, puertas/rampas)
- 1.4 Chimeneas, palos-chimenea, palos, posteleros
- 1.5 Rampas internas
- 1.6 Tomas de mar

2. PLANTA DE PROPULSIÓN

- 2.1 Calderas principales
- 2.2 Turbinas de vapor
- 2.3 Motores propulsores
- 2.4 Turbinas de gas
- 2.5 Reductores
- 2.6 Acoplamiento y embragues
- 2.7 Líneas de ejes
- 2.8 Chumaceras
- 2.9 Cierres de bocina
- 2.10 Hélices, hélices-tobera, hélices azimutales
- 2.11 Propulsores por chorro de agua
- 2.12 Otros elementos de la planta de propulsión
- 2.13 Componentes de motores
- 2.14 Propulsión Diésel-Eléctrica

3. EQUIPOS AUXILIARES DE MÁQUINAS

- 3.1 Sistemas de exhaustación
- 3.2 Compresores de aire y botellas de aire de arranque
- 3.3 Sistemas de agua de circulación y de refrigeración
- 3.4 Sistemas de combustible y aceite lubricante
- 3.5 Ventilación de cámara de máquinas
- 3.6 Bombas servicio de máquina
- 3.7 Separadores de sentina

4. PLANTA ELÉCTRICA

- 4.1 Grupos electrógenos
- 4.2 Cuadros eléctricos
- 4.3 Cables eléctricos
- 4.4 Baterías
- 4.5 Equipos convertidores de energía
- 4.6 Aparatos de alumbrado
- 4.7 Luces de navegación, proyectores de señales. Sirenas
- 4.8 Aparellaje eléctrico
- 4.9 Proyectos "Llave en Mano"

5. ELECTRÓNICA

- 5.1 Equipos de comunicaciones interiores
- 5.2 Equipos de comunicaciones exteriores
- 5.3 Equipos de vigilancia y navegación
- 5.4 Automación, Sistema Integrado de Vigilancia y Control
- 5.5 Ordenador de carga
- 5.6 Equipos para control de flotas y tráfico
- 5.7 Equipos de simulación

6. EQUIPOS AUXILIARES DE CASCO

- 6.1 Reboses atmosféricos, indicadores de nivel de tanques
- 6.2 Aislamiento térmico en conductos y tuberías
- 6.3 Sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado
- 6.4 Calderas auxiliares, calefacción de tanques
- 6.5 Plantas frigoríficas
- 6.6 Sistemas de detección y extinción de incendios
- 6.7 Sistema de baldeo, achique y lastrado

- 6.8 Equipos de generación de agua dulce
- 6.9 Sistemas de aireación, inertización y limpieza de tanques
- 6.10 Elementos para estiba de la carga
- 6.11 Sistemas de control de la contaminación del medio ambiente, tratamiento de residuos
- 6.12 Plataformas para helicópteros
- 6.13 Valvulería servicios, actuadores
- 6.14 Planta hidráulica
- 6.15 Tuberías

7. EQUIPOS DE CUBIERTA

- 7.1 Equipos de fondeo y amarre
- 7.2 Equipos de remolque
- 7.3 Equipos de carga y descarga
- 7.4 Equipos de salvamento (botes, pescantes, balsas salvavidas)

8. ESTABILIZACIÓN, GOBIERNO Y MANIOBRA

- 8.1 Sistemas de estabilización y corrección del trimado
- 8.2 Timón, Servomotor
- 8.3 Hélices transversales de maniobra
- 8.4 Sistema de posicionamiento dinámico

9. EQUIPAMIENTO Y HABILITACIÓN

- 9.1 Accesorios del casco, candeleros, pasamanos, etc.
- 9.2 Mamparos no estructurales
- 9.3 Puertas, portillos, ventanas, limpiaparabrisas, vistaclaras, cortinas antideslumbrantes
- 9.4 Escalas, teclas
- 9.5 Recubrimientos, pintura. Tratamiento de superficies
- 9.6 Protección catódica
- 9.7 Aislamiento, revestimiento
- 9.8 Mobiliario
- 9.9 Gamba frigorífica
- 9.10 Equipos de cocina, lavandería y eliminación de basuras
- 9.11 Equipos de enfermería
- 9.12 Aparatos sanitarios
- 9.13 Habitación, llave en mano

10. PESCA

- 10.1 Maquinillas y artes de pesca
- 10.2 Equipos de manipulación y proceso del pescado
- 10.3 Equipos de congelación y conservación del pescado
- 10.4 Equipos de detección y control de capturas de peces
- 10.5 Embarcaciones auxiliares

11. EQUIPOS PARA ASTILLEROS

- 11.1 Soldadura y corte
- 11.2 Gases industriales
- 11.3 Combustible y lubricante
- 11.4 Instrumentos de medida
- 11.5 Material de protección y seguridad
- 11.6 Equipos para puertos y plataformas

12. EMPRESAS DE INGENIERÍA Y SERVICIOS

- 12.1 Oficinas técnicas
- 12.2 Clasificación y certificación
- 12.3 Canales de Experiencias
- 12.4 Seguros marítimos
- 12.5 Formación
- 12.6 Empresas de servicios
- 12.7 Brokers

13. ASTILLEROS

1. ESTRUCTURA DEL CASCO

1.3 Cierres estructurales del casco



SP Consultores y Servicios, S.L.

Rampas Ro-Ro. Tapas de Escotillas. Sistemas hidráulicos. Reparaciones.

Sevilla • Vigo • Algeciras • Barcelona

sp@spconsulto.com

www.spconsulto.com



Masson Marine Ibérica

Reductores-inversores desde 300 hasta 10.000 kw con PTO, PTI y frenos para paso fijo y variable.

Avda. San Pablo, 28, Nave 22
28823 Coslada - Madrid

Tel.: 91 671 47 66 - Fax: 91 674 78 33

info@masson-marine.es

www.masson-marine.com

2.11 Propulsores por chorro de agua

PASCH



Hidrojets para motores de 81 a 1986 kW

Campo Volantín, 24 - 3º • 48007 BILBAO

Tel.: 94 413 26 60

E-mail: infobilbao@pasch.es

2. PLANTA DE PROPULSIÓN

2.3 Motores Propulsores

PASCH



Motores diesel.

Propulsores y auxiliares 10 a 2.000 CV

Campo Volantín, 24 - 3º
48007 BILBAO

Tel.: 94 413 26 60

E-mail: infobilbao@pasch.es



Masson Marine Ibérica

Hélices y equipos completos de paso variable hasta 10.000 kw

Avda. San Pablo, 28, Nave 22 - 28823
Coslada - Madrid

Tel.: 91 671 47 66 - Fax: 91 674 78 33

info@masson-marine.es

www.masson-marine.com



COTERENA

TALLER DE REPARACIÓN MARINO Y TERRESTRE, Y SUMINISTRADOR DE REPUESTOS.

Muelle de reparaciones de Bouzas, s/n

P.O. Box 2.056 - 36208-VIGO (Spain)

Telf + 34 986 23 87 67

FAX + 34 986 23 87 19

Email: coterena@coterena.es



2.5 Reductores



REINTJES España. S.A.U.

REDUCTORES MARINOS DESDE 250 HASTA 30.000 KW

Avda. Doctor Severo Ochoa, 45 - 1º B
P.A.E. Casablanca II

E-28100 Alcobendas (Madrid)

Tel. +34 91 657 2311

Fax +34 91 657 2314

E-mail: comercial@reintjes.es

www.reintjes-gears.com

VULKAN COUPLINGS

VULKAN Española S.A.

Acoplamientos elásticos, suspensiones elásticas. Embragues, frenos, tomas de fuerza (PTO/PTI), ejes cardan, ejes de composite. Sistemas de Filtración de aire y equipos de ventilación. Estudio y soluciones de vibraciones y acústicas. Silenciosos de escape standard y especiales. Cálculos vibraciones torsionales, 6DOF, 12DOF para suspensión elástica, ICE Class y cálculos especiales. Servicio Postventa: asistencias técnicas y repuestos.

Avda. Montes de Oca 19 - Nave 7

E-28703 San Sebastián de los Reyes
Madrid - España

T +34 913590971 | F +34 913453182

vulkan@vulkan.es

www.vulkan.com



Inserte
aquí su
publicidad

2.13 Componentes de motores



Repuestos para motores Diesel y Gas. Repuestos y servicio para Cierres de Bocina. Componentes línea de ejes.

c/ García Camba, 6 • Oficina 403

36001 Pontevedra

Telf + 34 692 549 549

Email: info@rolloymarine.com

www.rolloymarine.com



Inserte
aquí su
publicidad



VULKAN Española S.A.

Acoplamientos elásticos, suspensiones elásticas. Embragues, frenos, tomas de fuerza (PTO/PTI), ejes cardan, ejes de composite. Sistemas de Filtración de aire y equipos de ventilación. Estudio y soluciones de vibraciones y acústicas. Silenciosos de escape standard y especiales. Cálculos vibraciones torsionales, 6DOF, 12DOF para suspensión elástica, ICE Class y cálculos especiales. Servicio Postventa: asistencias técnicas y repuestos.

Avda. Montes de Oca 19 – Nave 7

E-28703 San Sebastián de los Reyes
Madrid - España

T +34 913590971 | F +34 913453182

vulkan@vulkan.es

www.vulkan.com

7. EQUIPOS DE CUBIERTA

7.1 Equipos de fondeo y amarre



**Anclas y cadenas para buques
Estachas y cables**

GRAN STOCK PERMANENTE

Parque Empresarial de Coirós

Parcela 10

15316 COIRÓS (A Coruña)

Telf.: 981 17 34 78 - Fax: 981 29 87 05

Web: <http://www.rtrillo.com>

E-mail: info@rtrillo.com

8. ESTABILIZACIÓN, GOBIERNO Y MANIOBRA

8.1 Sistemas de estabilización y corrección del trimado



**Equipos de estabilización y trimado
dinámico para barcos de hasta 45 m**

Campo Volantín, 24 - 3º • 48007 BILBAO

Tel.: 94 413 26 60

E-mail: infobilbao@pasch.es

9. EQUIPAMIENTO Y HABILITACIÓN



**Diseño conceptual.
Diseño de Interiores.
Diseño arquitectónico.
Habilitación naval.**

Estrada Diliz, 33
48990 Getxo (VIZCAYA)

Tels.: 94 491 10 81 / 491 40 54

Fax: 94 460 82 05

E-mail: oliver@oliverdesign.es

<http://www.oliverdesign.es>

9.6 Protección catódica



**Protección catódica.
Fabricante ánodos de sacrificio.
Distribuidor oficial pinturas
JOTUN.**

Maquinaria de pesca NOSFOR.

Rúa Tomada, 74 Navia
36212 Vigo (PONTEVEDRA)

Tel.: 986 24 03 37

E-mail: cingal@cingal.net

<http://www.cingal.net>

12. EMPRESAS DE INGENIERÍA Y SERVICIOS

12.1 Oficinas técnicas



**Ingeniería Naval. Diseño de buques.
Proyectos de modernización.
Consultoría naval.
Inspección y dirección de obra.
Tasaciones.**

Calle Montero Ríos 30, 1º
36201 Vigo (España)

Tel. +34 986 43 05 60

Email: fcarceller@carceller.com

www.carceller.com



**Diseño conceptual.
Diseño de Interiores.
Desarrollo de proyectos.
Habilitación naval.**

Estrada Diliz, 33
48990 Getxo (VIZCAYA)

Tels.: 94 491 10 81 / 491 40 54

Fax: 94 460 82 05

E-mail: oliver@oliverdesign.es

<http://www.oliverdesign.es>



Empresa española con más de 40 años de experiencia en la resolución de problemas de vibraciones y ruido. Especialistas en ingeniería, consultoría, cálculo naval y diseño de buques silenciosos.

Áreas de especialización:

- Gestión integral de vibraciones y ruido
- Cálculo y simulación naval
- URN - Ruido Radiado al Agua
- Medidas y ensayos especiales
- Industria 4.0 aplicada al entorno naval
- Pruebas de mar
- CCBM - Mantenimiento predictivo basado en condición
- Consultoría técnica y análisis causa-raíz de averías
- Proyectos I+D+i
- Formación técnica especializada (acceso link 📄)

Confíe en un partner especializado, con experiencia contrastada y comprometido con la excelencia técnica.

Avda. Pio XII 44, Bajo izquierda
Edificio Pyomar Torre 2
28016 - Madrid

 www.tsisl.es

 www.tsisl.es/es/formacion

 infotsi@tsisl.es

 +34 91 345 97 30



INGENIERÍA NAVAL Y OFFSHORE

Ingeniería Conceptual, Básica y de Aprobación de Buques y Unidades Offshore. Ingeniería de Detalle: Acero y Armamento. Buques en operación: Soporte Técnico, Inspección y Varada. Integración en equipos de proyecto. Gestión y dirección de proyectos. Análisis Elementos Finitos, Estudios hidrodinámicos (CFD), Comportamiento en la Mar. Estudios de Seguridad, Transportes, Fondeos, Remolques, Estudios de Riesgos, DP FMEA. Análisis de Emisiones y Eficiencia Energética. Consultoría Técnica. Inspectores acreditados: ISM, IHM e eCMID. FORAN V80- ANSYS (Mechanical/AQWA/CFX)- RHINOCEROS - SOLIDWORKS - MATLAB.

c/ BOLIVIA, 5 • 28016 MADRID

Tel.: +34 91 458 51 19

c/ Marqués de Valladares, 3 3º D
36201 • Vigo (Spain)

E-mail: seaplace@seaplace.es

web: www.seaplace.es



GESTENAVAL
NAVAL ARCHITECTS & SURVEYORS

Design, Engineering, Stability Books, Surveys, Expert Reports, Appraisals. Forensic Naval Architecture UKCA & CE Recreational Craft Marking

ABUC Statements of Conformity

CFD Studies

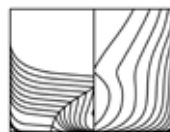
Méndez Núñez, 35 -1º
36600 Villagarcía de Arosa

Phone: +34 986508436

E-mail: info@gestenaval.com

Web: www.gestenaval.com

12.2 Clasificación y certificación



ORP MARÍTIMA S.L.

Informes técnicos periciales Naval, Marítimo, Industrial, Energía, Transporte.

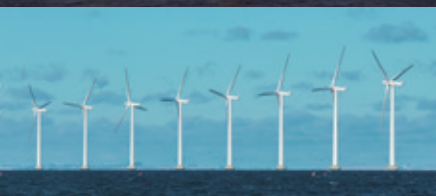
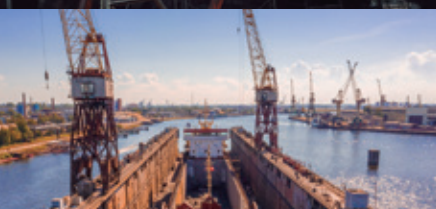
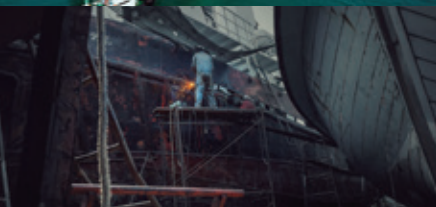
Asistencia en procesos judiciales, arbitrales y de mediación. Nacional e internacional.

Calle Écija 7, Madrid.

Tf. +34 661 83 00 89

frontdesk@orpmar.com

www.orpmar.com



Programa Editorial 2025

Editorial Program

ENERO • JANUARY

Propulsión: ahorro energético. Motores, reductores, líneas de ejes, hélices. Combustibles y lubricantes.

Propulsion: energy saving. Engines, reduction gears, shaft lines, propellers. Fuel and lubricants.

FEBRERO | FEBRUARY

Reparaciones y transformaciones. Astilleros de reparación.

Pinturas y protección de superficies.

Repairs & Conversions. Repair yards. Paint and surface protection

MARZO • MARCH

Pesca. Acuicultura. Política pesquera

Fishing. Aquaculture. Fishing legislation

ABRIL | APRIL

Seguridad marítima. Flota de remolcadores. LNG.

Maritime Security & Safety. Tugboats fleet. LNG.

MAYO • MAY

Industria auxiliar. Gobierno y maniobra

Auxiliary industry. Steering and manoeuvre

JUNIO | JUNE

Construcción naval. Tendencias

Shipbuilding. Trends

JULIO-AGOSTO • JULY-AUGUST

Ingeniería. Formación. Sociedades de clasificación

Engineering. Training. Classification societies

SEPTIEMBRE • SEPTEMBER

Marina mercante. Puertos. Náutica. Habilitación. Ferries. Cruceros.

Merchant ships. Harbours. Pleasure crafts. Accommodation. Ferries. Cruiseships.

OCTUBRE | OCTOBER

Sector naval militar. Electrónica y Automatización

Naval sector. Electronics and Automation

NOVIEMBRE • NOVEMBER

Offshore • Offshore

DICIEMBRE | DECEMBER

Energías renovables y Medio ambiente Resumen del Sector Marítimo 2025

Renewable energy and environment

CADA NÚMERO CONTIENE ADEMÁS • EACH ISSUE ALSO INCLUDES:

Artículos técnicos • Technical articles

Descripciones de buques • Ship descriptions

Noticias nacionales e internacionales • International and national news

Artículos sobre legislación, economía, fiscalidad y normativa

Articles above legislation, economy, taxes and regulations



INGENIERÍA
naval

REVISTA DEL SECTOR MARÍTIMO

sectormaritimo.es



Suscríbete ya en
www.sectormaritimo.es



**NUESTRA PASIÓN ES
OFRECERLES SERVICIOS
QUE MARQUEN
LA DIFERENCIA:
¡MANOS A LA OBRA!**

www.burckhardtcompression.com/services



Compressors for a Lifetime™

