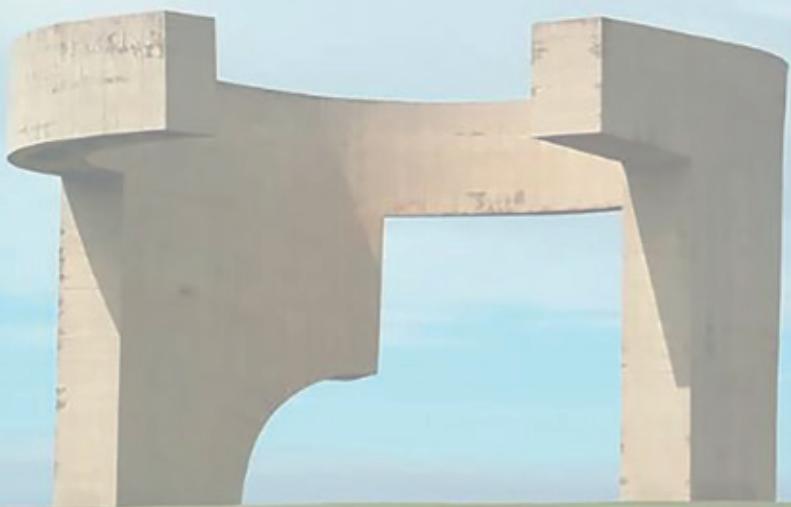




64º Congreso Internacional de Ingeniería Naval e Industria Marítima

 Gijón 26-28 de marzo de 2025



 La industria naval y marítima
como motor de la **economía azul**.
Por un futuro sostenible para todos.

Filipinas y el Pacífico

La construcción naval,
la navegación y la metalurgia

1575 - 1850



WWW.INGENIEROSNAVALES.COM/TIENDA/



Redacción

Nº 1040 · DICIEMBRE · 2024

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.

VOCALES 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@sectormaritimo.es

ADMINISTRACIÓN

Noemí Cezón López

DIRECCIÓN

Castelló, 66 - 28001 Madrid
Tels.: 915 751 024 / 915 771 678
e-mail: revista@sectormaritimo.es
www.sectormaritimo.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 (2024):

Electrónica general 90,00 €
Electrónica estudiantes 45,00 €
Papel + electrónica 110,00 €
(sólo España)

SUSCRÍBETE AQUÍ:
sectormaritimo.es



SCAN ME

AÑO XCIII • N.º 1040
diciembre 2024
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 Lavalle
D. Rafael Gutiérrez Fraile
D. José María de Juan-García Aguado
D. Nandi Lorenzu Jaesuria
D. Miguel Ángel Palencia Herrero
D. Mariano Pérez Sobrino
D. Jesús Valle Cabezas

844

artículo técnico

“Dimensioning methodology of a hybrid energy storage systems on board vessels”, por Marcos Blanco, Jorge Nájera, Gustavo Navarro, Eduardo Rausell, Valentín Urda, Marcos Lafoz

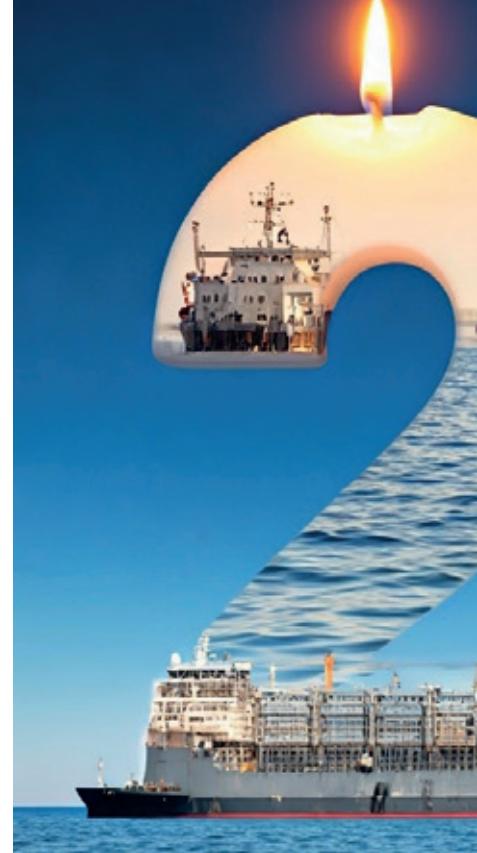


857.

en profundidad

“Hydrostore: una alianza estratégica para liderar el futuro del hidrógeno verde offshore”

“MAR SPAN, innovación y sostenibilidad en el cultivo de mejillón” por A. Carneros; I. Fernández



868.

conectados

870.

construcción naval

Descripción técnica del Buque arrastrero congelador *Prion* de Nodosa Shipyard



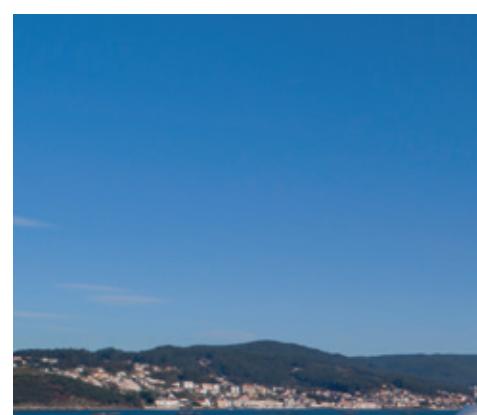
884.

actualidad

887.

coyuntura del sector naval

“¡Veinte años ya!”, por J-E. Pérez García



902.

tribuna

“Los acorazados de la clase España. La influencia británica en la construcción naval española”, por J. M. de Juan-García Aguado

915.

guía de empresas

902

tribuna

“Los acorazados de la clase España. La influencia británica en la construcción naval española”, por J. M. de Juan-García Aguado





887

coyuntura

¡Veinte años ya!”,

857

en profundidad

“Hydrostore: una alianza estratégica para liderar el futuro del hidrógeno verde offshore”

870

construcción naval

Descripción técnica del Buque arrastrero congelador *Prion* de Nodosa Shipyard

Editorial

Felices fiestas y un próspero 2025

Mientras van sucediendo los últimos días de este año, nosotros redactamos estos párrafos echando la mirada atrás. La Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España (AINE) comenzó el año presentando el “Informe de Situación de la Ingeniería Naval en España” al Alto Consejo Consultivo; durante un desayuno del Clúster Marítimo Español; y celebró la mesa redonda “Atracción de talento en la Ingeniería Naval”. Poco tiempo después, y con el objetivo de apoyar e incentivar el ecosistema emprendedor del sector naval, gestionó el Espacio Innovación de la pasada edición de Navalía.

Durante este año, algunos de los Comités y Comisiones y delegaciones territoriales de la AINE han llevado a cabo diversas jornadas, de los cuales, destacamos en estas breves líneas la jornada “Claves de la gestión de transición de ejecutivo a consejero”, del Observatorio de Empleabilidad; la jornada sobre “Robotización de procesos y perspectivas de futuro”, de la comisión de transición digital, la jornada técnica “Ingeniería en la Copa América de Vela”, de la comisión de vela de competición; la jornada sobre “Energía nuclear en buques y usos marinos civiles”; o la jornada sobre “Buques oceanográficos: innovación, tecnología y tendencias”. Recordad que están disponibles en nuestro canal de YouTube (@IngenierosNavalesyOceanicos).

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos aquellos que hacen posible esta revista. A nuestros anunciantes, gracias por confiar en nosotros y apoyar esta publicación.

A los autores, agradecemos profundamente su dedicación y el envío de sus valiosos artículos, que enriquecen nuestras páginas con contenido de calidad. Y a nuestros lectores, pieza clave para seguir teniendo esta casi centenaria publicación.

Os deseamos unas muy felices fiestas con vuestros seres queridos y desde aquí nuestros mejores deseos para el próximo 2025.

Dimensioning methodology of a hybrid energy storage systems on board vessels



Marcos Blanco



Jorge Nájera



Gustavo Navarro



Eduardo Rausell



Marcos Lafoz



Valentin Urda

Unidad de Accionamientos Eléctricos, CIEMAT

Paper presented at the 63rd International Congress of Naval Architecture, Marine Technology and Marine Industry. Madrid, 24 - 26 April 2024.

ÍNDICE

Abstract / Resumen

1. Introduction

- 1.1. Li-ion batteries as a key actor for the electrification of maritime transport
- 1.2. HESS overview for on-board integration

2. USE CASE & MODELS

- 2.1. Vessel consumption
- 2.2. HESS topology & control
- 2.3. Li-BESS model
- 2.4. SC model
- 2.5. Simulation methodology

3. ANALYSIS 1: SC for reducing the aging in an existing li-bess

- 3.1. Analysis 1: methodology
- 3.2. Analysis 1: results

4. analysis 2: sc for reducing the amount of li-bess

- 4.1. Analysis 2: methodology
- 4.2. Analysis 2: results

5. Conclusions

6. Acknowledgment

7. References

Resumen

La progresiva electrificación de los transportes marinos ha originado la instalación de sistemas de almacenamiento de energía en buques para alimentar los sistemas de tracción eléctricos. Las baterías de ion-litio son la tecnología más utilizada. Sin embargo, para aplicaciones de transporte marino con perfiles de consumo eléctrico que tienen grandes picos de potencia durante unas pocas veces en un día, las baterías pueden no ser la opción más adecuada tecno-económicamente, debido a su envejecimiento. En este sentido, la hibridación de baterías con los sistemas de almacenamiento de respuesta rápida como los supercondensadores puede ser más conveniente, alargando la vida útil de la batería con la consecuente reducción de coste. Este trabajo, enmarcado dentro del Proyecto POSEIDON (Horizon Europe, G.A. nº101096457), presenta un primer análisis con datos de consumo reales en el que se estudia tecno-económicamente la conveniencia de instalar stacks de supercondensadores en un ferry en el que ya existe una batería. Los resultados muestran

que, cuando ya se dispone de una batería, instalar supercondensadores no compensa económicamente. En un segundo análisis se estudia la tecno-económicamente la conveniencia de instalar stacks de supercondensadores para reducir el tamaño de la batería, esto es, redimensionar el sistema híbrido y cambiar la proporción de baterías y supercondensadores. Los resultados muestran que, en una etapa previa de dimensionado, sí que es beneficioso tecno-económicamente el uso de un sistema híbrido de baterías de ion-litio y supercondensadores.

ABSTRACT

The ongoing electrification of marine transport has led to the installation of energy storage systems on vessels to power electric traction systems. Lithium-ion batteries are the preferred technology. However, for marine transportation applications with electrical consumption profiles that have large power peaks for a few times in a day, batteries may not be the most suitable option techno-economically, due to their aging. In this sense, the hybridization of batteries with fast response storage systems such as supercapacitors may be more convenient, extending their lifespan with the consequent reduction in cost. This work, framed within the POSEIDON Project (Horizon Europe, G.A. nº101096457), presents a first analysis with real consumption data in which the convenience of installing supercapacitor stacks on a ferry in which there is already a battery is techno-economically studied. The results show that, when a battery is already available, installing supercapacitors does not pay off economically. In a second analysis, the techno-economic convenience of installing supercapacitor stacks to reduce the size of the battery is studied, that is, resizing the hybrid system and changing the proportion of batteries and supercapacitors. The results show that, in a previous sizing

stage, the use of a hybrid system of lithium-ion batteries and supercapacitors is indeed beneficial techno-economically.

1. Introduction

1.1. Li-ion batteries as a key actor for the electrification of maritime transport

The sector of maritime transport is suffering a progressive electrification, mainly driven by specific European regulations and internal policies of shipping companies [1], [2]. This ongoing electrification process is primarily focused on diminishing the carbon dioxide emissions on all kind of vessels, which implies substituting the traditional diesel engines for non-polluting power sources. Given the inherent nature of a vessel, which transports means and/or passengers between harbors, portable electric power sources in form of energy storage systems are the most appropriate solution.

Among the different energy storage technologies, Li-ion batteries energy storage systems (Li-BESSs) are the most accepted ones given their high energy density, reasonable power density, fast response time, and a continuously falling purchasing cost in terms of \$/kWh [3]. In this sense, previous studies in electrifying vessels through Li-BESSs integration have proven to be successful, as stated in [4], where a hybrid system with diesel engines and Li-BESS achieves the highest CO₂ reduction among the studied configurations. Authors in [5] analyzed the Life-Cycle Assessment (LCA) and the Life-Cycle Cost Assessment (LCCA) of different powering solutions in a short-sea navigation ship, outcomeing that electrifying with a Li-BESS is the most appropriate alternative according to environmental and economic indicators. A similar approach has been followed in [6], comparing five Li-BESS solutions and three marine diesel oils,

finding out that lithium iron phosphate (LFP) Li-BESS is the preferred solution for powering the selected passenger vessel according to the indicators. Aside from studies that analyze the convenience of including a Li-BESS for electrifying vessels, other related areas such as energy management control have been getting attention, as in [7], where different energy management strategies are studied for reaching an efficient and cost-effective power scheduling in zero-emissions ferry ships with Li-BESSs.

Based on the works referenced in the previous paragraph, among others, Li-BESSs seem to be one of the key actors for decarbonizing the maritime transport sector. However, it is well known that Li-BESSs suffer from aging, which implies that both their energy storage capacity and power diminish due to the exposure to ambient conditions and passage of time, and to the cycling conditions during charge/discharge processes [8]. This drawback becomes significantly relevant in a maritime environment with humidity, salt, and severe temperature changes. Besides, the typical power demand profile of passenger vessels, ferries, and short-sea navigation ship include peaks of several times the nominal power of the battery during operations in harbor, i.e. docking maneuver in port, which happen a considerably high number of times along a day and foster the cycling aging.

Several alternatives have been proposed in the literature for expanding the lifetime of an on-board Li-BESS, delaying the needs for replacing it and, hence, improving the economical indicators and the revenue obtained from its installation. The most promising solutions verse about including one or more energy storage system (ESS) together with the Li-BESS, having a hybrid energy storage system (HESS).

1.2. HESS overview for on-board integration

Previous works in hybridizing Li-BESSs in vessels have considered doing it with fuel cells, supercapacitors (SCs) and/or kinetic energy storage systems (KESs) such as flywheels. Both SCs and KESs are part of a larger ESS group named fast response energy storage systems (FRESSs), which account for a high power density, fast response time in the range of milliseconds, and very low aging [3]. The main drawback is that, commonly, their energy density is reduced. In this sense, given the complementary characteristics between Li-BESSs and FRESSs, hybridizing them in vessels for electrifying it and covering the power demand, while preventing the Li-BESS from suffering an excessive aging seems to be promising.

The authors in [9] developed an energy flow control and sizing methodology of a Li-BESS and SCs HESS, achieving a better efficiency when compared to a Li-BESS vessel, and reducing both ESS sizes. A coordinated control for a HESS formed by SCs and a Li-BESS is developed in [10], improving considerably the fast response of the HESS in sudden power demand situations. For KESs, the authors in [11] proposed two control algorithms for a HESS formed by a Li-BESS and a KESS, outperforming the baseline control in terms of power fluctuation mitigation and HESS power-loss reduction.

As seen in the previous paragraph, the aforementioned studies are focused on including another ESS together with the Li-BESS in a designing stage, i.e. prior to the installation of the HESS in a vessel. The work presented in this paper analyzes, on one hand, the convenience of including a set of SCs in a vessel where there is already a Li-BESS, so it is already sized, and presents the techno-economic results when

aiming to reduce the aging of the Li-BESS while covering the vessel demand during maneuvers on port. The analysis makes use of data taken from Balearia's real ferry ship. On the other hand, this work includes a study to compare different sizes of the HESS (SCs and Li-BESSs) for the use case of Balearia, to analyze what is the Li-BESS size at where it is techno-economically beneficial to include SCs to prevent the Li-BESS from an excessive aging, while dealing with the power demand during maneuvering on port.

Section 2 includes the description of the models and the use case, while Section 3 and Section 4 include the results from the two analyses. Conclusions are drawn in Section 5.

2. USE CASE & MODELS

2.1. Vessel consumption

The selected vessel consumption for the use case is the one measured the 29th of September 2023 by the Battery Management System (BMS) of the Li-BESS mounted in Balearia's ferry ship. Balearia's internal policy states that during maneuvers on port no diesel engine should be in operation, and all consumptions must be covered by the Li-BESS. Besides, during the trip the diesel engine powers the vessel and charges the

battery. During the night there is no power flowing through the Li-BESS. The Li-BESS power profile is depicted in Fig. 1.

Fig. 1 shows the power delivered (negative) or charged (positive) during a set of 8 trips. The Li-BESS is discharged during maneuvers on port, and docking and undocking operations are clearly noticeable, since they account for the higher discharge peaks. Moreover, the Li-BESS charges with a constant current when the vessel leaves the port (the charging power increases slightly as the Li-BESS gets charged because of the consequent voltage increment).

For sake of simulation speed, the cycle highlighted in red has been selected as the most representative one.

The results shown in the following sections are based on a consumption cycle formed by that single cycle repeated eight times along a day.

2.2. HESS topology & control

To deal with the power consumed by the vessel during maneuvers on port as well as reducing the Li-BESS aging, several topologies for hybridizing Li-BESS with SCs can be considered [12]. Out of the 8 topologies considered in [12], the "Two

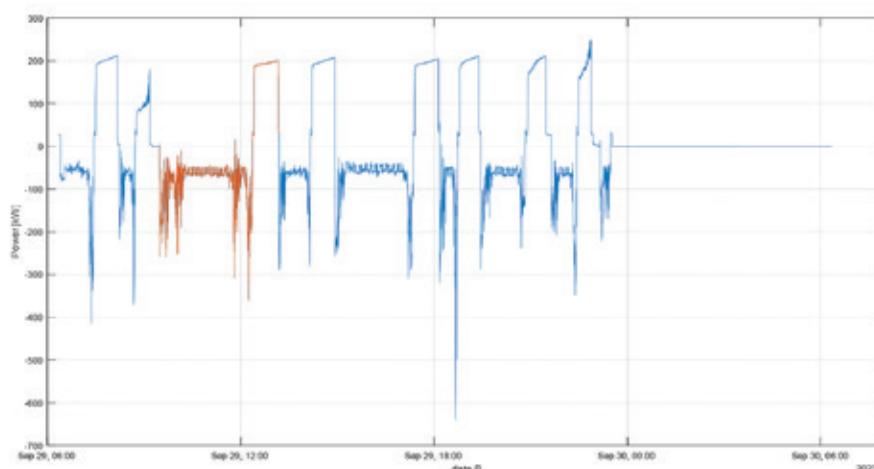


Fig. 1. Power profile of the Li-BESS for the Balearia's ferry ship.

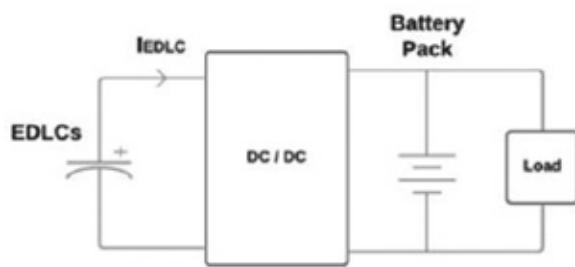


Fig. 2. Selected HESS topology for the Use Case [8].

Stage SCs / Batteries" topology is the most straightforward for a vessel that already equips a Li-BESS, since it comprises the addition of an extra DC/DC converter, the SCs can operate in a wide voltage range (75% of their capacity), and the DC-link voltage is imposed by the battery. Hence, the current/power delivered/charged by the SCs is the controllable variable. Fig. 2 shows a scheme of the HESS topology.

There is no evident way on how to control a HESS system like the one proposed in Fig. 2. However, and given that the objective of this work is powering the vessel with the HESS while reducing the Li-BESS aging, a filtering control has been selected. Thus, the vessel's power demand will be filtered, so the Li-BESS will cope with that power and energy, while the SCs will cover the difference between the real power curve and the filtered one. In this way, for covering high power peaks of short duration the Li-BESS will have the assistance of the SCs, reducing the associated aging. During the charging process, the Li-BESS will charge at its maximum (SoC = 100%) so it is guaranteed that there will be enough energy for the following cycle.

For the selected Use Case, the Li-BESS power and energy has 35 stacks of 468.1kW and 23Ah. The SCs size will vary depending on the filter time constant, i.e. the larger the time constant of the filter, the higher the number of SC stacks since they must deal with more

energy. Each SC stack accounts for 127.2kW and 0.001873kWh.

2.3. Li-BESS model

The Li-BESS model is based on the work developed in [8]. This model is based on the well-known Shepherd model and on [12], which describes the electrochemical behavior in terms of voltage, current, internal resistance and SoC.

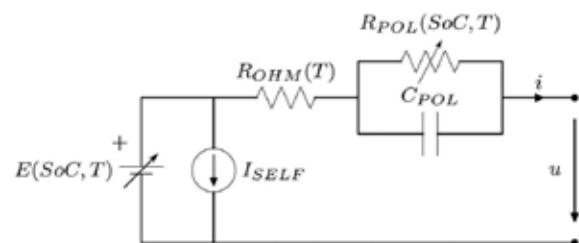


Fig. 3. Li-BESS model proposed in [8].

The model accounts for three sub-models: a voltage/runtime model, a thermal model, and an aging model. The thermal model comprises generation and evacuation modules, and the aging model includes both cycling and calendar aging, the former dependent on the cell temperature, rate of charge/discharge (C_{rate}) and Ah throughput, and the latter on the cell temperature, SoC, and time. Further and detailed explanation of the model, equations, parameters, and influencing variables can be found in [8].

2.4. SC model

The SC model is based on the work developed in [13]. The model includes the frequency

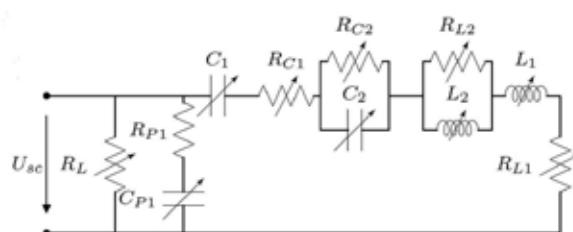


Fig. 4. SC model proposed in [13].

response of 2 SC cells connected in series and their equalization circuit. Moreover, this model allows for an straightforward extrapolation to stacks with several cells connected in series.

In the scheme shown in Fig. 4 the variable elements are SoC dependent. The SCs model follows a similar approach as the Li-BESS one, and includes a thermal sub-model formed by a generation and evacuation modules. Further and detailed explanation of the model, equations, parameters, and influencing variables can be found in [13].

2.5. Simulation methodology

Simulations have been performed with MATLAB Simulink, using the power profile described in Section 2.1, the HESS topology and control from Section 2.2, and the Li-BESS and SC models from Sections 2.3 and 2.4 respectively.

For performing the techno-economic analysis, Li-BESS and SCs costs (including power converters) have been obtained from [14] and [15].

Simulations are run for the selected cycle on a 0.1 second basis, and several assumptions have been taken by the authors:

- The DC/DC converter is assumed ideal.
- For computing the aging, the State of Health (SoH) is not fed back, so parameters are not influenced by changes in the SoH. This may be important when computing the SoC since it will be varying according to the maximum capacity of the Li-BESS.
- A SoH of 80% have been considered for replacing the Li-BESS.
- Costs may vary depending on the market and sector, and no annual discount rate or capital recovery factor has been taken into consideration for the economical results.

- The results have been calculated for a project of 25 years of life assuming 8 complete trips/day.

3. ANALYSIS 1: SC for reducing the aging in an existing Li-BESS

3.1. Analysis 1: methodology

As mentioned in the previous sections, this first analysis verses about hybridizing an existing Li-BESS with SCs in a Balearia's ferry ship, covering the consumption while the vessel is on port, and aiming to reduce the aging suffered by the Li-BESS. It is expected that the aging suffered by the Li-BESS diminishes with respect to the no-HESS case, but it is not straightforward if this technical improvement will also translate into an economical benefit, given that reducing the Li-BESS aging implies delaying the time required for replacing it, and hence a higher economic benefit along the project lifetime.

To perform this study, a set of simulations have been performed, changing the time constant of the filter. In this sense, a low time constant implies that the Li-BESS will have to deal with more energy, having a low contribution from SCs, while the SCs will have a greater contribution for higher time constants.

The number of stacks of SCs have also been varying along the simulations, given that a low number of stacks is not compatible with a high time constant, since the SCs will be discharged in a short time and the Li-BESS will have to deal with the whole power demand, and thus not being able to follow the filtered power curve.

3.2. Analysis 1: results

Fig. 5 shows the studied combinations of SCs and filter time constant. For all

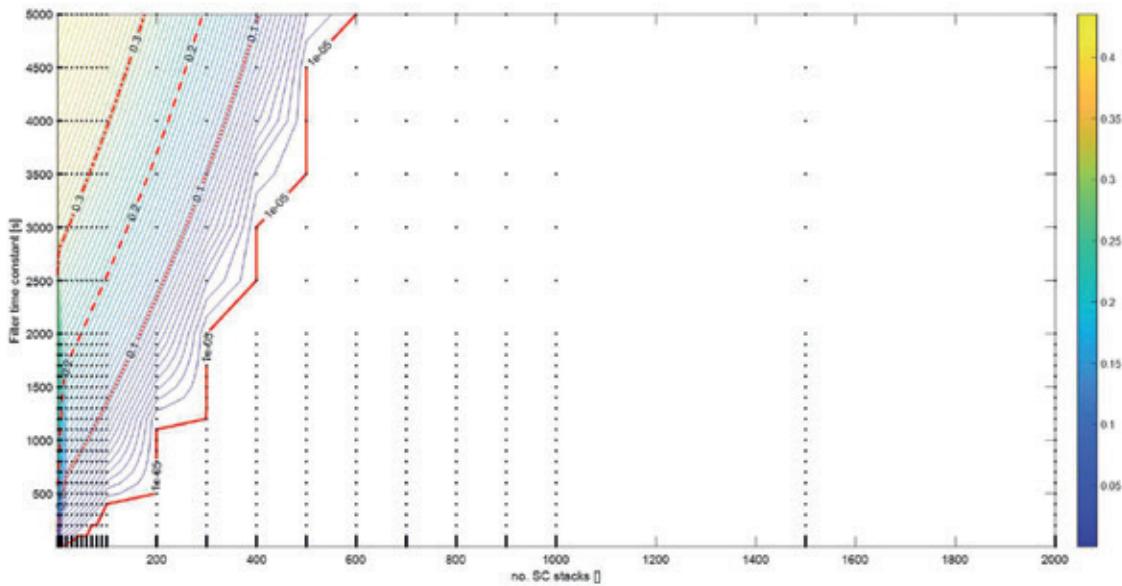


Fig. 5. Analysis 1: power error (P required vs. P delivered)

the combinations, the error between the power required by the vessel and the power delivered by the SCs and the Li-BESS (filtered power curve) is calculated and highlighted in red in Fig. 5.

For the Analysis 1, the combinations of SC stacks and filter time constant that account for errors lower than 1e-05 are the ones

located at the right of the non-dashed red line in Fig. 5. Those are the combinations that will be considered for the analysis since they allow the HESS to cover the vessel's demand.

As expected, combinations of low number of SC stacks and high filter time constant induce errors above 1e-05 and are not considered for the analysis.

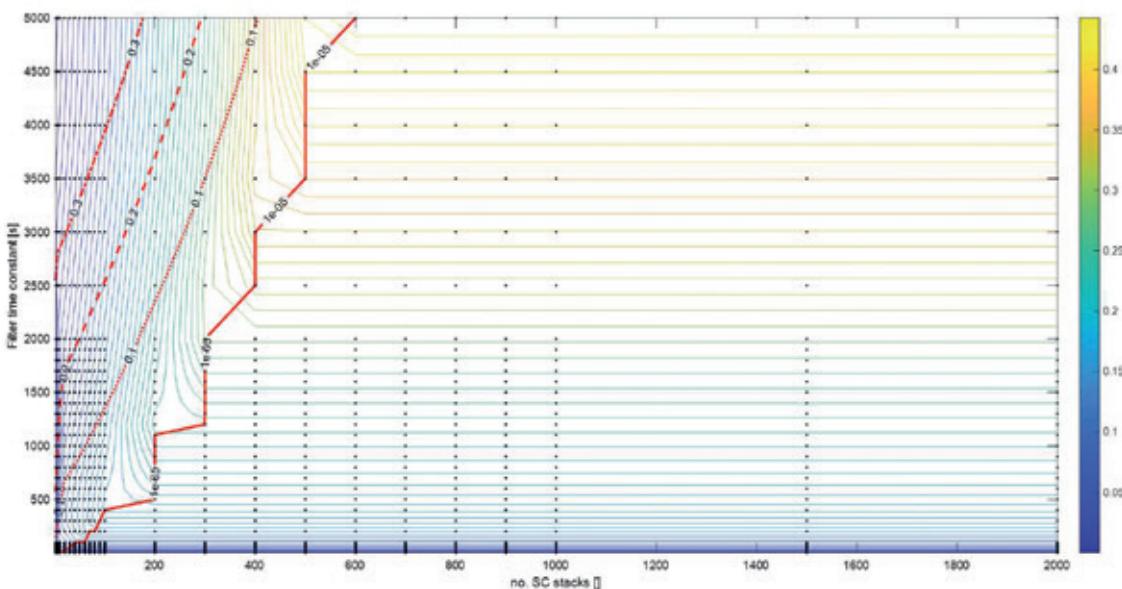


Fig. 6. Analysis 1: Percentage of the power provided by SCs.

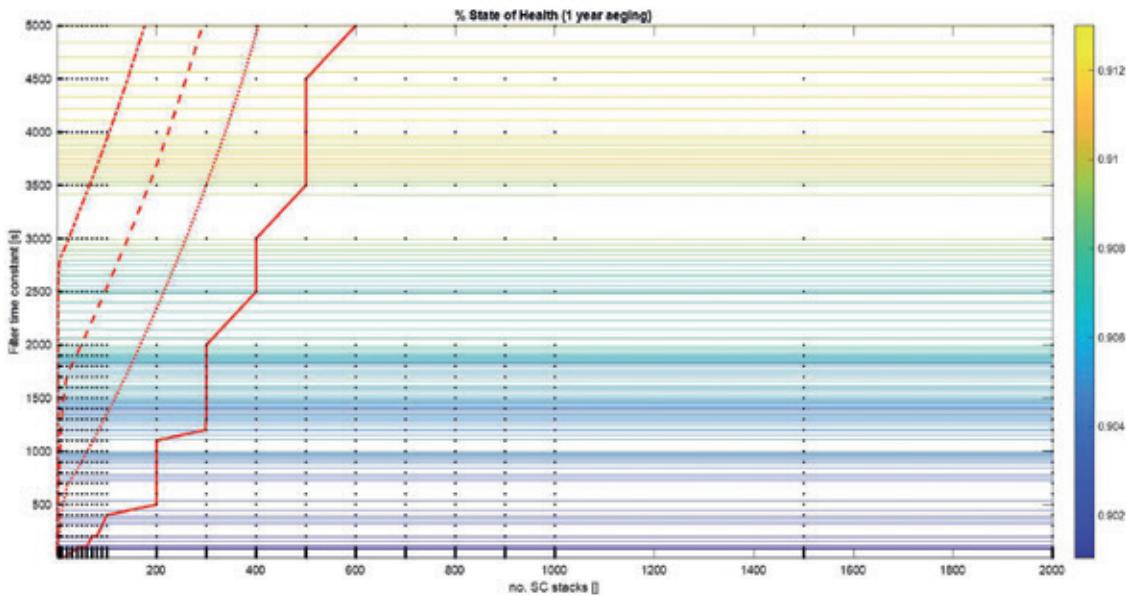


Fig. 7. Analysis 1: Li-BESS SoH after 1 year.

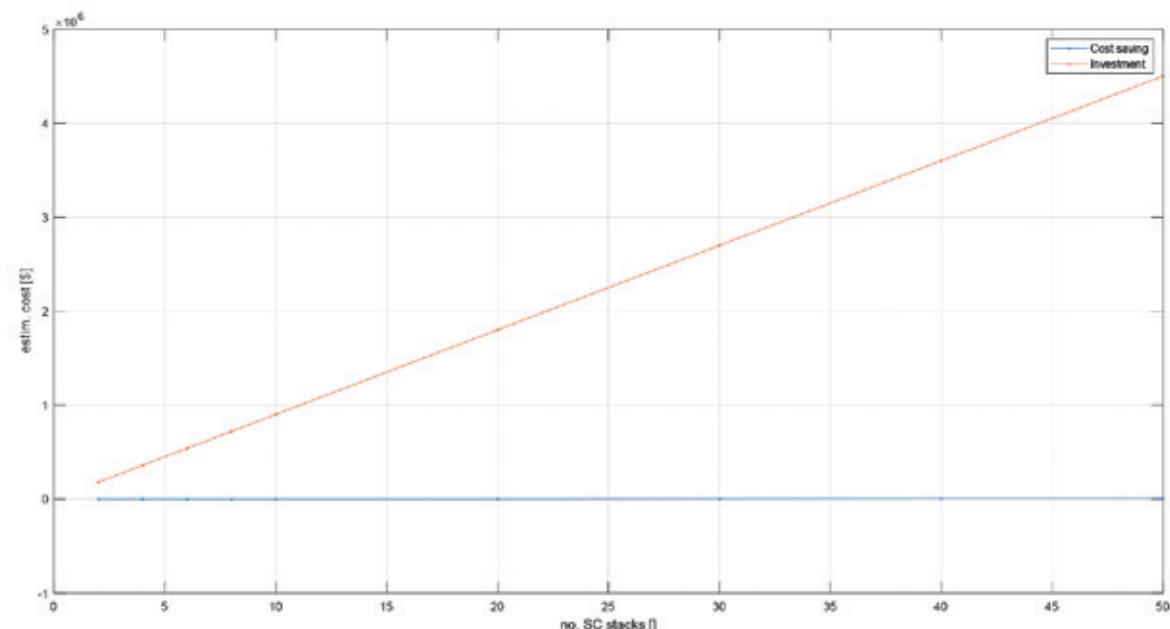


Fig. 8. Analysis 1: cost saving vs. investment.

Fig. 6 and Fig. 7 complete the information derived from the simulations.

From a technical perspective, increasing the time constant of the filter increments the participation of the SCs, reaching a maximum of 45% of the power, as seen in Fig. 6. As expected, this higher participation of the SCs results in a lower aging for the Li-

BESS, since the cycling aging is diminished because of the C_rate reduction. It is noticeable that the Li-BESS is suffering a great aging independently of the SC stacks and filter.

This occurs because of the calendar aging, which remain constant for all scenarios. For this particular use case, the calendar aging is

responsible for most of the aging, since the Li-BESS is forced to be at 100% SoC during most of the time along a day, suffering an extra aging that could be avoided if it is kept at a different SoC (which would imply implementing a different control than the one proposed for this work).

From the simulations, differences in aging between different filter time constants are no greater than 15%, as seen in Fig. 7, and those are the differences that the SCs can diminish by reducing the cycling aging in the Li-BESS.

Having this in mind, it seems not economically viable to introduce SCs in a HESS with Li-BESS, since the reduction in aging will lead to fewer repositions, but the investment in SCs does not compensate for it. This is better seen in Fig. 8, which shows the investment and cost saving lines for the HESS as the SC stacks increase.

Given that they never cross each other, it means that there is not a scenario where including SCs induces a higher saving in cost than the investment required to include those SCs. Notice that the cost saving line is slightly increasing, but far from the increasing rate of the investment line.

4. Analysis 2: SC for reducing the amount of Li-BESS

4.1. Analysis 2: methodology

Starting from the results of the previous analysis, this second analysis aims to re-dimension the HESS, so it is economically viable. In this new scenario, the objective is slightly modified.

As happened in Analysis 1, the HESS still needs to cover the vessel's power demand, but 6 different Li-BESS configurations are

tested, each one combined with the same set of SC stacks analyzed in the previous section. Hence, the SCs are not reducing the stress (C_rate) of the Li-BESS so its aging is diminished, but they are replacing the Li-BESS units, so the resultant HESS is better optimized in terms of power and energy and is techno-economically feasible.

The Li-BESS considered in Balearia's ferry ship accounts for 35 Li-BESS stacks (or modules). Thus, as the number of SC stacks increases, the optimum number of Li-BESS modules will be decreasing. The 6 different Li-BESS modules tested for Analysis 2 are: 35, 30, 25, 20, 15, and 13. For each of them, a complete set of simulations for different SC stacks is performed.

4.2. Analysis 2: results

Fig. 9 shows the set of valid HESS for each combination of Li-BESS modules and SC stacks. As happened in Analysis 1, all combination of values located at the right of the non-dashed red line (errors below 1e-05) are considered for the analysis. No difference is observed for modules n = 35 to n = 15, but at n = 13 the number of valid combinations is much lower.

Fig. 10 shows the SoH of the Li-BESS after 1 year for the different HESS configurations. The general trend indicates that the aging increases as the number of Li-BESS modules decreases (n = 35 suffer less aging than n = 13), and the lower the filter time constant, the higher the aging (since the Li-BESS must deal with a higher part of the consumption because it is less filtered).

At last, the techno-economic viability of the different HESS is shown in Fig. 11. The cost investment line (due to the inclusion of SCs) is the same from Analysis 1, and 6 other lines are included from n = 30 to n = 10, considering

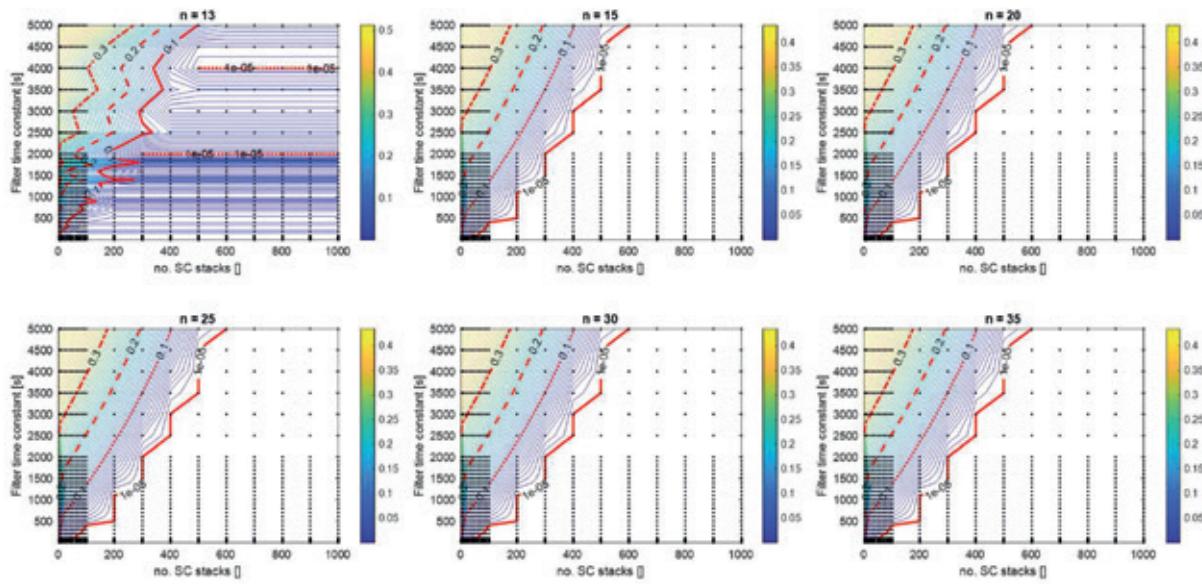


Fig. 9. Analysis 2: power error (P required vs. P delivered) for different Li-BESS stacks.

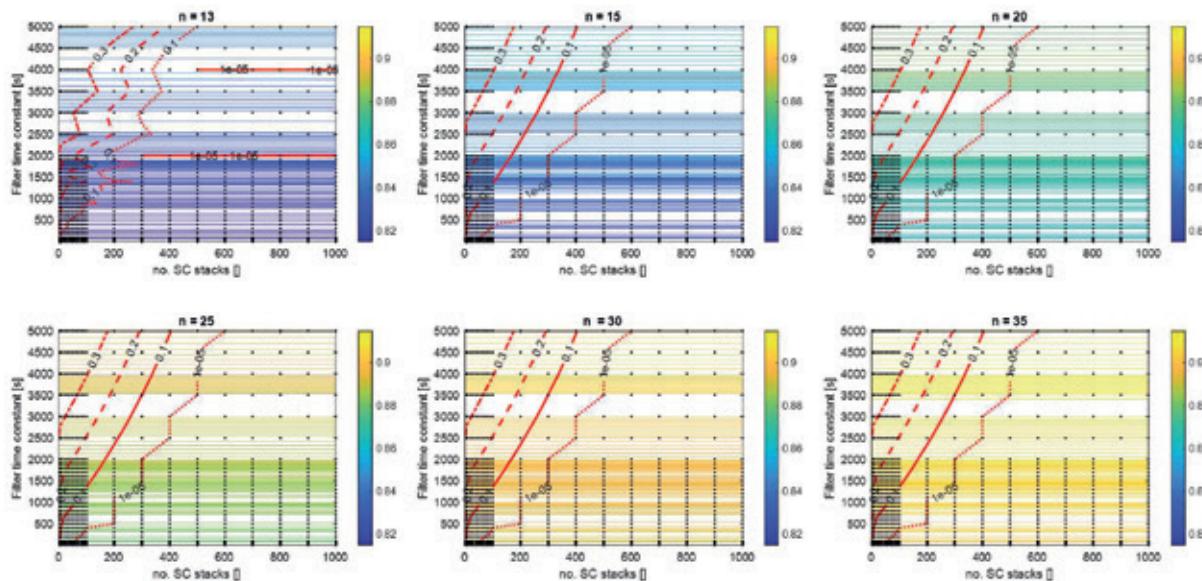


Fig. 10. Analysis 2: Li-BESS SoH after 1 year for different Li-BESS stacks

the savings due to the reduction of the Li-BESS aging in addition to the reduction of Li-BESS modules.

The figure shows that decreasing the number of Li-BESS modules as the number of SCs modules increases can be beneficial also from an economic point of view, having all the scenarios (from $n = 30$ to $n = 10$)

combinations of HESS (Li-BESS + SCs) where the investment cost remains below the savings for replacing Li-BESS units with SCs.

As seen in the image, a Li-BESS with 10 modules allows for the highest savings. For the presented use case, a lower number of Li-BESS modules could not be possible since the cycle of the vessel could not be completed.

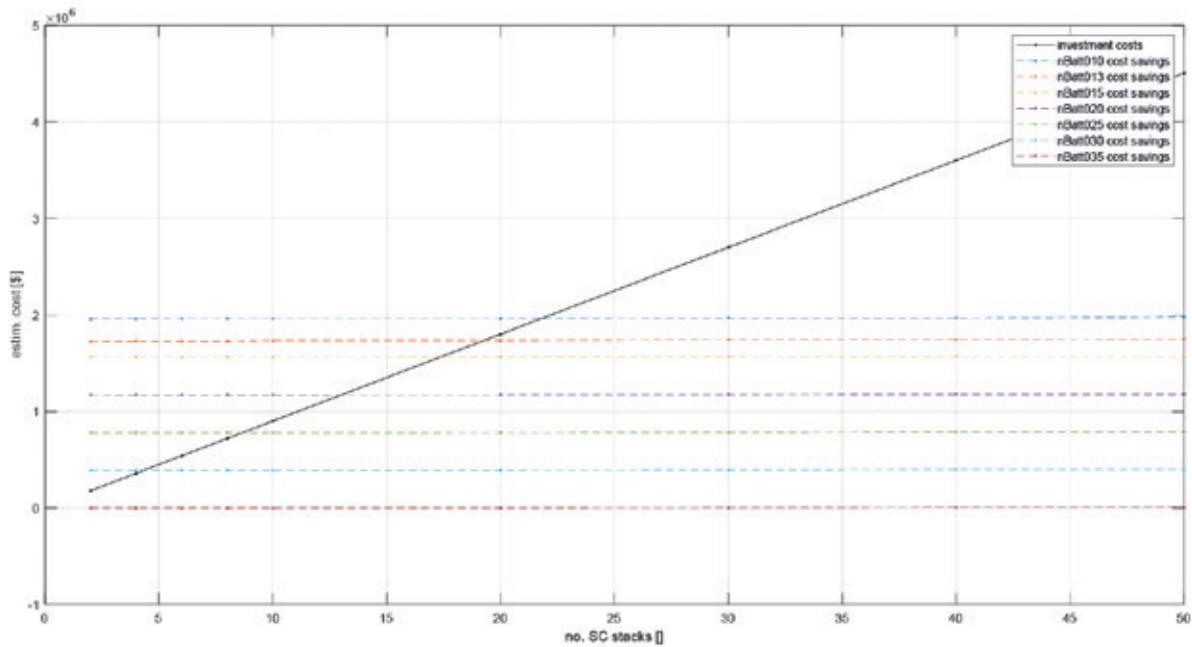


Fig. 11. Analysis 2: cost saving vs. investment for different Li-BESS stacks.

5. Conclusions

This work, framed within the POSEIDON Project (Horizon Europe, G.A. n°101096457), presents two analysis using real consumption data from a Balearia's ferry ship: a first analysis in which the convenience of installing supercapacitor stacks on a ferry in which there is already a battery is technoeconomically studied, and a second analysis where the techno-economic convenience of installing supercapacitor stacks to reduce the size of the battery is studied, that is, resizing the hybrid system and changing the proportion of batteries and supercapacitors.

Results show that for vessels where there is already a Li-BESS in use for traction purposes, hybridizing it with a FRESS (SCs in particular) may not be feasible from a techno-economic point of view.

Including SCs in the HESS helps in reducing the aging associated to the Li-BESS (reduced C_{rate}) but the required investment greatly overcomes the savings for delaying the reposition rate of the Li-BESS.

However, if the SCs are included in a previous stage of the dimensioning process of the HESS (Li-BESS and SCs), there are solutions where the savings justify the inclusion of the SCs, being the optimal solution close to a configuration where the number of Li-BESS modules equals in energy the one required in the cycle. In the second analysis presented in this work, that corresponds to 10 Li-BESS modules, being the rest of the vessel consumption being covered by the SC stacks.

Future works, following the methodology presented in this paper, include modelling the DC/DC converter so switching and conduction losses can be considered. Besides, the SoH will be fed back in the Li-BESS model, so parameters and variables such as the SoC vary according to the maximum capacity of the Li-BESS.

In this sense, the SoH limit for a Li-BESS replacement should be redefined, so it is replaced when there is no energy to deal with the cycle, not at 80%. At last, in future works the cost computation will include the

capital recovery factor and annual discount rate, among other economic factors.

6. Acknowledgment

This work was developed under the financial support of the following Projects:

Project POSEIDON (ID: 101096457), which has received funding from European Union's Horizon Europe research and innovation program under HORIZON.2.5.7 - Clean, Safe and Accessible Transport and Mobility and HORIZON.2.5.6 - Industrial Competitiveness in Transport (HORIZON-CL5-2022-D5-01-02).

Project StoRIES (ID: 101036910), which has received funding from European Union's Horizon 2020 research and innovation program under H2020-EU.1.4. - EXCELLENT SCIENCE - Research Infrastructures (LC-GD-9-1-2020).

The authors would like to thank Balearia for providing vessel consumptions for the Li-BESS, as well as information about the Li-BESS equipped in the ferry ship.

7. References

- [1] "Reglamento - 2023/1805 - en - EUR-lex," EUR, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32023R1805&qid=1711437118762> (accessed Mar. 26, 2024).
- [2] "Reglamento - 2015/757 - en - EUR-lex," EUR, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A32015R0757&qid=1711437118762> (accessed Mar. 26, 2024).
- [3] "Ease-EERA energy storage technology development roadmap 2017," EASE Storage, <https://ease-storage.eu/publication/ease-eera-energy-storage-technology-developmentroadmap-2017/> (accessed Mar. 26, 2024).
- [4] C. Peralta P. et al., "Evaluation of the CO₂ emissions reduction potential of Li-ion batteries in ship

power systems," *Energies*, vol. 12, no. 3, p. 375, Jan. 2019. doi:10.3390/en12030375

[5] M. Perčić et al., "Life-cycle assessment and life-cycle cost assessment of power batteries for all-electric vessels for short-sea navigation," *Energy*, vol. 251, p. 123895, Jul. 2022. doi:10.1016/j.energy.2022.123895

[6] D. Guven and M. Ozgur Kayalica, "Life-cycle assessment and life-cycle cost assessment of lithium-ion batteries for passenger ferry," *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 115, p. 103586, Feb. 2023. doi:10.1016/j.trd.2022.103586

[7] A. Letafat et al., "An efficient and cost-effective power scheduling in zero-emission ferry ships," *Complexity*, vol. 2020, pp. 1–12, Apr. 2020. doi:10.1155/2020/6487873

[8] J. Nájera, "Study and Analysis of the Behavior of LFP and NMC Electric Vehicle Batteries concerning their Ageing and their Integration into the Power Grid," thesis, E.T.S.I. Industriales (UPM), 2020.

[9] J. Nunez Forestieri and M. Farasat, "Energy flow control and sizing of a hybrid battery/supercapacitor storage in MVDC Shipboard Power Systems," *IET Electrical Systems in Transportation*, vol. 10, no. 3, pp. 275–284, Sep. 2020. doi:10.1049/iet-est.2019.0161

[10] M. B. Camara and B. Dakyo, "Coordinated control of the hybrid electric ship power-based batteries/supercapacitors/variable speed diesel generator," *Energies*, vol. 16, no. 18, p. 6666, Sep. 2023. doi:10.3390/en16186666

[11] J. Hou, Z. Song, H. F. Hofmann, and J. Sun, "Control strategy for battery/flywheel hybrid energy storage in electric shipboard microgrids," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 17, no. 2, pp. 1089–1099, Feb. 2021. doi:10.1109/tnii.2020.2973409

[12] P. Moreno-Torres, "Analysis and Design Considerations of an Electric Vehicle Powertrain regarding Energy Efficiency and Magnetic Field Exposure," thesis, E.T.S.I. Industriales (UPM), 2016.

[13] G. Navarro, "Modelado y dimensionado de un sistema de almacenamiento basado en supercondensadores para la integración en red de energías renovables," thesis, E.T.S.I. Industriales (UPM), 2022.

[14] "2020 Grid Energy Storage Technology Cost and Performance Assessment," Energy.gov, <https://www.energy.gov/energy-storage-grand-challenge/articles/2020-grid-energy-storage-technology-cost-and-performance> (accessed Apr. 1, 2024).

[15] "Energy Storage Technology and Cost Characterization Report," Energy.gov, <https://www.energy.gov/eere/water/articles/energy-storage-technology-and-cost-characterization-report> (accessed Apr. 1, 2024).



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



Hydrostore: Una Alianza Estratégica para Liderar el Futuro del Hidrógeno Verde Offshore

Hydrostore es un proyecto colaborativo pionero que tiene como objetivo revolucionar la generación y almacenamiento de hidrógeno verde en el ámbito offshore, mediante el desarrollo de una plataforma flotante integrada que combina energía eólica marina y tecnología de hidrógeno. El proyecto busca no solo maximizar la eficiencia en la producción de hidrógeno verde, sino también reducir los costes y minimizar el impacto ambiental, posicionándose como una solución clave en la transición hacia un futuro energético sostenible.

En el corazón de Hydrostore se encuentra el diseño innovador de la plataforma TRI-WIND-HEX, una estructura semisumergible de hormigón capaz de albergar grandes aerogeneradores y todos los equipos necesarios para la generación y almacenamiento

de hidrógeno a gran escala. Este enfoque ofrece una alternativa más eficiente, económica y escalable a las soluciones existentes en el mercado de hidrógeno offshore, permitiendo una integración sin precedentes de generación y almacenamiento in situ.

El proyecto Hydrostore está impulsado por un consorcio de empresas y centros de investigación líderes en el sector de la energía y la ingeniería, encabezado por Berenguer Ingenieros. A este consorcio se suman Beridi Maritime S.L., Fundación Centro Tecnológico de Componentes, Idesa Trc Technology & Research Centre S.L., Leading Metal Mechanic Solutions, S.L., Astilleros De Santander S.A. y Berthing Maritime Consulting, S.L. Juntos, los socios están comprometidos en llevar a cabo una investigación exhaustiva y en implementar las soluciones tecnológicas necesarias para hacer del hidrógeno verde una realidad viable y accesible en los próximos años.

La Revolución del hidrógeno verde: Respondiendo a la crisis energética

En el contexto energético del siglo XXI, tanto España como Europa enfrentan la urgente necesidad de una transición hacia sistemas energéticos más sostenibles, eficientes y respetuosos con el medio ambiente.



La creciente preocupación por el cambio climático, la seguridad energética y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero han puesto de relieve la importancia de adoptar soluciones innovadoras. Uno de los pilares clave en esta transición es el hidrógeno verde, que ofrece un camino viable para descarbonizar sectores intensivos en energía y asegurar una fuente de energía limpia y versátil.

El hidrógeno verde, generado a partir de fuentes de energía renovable como la eólica o la solar a través de la electrólisis del agua, se perfila como una pieza central en los planes de descarbonización. Esta tecnología permite no solo la producción de energía sin emisiones de carbono, sino también una solución para los retos asociados con la transmisión de electricidad a largas distancias desde parques eólicos ubicados lejos de la costa, como los parques offshore flotantes.

Aquí es donde entra el proyecto Hydrostore, que busca combinar la tecnología eólica flotante con la generación y almacenamiento de hidrógeno verde in situ en plataformas offshore. Esta combinación ofrece una solución integral a dos de los grandes desafíos que enfrenta la producción energética offshore en plataformas flotantes: el alto coste de la transmisión eléctrica a tierra y la necesidad de almacenamiento de hidrógeno a gran escala.

La oportunidad para España es innegable, con un potencial eólico offshore inmenso, pero no exenta de retos. Actualmente, la eólica flotante, aunque prometedora, está en una fase temprana de comercialización, con costes elevados que hacen necesaria la investigación y desarrollo de soluciones que reduzcan el LCOE (coste nivelado de la energía) y mejoren su viabilidad técnica y económica. Además, los actuales proyectos para la generación de hidrógeno en plataformas eólicas no permiten, en muchos casos, inte-

grar los equipos de generación en una misma plataforma, lo que genera la necesidad de estructuras anexas y encarece el sistema al requerir transporte eléctrico entre ellas.

Uno de los mayores retos es el almacenamiento del hidrógeno generado en alta mar. Idealmente, el hidrógeno debería ser almacenado offshore para luego ser transportado de manera eficiente a los centros de consumo urbanos e industriales. Sin embargo, hasta el momento, no existe una plataforma flotante que permita almacenar grandes volúmenes de hidrógeno de manera segura y rentable.

Hydrostore busca posicionarse en este mercado emergente como una solución pionera, enfrentando los desafíos tecnológicos de la producción y almacenamiento de hidrógeno verde offshore. Esto no solo reforzaría el papel de España en la transición energética, sino que también abriría la puerta a un liderazgo global en la generación y distribución de hidrógeno verde a gran escala.

Solución: Hydrostore, el futuro de la generación y almacenamiento de hidrógeno verde offshore

En el proyecto Hydrostore, proponemos una solución integral para la producción y almacenamiento de hidrógeno verde en alta mar. Esta solución consiste en una planta offshore integrada que combina la energía eólica marina flotante con la producción y almacenamiento de hidrógeno in situ, resolviendo algunos de los mayores retos tecnológicos que enfrenta la industria de la hidrógeno verde.

El núcleo de la solución es la plataforma TRIWIND-HEX, una estructura flotante de hormigón diseñada para soportar aerogeneradores de hasta 22 MW. Esta plataforma, desarrollada por Berenguer/Beridi, presenta una configuración única que la convierte en



una herramienta ideal para la producción de hidrógeno verde directamente en alta mar, al integrar todos los componentes necesarios: desalinizadoras, electrolizadores, compresores y tanques de almacenamiento en sus cavidades interiores.

Innovación Hydrostore: un nuevo estándar en hidrógeno offshore

La generación de hidrógeno verde a partir de energía eólica offshore ha tomado protagonismo como una solución clave en la transición hacia una economía descarbonizada. Existen actualmente tres enfoques principales en este ámbito, cada uno con sus fortalezas y limitaciones. Sin embargo, HYDROSTORE propone una solución innovadora que no solo supera estas limitaciones, sino que redefine la eficiencia y viabilidad del hidrógeno offshore.

Enfoques actuales en la generación de hidrógeno offshore

A) Eólica marina + electrolizador terrestre: Este enfoque implica transmitir la energía

generada por las turbinas offshore a una planta en tierra mediante cables submarinos, donde se produce hidrógeno verde a través de electrolizadores. Aunque este método ha sido utilizado extensamente, las pérdidas en la transmisión a larga distancia y la infraestructura costosa limitan su eficiencia.

B) Eólica marina + electrolizador en una plataforma central en el mar: En esta configuración, la generación de hidrógeno se lleva a cabo en una plataforma central offshore, transportando el hidrógeno a la costa mediante tuberías submarinas. Aunque se evitan algunas pérdidas de transmisión, esta solución enfrenta desafíos logísticos y altos costes de construcción y mantenimiento de la infraestructura en alta mar.

C) Eólica marina + electrolizadores integrados en cada turbina: Este enfoque propone instalar electrolizadores en la base de cada turbina offshore, produciendo hidrógeno directamente en el mar y transportándolo a la costa a través de gaseoductos submarinos. Aunque mejora la eficiencia de transmisión,



presenta importantes obstáculos técnicos, como la falta de espacio en las plataformas y la complejidad de gestionar múltiples gasoductos.

La innovación de Hydrostore: eólica marina + electrolizadores integrados + almacenamiento

Hydrostore propone una solución disruptiva que combina generación, producción y almacenamiento de hidrógeno verde, todo en una misma plataforma flotante, superando las limitaciones de las alternativas actuales. Este enfoque pionero integra electrolizadores en la plataforma TRIWIND-HEX, que ofrece una amplia cubierta para albergar los equipos y, además, permite el almacenamiento a gran escala del hidrógeno producido en sus cavidades internas.

Las principales ventajas que aporta Hydrostore incluyen

1. Eliminación de pérdidas de transmisión: Hydrostore evita la necesidad de cables submarinos para transmitir la energía a tierra

firme. Al generar hidrógeno directamente en el mar, se eliminan las pérdidas asociadas con la transmisión a larga distancia, maximizando la eficiencia energética y reduciendo costes operativos.

1. Almacenamiento in situ a gran escala: Las cavidades interiores de la plataforma ofrecen una capacidad de almacenamiento inigualable, lo que permite no solo generar hidrógeno verde, sino también almacenarlo en grandes volúmenes, directamente en el lugar de producción. Este enfoque único en su clase elimina la necesidad de infraestructuras adicionales de almacenamiento, reduciendo significativamente los costes de implementación.

2. Integración de equipos en la cubierta: gracias a su diseño de gran tamaño, la plataforma TRIWIND-HEX puede albergar todo el equipamiento necesario para la producción de hidrógeno verde. Desde la desalinizadora y los electrolizadores, hasta los compresores y otros dispositivos necesarios para la compresión y gestión del hidrógeno. Todo esto se lleva a cabo sin la necesidad de conectar

la plataforma a infraestructuras terrestres mediante cableados o gaseoductos.

2. Reducción significativa de costes: Al integrar tanto la generación como el almacenamiento en la misma plataforma, Hydrostore ofrece una solución económicamente ventajosa. Se estima que esta configuración puede reducir los costes de producción y transmisión de hidrógeno en un factor de 2 a 3, en comparación con las alternativas que dependen de instalaciones terrestres o plataformas separadas.

3. Optimización del espacio y la eficiencia operativa: A diferencia de otros enfoques que se ven limitados por el espacio en las plataformas eólicas convencionales, TRIWIND-HEX cuenta con una amplia superficie en cubierta y una gran capacidad de almacenamiento. Gracias a esto, permite optimizar el espacio y la operativa de una forma notable comparándolo con otras configuraciones de generación de hidrógeno verde offshore.

4. Estabilidad y resistencia en condiciones extremas: TRIWIND-HEX ha sido diseñada para garantizar una estabilidad operativa excepcional, incluso en condiciones meteorológicas adversas en alta mar. Esto no solo permite el funcionamiento seguro de los aerogeneradores de gran tamaño, sino que también asegura la operación segura de los equipos de producción y almacenamiento de hidrógeno, lo que incrementa su fiabilidad.

5. Optimización de la generación de energía y producción de hidrógeno:

La compatibilidad de la plataforma con aerogeneradores de hasta 22 MW maximiza la generación de electricidad, garantizando la cantidad de energía necesaria para los procesos de electrólisis. Esto, a su vez, asegura una alta capacidad de producción de hidrógeno, lo que refuerza la eficiencia del sistema en general.

6. Menor Impacto ambiental: Hydrostore reduce significativamente el impacto ambiental al evitar la necesidad de instalar gaseoductos submarinos o grandes infraestructuras en alta mar. Al integrar todas las funciones en una sola plataforma, minimiza las perturbaciones al entorno marino y contribuye a la reducción de emisiones de carbono, apoyando los objetivos globales de sostenibilidad.

7. Reducción de costes de construcción y plazos de ejecución:

TRIWIND-HEX es una plataforma de bajo coste gracias a su construcción en hormigón de bajo armado mediante técnicas avanzadas como los encofrados deslizantes. Estas técnicas no solo reducen el CAPEX en un 50%, sino que también acortan los plazos de ejecución, permitiendo construir una plataforma en pocas semanas, frente a los varios meses que suelen requerir otras tecnologías.

8. Despliegue y transporte eficiente: Hydrostore puede implementarse cerca de los puntos de demanda, eliminando la necesidad de gaseoductos. El hidrógeno almacenado podría ser transportado mediante buques hacia la costa, simplificando la logística de distribución y reduciendo costes.

9. Flexibilidad y escalabilidad: la modularidad de la solución permite una rápida escalabilidad según las necesidades del mercado. Hydrostore ofrece la flexibilidad de ajustar la capacidad de producción de hidrógeno y energía en función de la demanda, lo que facilita una adopción más ágil y eficiente.

10. Preparada para el Futuro: gasolineras offshore de hidrógeno verde: Hydrostore no solo resuelve los desafíos actuales de la industria, sino que también está diseñada para adaptarse a un futuro donde los barcos sean propulsados por hidrógeno. La plataforma podría funcionar como una “gasolinera offshore

de hidrógeno”, permitiendo que los buques repostaran hidrógeno en el mar sin desviarse hacia puertos, creando una red de suministro marítimo eficiente.

Conclusión: implicaciones y futuro de Hydrostore

El proyecto Hydrostore representa un avance significativo en la búsqueda de soluciones sostenibles para la producción y almacenamiento de hidrógeno verde. A través de la integración innovadora de tecnología eólica marina con sistemas de electrolización y almacenamiento, esta iniciativa no solo optimiza la eficiencia energética, sino que también minimiza costes y reduce el impacto ambiental asociado a la generación de energía.

La plataforma TRIWIND-HEX, diseñada específicamente para este propósito, ofrece una capacidad única para alojar equipos y almacenar hidrógeno a gran escala, superando los desafíos actuales del estado del arte en la producción de hidrógeno offshore. Al eliminar la necesidad de infraestructura terrestre adicional y al permitir la creación de “ga-

solineras offshore,” Hydrostore abre nuevas oportunidades para el abastecimiento de energía en sectores marítimos y terrestres.

En conjunto, los esfuerzos del consorcio, junto con el respaldo del Gobierno de España y los fondos europeos Next Generation, impulsan la transición hacia un futuro más sostenible y asequible, facilitando la adopción generalizada del hidrógeno verde como fuente de energía clave en el camino hacia la descarbonización.

Agradecimientos

El proyecto Hydrostore ha sido financiado por el Gobierno de España a través del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, con fondos europeos Next Generation. Agradecemos el apoyo recibido en la Segunda Convocatoria del Programa de Incentivos 4: Retos de Investigación Básica-Fundamental, Pilotos Innovadores y la Formación en Tecnologías Habilitadoras Clave, que ha sido esencial para llevar a cabo esta iniciativa.



MAR SPAN, innovación y sostenibilidad en el cultivo del mejillón



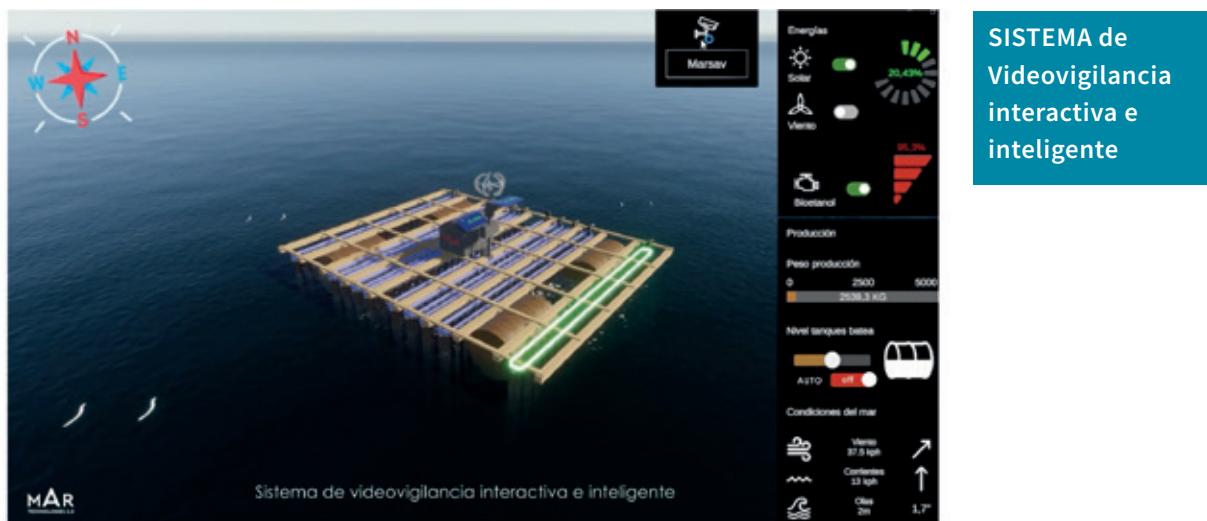
Alfonso Carneros,
director técnico de SOERMAR

Galicia es la segunda potencia mundial en cultivo de mejillón, después de China, con una producción anual que supera las 250.000 toneladas (el 40% de la europea), según la Xunta. El cultivo de este bivalvo en las rías gallegas, especialmente en la de Arousa, se

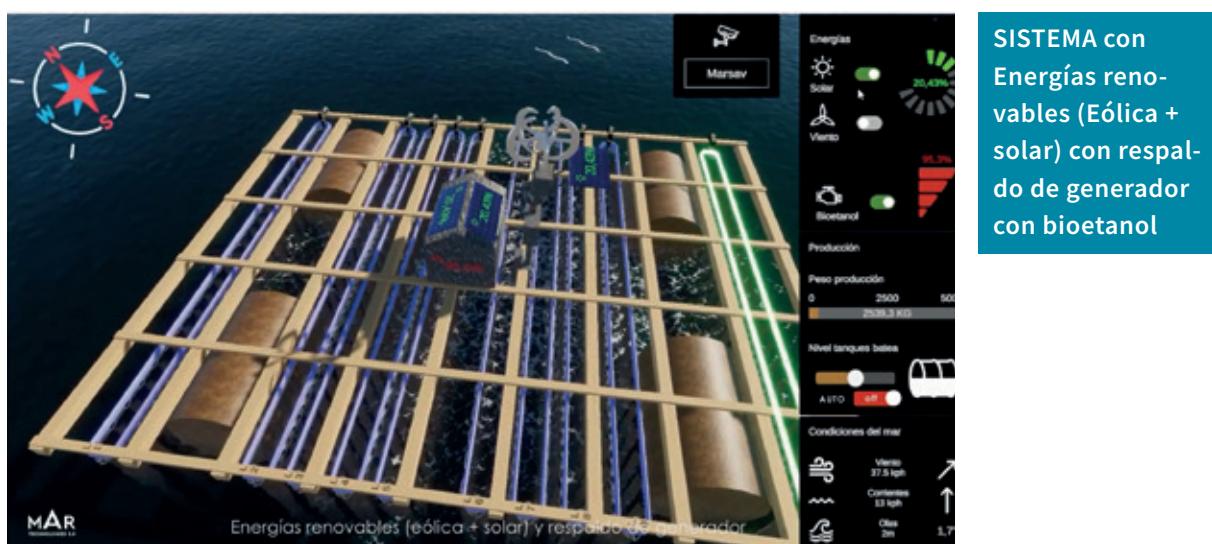


Isidro Fernández,
director de MAR Technologies 5.0

realiza desde mediados del siglo XX en unas estructuras flotantes denominadas bateas, que están ancladas al fondo de las rías y de las que cuelgan líneas de cuerdas a las que se adhieren y donde se desarrollan los moluscos.



SISTEMA de Videovigilancia interactiva e inteligente



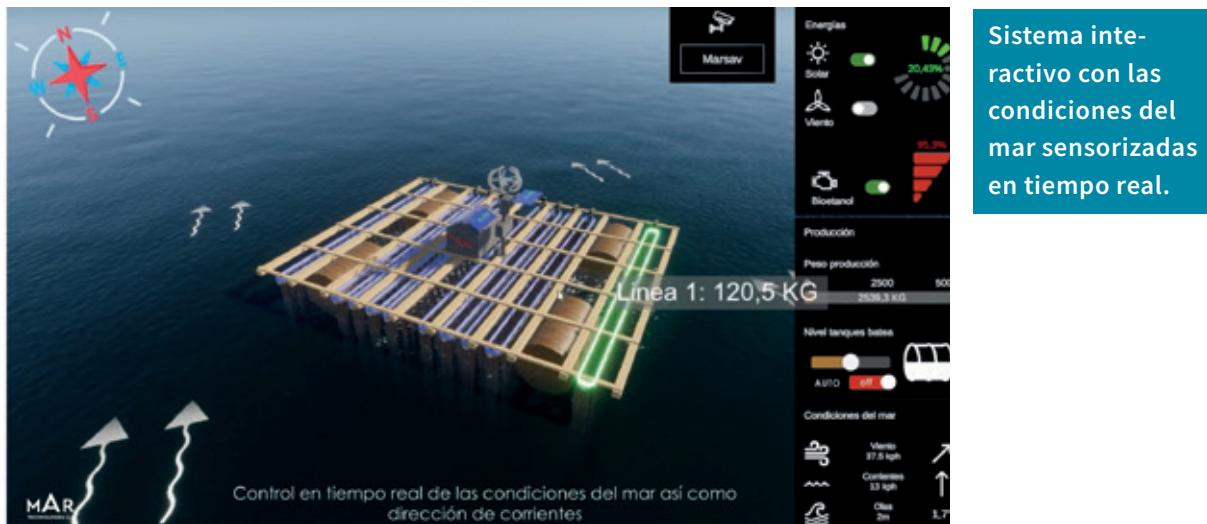
SISTEMA con Energías renovables (Eólica + solar) con respaldo de generador con bioetanol

Estos moluscos tardan alrededor de un año (el tiempo depende de la zona donde esté instalada la batea) en alcanzar la talla necesaria para ser comercializados, lo que supone que durante este tiempo se necesite supervisar su desarrollo con numerosos viajes a las bateas. Un desarrollo que se produce de forma desigual en las distintas cuerdas. Está documentado que los mejillones de la parte exterior se alimentan más que los del interior, que recogen menor cantidad de fitoplancton, por lo que crecen de forma desigual.

Para contribuir a hacer más eficiente la explotación de este bivalvo y, a la vez, convertirla en una actividad más sostenible, la empresa MAR Technologies 5.0 ha ideado

el proyecto MAR SPAN. Es uno de los proyectos primarios que forman parte del proyecto tractor TECNAVAL 2025, coordinado por Soermar. De hecho, MAR SPAN propone una solución revolucionaria para optimizar el cultivo del mejillón. Consiste en la construcción de una batea piloto con un sistema innovador de automatización, sensorización y virtualización, que utiliza energías renovables, y un gemelo virtual interactivo desde el que se puede visualizar e interactuar durante todo el ciclo reproductivo con la batea.

El proyecto combina la infraestructura física con otra digital. Las bateas se automatizan y se les instala una línea motorizada para la rotación de las cuerdas. De esta forma,



a través del movimiento de esas cuerdas, se permite una exposición uniforme al fitoplancton de todos los moluscos, lo que asegura un crecimiento homogéneo de los mismos. El sistema se complementa con unos sensores avanzados que registran el peso y monitorizan el desarrollo de cada cuerda. Pero, además de esta sensórica básica, lleva otra añadida para medir varios parámetros de la calidad del agua en tiempo real para así poder cruzar datos y tomar las mejores decisiones.

Al mismo tiempo, un gemelo virtual interactivo replica en tiempo real las condiciones de la batea, por lo que los operadores pueden supervisar los parámetros de la misma desde cualquier lugar. Así, se elimina la necesidad de desplazamientos a la plataforma y se reducen tanto las emisiones de gases contaminantes como los costes operativos. Los objetivos principales del proyecto son cuatro:

1. Eficiencia en el crecimiento. Se logra a través de:

- Movimiento automatizado de cuerdas para exposición uniforme al fitoplancton.
- Reducción del ciclo reproductivo entre un 15% y un 25%.
- Homogeneidad en el tamaño de los mejillones, optimizando la producción.

2. Monitoreo remoto avanzado. Se consigue mediante la:

- Sensorización para seguimiento del peso y estado de las cuerdas.
- Identificación del momento óptimo de recolección mediante algoritmos de inteligencia artificial (IA).
- Automatización de movimientos basados en patrones de crecimiento.

3. Reducción del impacto ambiental. Por:

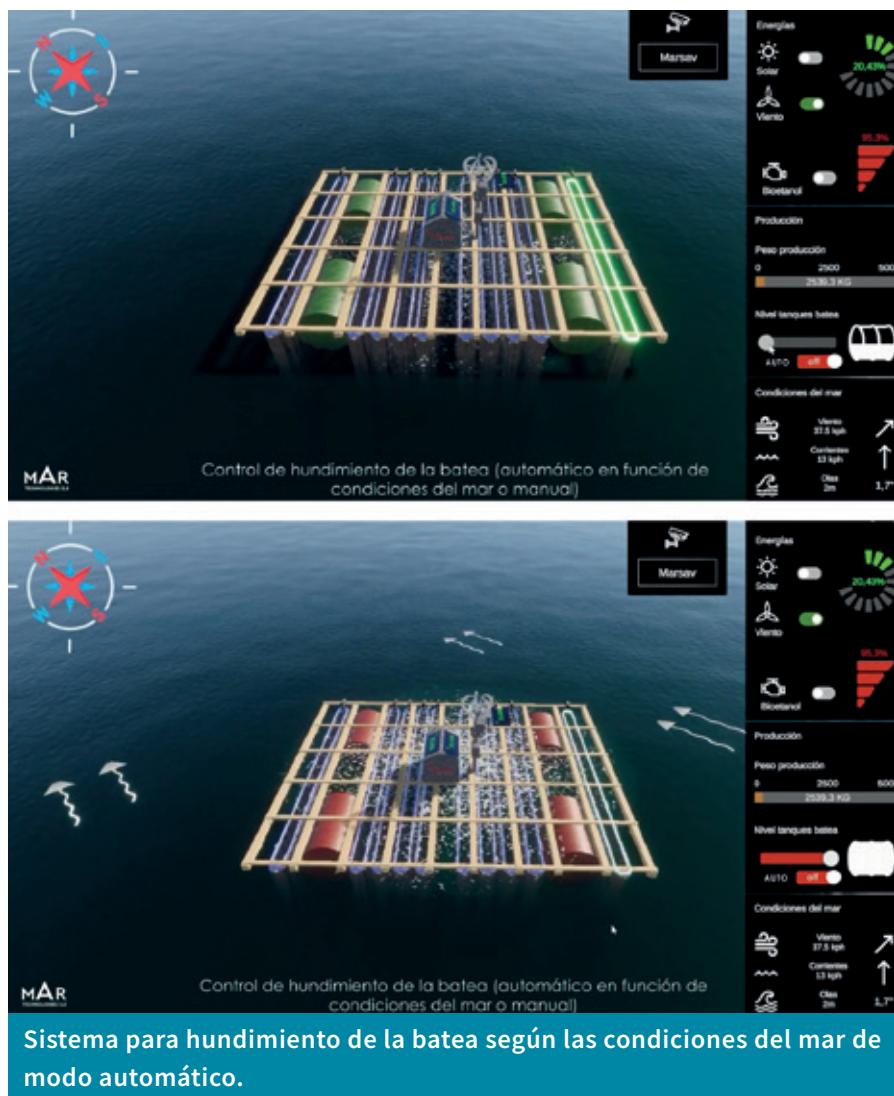
- Disminución del 70% en los viajes de supervisión, minimizando emisiones de CO₂, SOx, NOx y partículas volátiles.
- Gestión remota del hundimiento de las bateas por medio de bombas de bajo consumo.

4. Mayor seguridad y control. Por:

- Alertas en tiempo real para eventos como roturas, robos o incidencias climáticas.
- Supervisión constante de todas las líneas de cultivo mediante sistemas de videovigilancia y virtualización.

Se prevé que MAR SPAN tenga un impacto en tres aspectos: económico, medioambiental y operacional. Desde el punto de vista económico, la previsión es que el incremento de la productividad se sitúe entre el 20% y el 45%, dependiendo del lugar donde esté situada la batea, se reduzcan los costes y el retorno de

Sistema interactivo con las condiciones del mar sensorizadas en tiempo real.



Sistema para hundimiento de la batea según las condiciones del mar de modo automático.

la inversión se produzca en uno o dos años. Medioambientalmente, se producirá una reducción significativa de las emisiones contaminantes. Desde el punto de vista de la operación, habrá mayor homogeneidad en el tamaño de los mejillones y no se dependerá tanto como en estos momentos de la supervisión física.

Técnicamente, el sistema se compone de una estructura automatizada (10 motores de bajo consumo por batea, perfilería de acero inoxidable que se instala en bateas nuevas o ya existentes y caja de control para albergar el instrumental de automatización y comunicación), sensorización avanzada (monitoreo constante de los sistemas de energías, automatización, condiciones del mar y flotabilidad, y algoritmos de IA), plataforma digital (gema virtual

interactivo con alarmas y notificaciones en tiempo real y sistema de visión inteligente para observación y toma de decisiones) y energías renovables (sistema autónomo que integra tecnologías eólica, solar y un grupo de respaldo de bioetanol). El proyecto MAR SPAN se encuentra en una etapa piloto, que incluye el diseño, implementación y evaluación de una batea automatizada. Este modelo permitirá analizar la viabilidad técnica y económica, cuantificar mejoras en productividad y ahorros ambientales y documentar resultados para replicar la solución a mayor escala.

La optimización tecnológica que propone puede generar oportunidades de innovación

también en otras áreas de la acuicultura y el desarrollo marino. Por todo lo explicado en este artículo, podemos decir que MAR SPAN representa una revolución en el cultivo de mejillones, fusionando tecnología punta y sostenibilidad. Con su enfoque en la automatización, sensorización y uso de energías renovables, este proyecto plantea un modelo escalable para una acuicultura más eficiente y respetuosa con el medio ambiente.

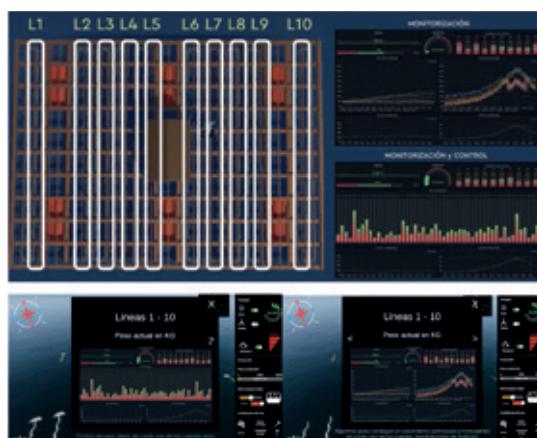
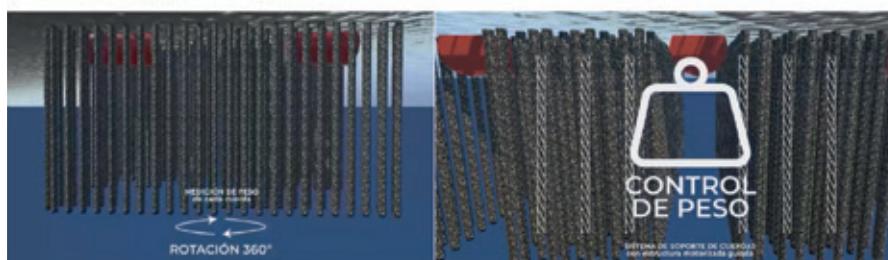
INNOVACIONES

Las principales innovaciones que introduce el sistema MAR SPAN son:

- Sistema rotativo de cuerdas para asegurar condiciones óptimas de alimentación.



Motorización para una automatización completa del movimiento de cuerdas con sensórica para control de pesos, exposición alimento, etc..



Virtualización de todo el proceso de crecimiento del mejillón con Algoritmo IA para toma de decisiones en exposición, movimientos y así monitorizar tendencias y optimizar proceso.

- Sistema de videovigilancia interactiva inteligente.
- Sistema de hundimiento de las bateas de manera automática y controlada según las condiciones del mar en tiempo real.
- Algoritmos de IA para mover de manera controlada diariamente cada una de las cuerdas en función de la entrada de fitoplancton controlando pesos diarios para así trazar tendencias y simular rendimientos.
- Uso de energías renovables (eólica, solar, undimotriz y bioetanol de respaldo) para operación autónoma.
- Virtualización completa e interactiva de la batea accesible a través de plataformas como PC, Tablet o smartphone.

YOUR PROPULSION EXPERTS

100
SINCE 1921



SRP



SRE



STP



SCP



SRP-R



SPJ



STT



SRT

WE KNOW WHAT MOVES VESSELS

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

www.schottel.com

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

Elecciones en las delegaciones territoriales

El pasado día 20 de noviembre se celebró la Junta General Extraordinaria de las elecciones a Presidente Territorial de AINE presidida por el presidente y secretarios territoriales José María Sánchez Carrión y Daniel Sá López. La Junta Electoral terminada el plazo electoral y actuando como secretario el Director de Gestión resolvió que dado que solo se había presentado un candidato a presidente y tres a vocales, de los cuatro convocados, dió por cargos electos a todos los candidatos, que fueron:

Presidente Territorial: José María Sánchez Carrión (Asociado 770)

Vocales territoriales: Miguel Pardo Gil-Arberdi (Asociado 2.193), Daniel Sá López (Asociado 3.069), Antonio Herrero Sabat (Asociado 1.387)

La junta general por unanimidad ratificó dicho nombramiento. Posteriormente, hubo un turno de palabra donde a los asistentes se le explicaron las razones por la que se han formado de delegación, y la gestión de fondos para la realización de actividades.

El pasado 15 de noviembre 2024, se celebró la Junta General Extraordinaria de las elecciones a Presidente Territorial de AINE. En este acto se procedió a la proclamación oficial de los nuevos miembros de la Junta Directiva:

Presidente Territorial: Jose Luis Grijalvo López, (Asociado 1.240)

Vicepresidente territorial: Guillermo Martín Bosch, (Asociado 1.889)

Secretario: Iker Ardines Mauriz, (Asociado 3.113)

El pasado 12 de diciembre de 2024, se celebró la Junta de Gobierno Ordinaria del COIN de la **Delegación en Andalucía**, en la que se proclamaron los nuevo miembros:

Decano Territorial: Jose Francisco Allona Almagro (Colegiado 1.397)

Vocal Zona Cádiz: Luis Miguel Martín Sánchez (Colegiado 1.392), Arturo Martínez Perucha (Colegiado 2.425)

Vocales Zona Sevilla: Teresa Quesada Rodríguez (Colegiada 2.184), Amable Vicente Esparza Lorente (Colegiado 3.345)

Secretario: José Luis Fernández González (Colegiado 2.218)

El pasado día 6 de noviembre se celebró la Junta General Extraordinaria de las elecciones a Presidente Territorial de AINE. En este acto se procedió a la proclamación oficial de los nuevos miembros de la Junta Directiva:

Presidenta Territorial: Lucía Mingot Bardón (Asociada 2.504)

Vicepresidente Territorial: Rafael Velasco Fernández (Asociado 2.731)

Secretario Territorial: Faustino Vilar Rodríguez (Asociado 3.126)

Vocales: Pere Antoni Noguera Artigues (Asociado 3.188), Francisco Sastre Guasch (Asociado 3.012)

El pasado 7 de noviembre se celebró la Junta de Gobierno Ordinaria del COIN de la **Delegación en Canarias**, en la que se proclamaron los nuevo miembros:

Decano Territorial: Jesús Alarcón Prieto (Colegiado 1.391)

Vicedecano Territorial: Luis Rodríguez Ramos (Colegiado 3.433)

Secretario Territorial: Eduardo Santana de Porras (Colegiado 3.542)

Vocales: Manuela Pulido Rubio (Zona Tenerife) (Colegiada 2.383), Álvaro Ortega Nadal (Zona Las Palmas) (Colegiado 3.403)

Cena de hermandad de la Delegación en Asturias



El pasado 29 de noviembre, nuestros compañeros de la delegación en Asturias celebraron la tradicional cena de hermandad.

Buena parte de los colegiados de la delegación junto con sus acompañantes compartieron un agradable encuentro intergeneracional.

El Colegio y la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos
comparten la alegría de esta Navidad y
desean lo mejor para todos en el Año Nuevo



Artista ganador: Artai Mendez



Buque arrastrero congelador
Prion de Nodosa Shipyard



Astilleros Nodosa entregó a finales de septiembre, en el puerto de Marín, a Petrel Fishing Company Ltd., participada por el grupo Pescapuerta y por el grupo Fortuna (su socio en las islas Falklands), su nuevo buque arrastrero congelador bautizado *Prion*, el más grande construido en los últimos años para esta flota. El *Prion* se destinará a la pesca del calamar en el caladero de las islas Malvinas.

El *Prion* ha sido diseñado y desarrollado íntegramente en Nodosa Shipyard, en estrecha colaboración con el equipo técnico del armador. “Es el buque congelador más moderno construido en España”, explica José Ramón Regueira, director comercial de Nodosa Shipyard. La entrega de esta nueva construcción y del siguiente, el *Argos Berbés* (este último para la sociedad participada por Grupo Pereira), son un alarde de alta tecnología, eficiencia energética, optimización en el tratamiento de las capturas, respeto por el medio ambiente, confort y seguridad para la tripulación como veremos a lo largo de estas líneas.

Nodosa Shipyard ya construyó buques con proa tipo invertida, caso del *Monteferro* (NC 284), del *Montelourido* (NC 300), del *Janne-Kristin* (NC 390), del *Iris* (NC 291) y del *Isla de Terranova* (NC 289), pero las dimensiones del *Prion* y del *Argos Berbés* les convierten en únicos.

La renovación de la flota de Pescapuerta y Fortuna comenzó hace tres años, con la entrega del arrastrero congelador *F/V Falcon*, también construido por Nodosa Shipyard y que ha tenido excelentes resultados en sus primeras campañas de pesca.

Simulaciones CFD

El análisis y optimización de carena y del sistema propulsivo del *Prion* han sido realizados por VICUSdt. El objetivo fue asegurar que el

Características principales del *Prion*:

Eslora	85 m
Eslora entre perpendiculares	81,95 m
Manga de trazado	14 m
Puntal	5,60 m
Puntal a la cubierta de trabajo	7,975 m
Registro bruto	<2.499 gt
Tripulación	78
Potencia	1 x 5.220 kW @ 750 rpm
Velocidad	16,5 kn
Tiro	80 t

Capacidades

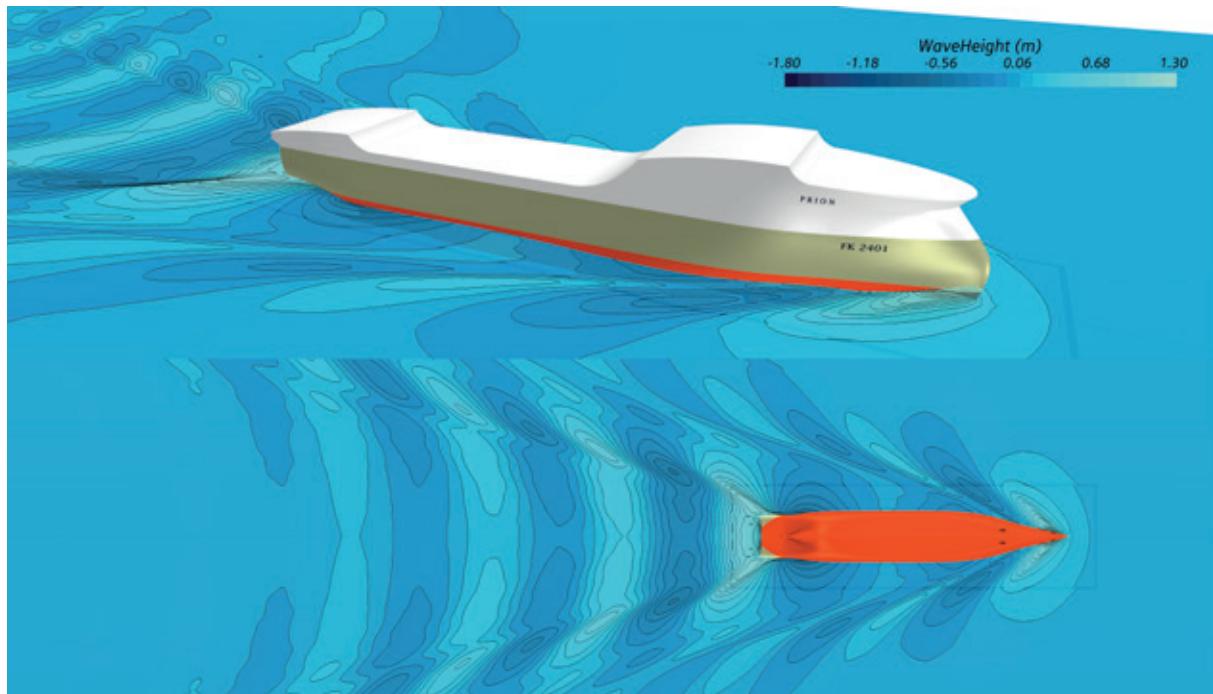
Bodegas de pescado	2.311 m ³
Congelación	130 t/día
Agua dulce	81 m ³
Combustible (MDO)	581,2 m ³
Aceite lubricante	18 m ³
Aceite sucio	5,60 m ³
Lodos	4,80 m ³

Sociedad de clasificación	Bureau Veritas
Notación de clase	⌘ Hull
⌘ Machm, Fishing vessel; Unrestricted navigation; Iced Class ID, In Water Survey; Mon-shat; ⌘ Ref-cargo	

buque cumpliera con los requerimientos de velocidad y capacidad de tiro tanto en ruta como en arrastre, optimizando la eficiencia de la carena y el sistema propulsivo.

El análisis comenzó con una evaluación de la resistencia al avance en diversas condiciones de carga, validando la eficiencia del diseño de carena y apéndices desarrollado por el cliente. Además, se realizaron simulaciones de autopropulsión para predecir con precisión la velocidad máxima en distintas configuraciones de carga y motorización, permitiendo al cliente tomar decisiones informadas sobre el sistema de propulsión óptimo.

También se analizó la capacidad de tiro en modo de arrastre, ofreciendo datos fundamentales para optimizar las faenas de pesca del *Prion*. Este proyecto demostró el valor de las simulaciones CFD para mejorar la eficiencia operativa, reducir el consumo de combustible y cumplir con los altos estándares de rendimiento de la industria pesquera.



Eficiencia energética y medioambiental

Tanto el motor principal como los auxiliares cumplen con la exigente normativa del caladero en cuanto a control de emisiones, y han sido diseñados para trabajar en los mejores regímenes en cada momento, asegurando así menores emisiones contaminantes y un mayor ahorro en el consumo de combustible. “Al fin y al cabo, eficiencia energética es eficiencia medioambiental”, comenta José Ramón Regueira. Para este propósito, también se ha incorporado un sistema de recuperación de energía que permite convertir el calor residual generado en el buque en energía eléctrica para el consumo a bordo, lo que implica una reducción en el consumo del buque, haciéndolo más eficiente y, por tanto, más respetuoso con el medio ambiente ya que se reducen significativamente las emisiones.

En cuanto al refrigerante, se ha optado de nuevo (como la unidad que le precede) por el amoníaco, más amigable con el entorno, pues existe de por sí en la naturaleza, no

perjudica la capa de ozono y otorga mayor capacidad frigorífica que otros.

Un aspecto relevante en busca de la mayor eficiencia en la navegación y en el trabajo, que redunda directamente en ahorro de consumo energético y por ende mayor beneficio medioambiental, es el diseño de un casco completamente optimizado, donde sobresale por méritos propios la figura de una proa tipo invertida fruto de las experiencias anteriores y los estudios personalizados al efecto, resultando, además, de una estética muy innovadora.

Otros elementos destacables que fortalecen la defensa del medioambiente son: la elección de patentes de silicona para el casco (que han demostrado ser más ecológicas y eficientes en el consumo para este caladero), la existencia de un tanque para almacenar desperdicios biodegradables durante las maniobras de izado y largado del aparato, un incinerador homologado para evitar arrojar cualquier tipo de basuras al mar y pajereras de última generación para la protección de aves marinas.



Seguridad y confort de la tripulación

Gracias a un diseño innovador y eficaz, se logra reducir el número de personas necesarias en las maniobras de cubierta. Además, la tripulación trabajará más protegida de las inclemencias del tiempo, lo que minimiza riesgos de accidentes.

También se incorpora una cabina para mayor comodidad y seguridad de los observadores de la pesquería. Se ha incrementado la habitabilidad, lo que permite realizar turnos y descanso adecuados. También se mejoran las condiciones de vida a bordo con el mayor número posible de camarotes individuales y de 2 plazas.

Factoría de procesado a bordo

Para el diseño de la factoría se ha repetido el estudio ergonómico que tan buen resultado ha dado en el *Falcon*, con lo que se mejora y facilita el trabajo de los operarios. Asimismo, se reduce el tamaño de los envases, con lo que se evita el manejo de pesos excesivos. Además, algunos procesos de desmoldeo, carga y descarga se han automatizado, con-

siguiendo reducir y aligerar la intervención humana en aras de la mejora de las condiciones de trabajo a bordo.

Parque de pesca

El *Prion* incorpora un parque de pesca diseñado, fabricado e instalado por Josmar®, que destaca por su eficiencia, versatilidad y enfoque en la captura y procesado de calamar. Este parque ha sido desarrollado para garantizar un manejo rápido y preciso del producto, manteniendo siempre los más altos estándares de calidad.

Tecnología de procesado de calamar

El diseño del parque comienza en popa, donde se recibe y clasifica la captura. A partir de ahí, el calamar pasa por un sistema completamente integrado:

- **Clasificación y limpieza:** Tras la recepción, el calamar es enviado a la exprimidora de vísceras JM-330, que realiza una limpieza eficiente y precisa, asegurando que el producto esté listo para las siguientes etapas.
- **Lavado:** Posteriormente, el calamar es sometido a un lavado minucioso en la lavadora



JM-027, garantizando una presentación óptima antes del empaquetado.

- **Empaque:** El calamar procesado se envasa en bandejas de acero inoxidable, que luego se trasladan a los túneles de congelación.

Congelación y desmoldeo

Después del proceso de congelación, el producto pasa a la zona de desmoldeo, donde las desmoldeadoras automáticas JM-159 agilizan la extracción del calamar congelado, preservando su calidad y forma. Finalmente, el producto se empaqueta en cajas de cartón, que se flejan y etiquetan antes de ser almacenadas en la bodega del buque.

Ergonomía y seguridad

El parque de pesca del *Prion* ha sido diseñado pensando en la comodidad y seguridad de la tripulación. Cada puesto de trabajo incorpora elementos ergonómicos que reducen el esfuerzo físico, como bandejas ligeras de fácil manejo y herramientas automáticas

que minimizan la manipulación manual. Esto no solo mejora las condiciones laborales, sino que también incrementa la eficiencia operativa y disminuye el riesgo de lesiones.

Producción adaptable

Este parque de pesca incluye complementos desmontables que permiten realizar ajustes en el flujo de trabajo, adaptándose a las necesidades específicas de cada campaña. Esto otorga al *Prion* una gran flexibilidad operativa y asegura que se aprovechen al máximo las capturas.

Calidad del producto final

Para mantener el producto en perfecto estado, se mejoran los procesos de extracción (por su maniobra en cubierta), de almacenaje temporal hasta su procesado (mediante la división del tanque del pantano para evitar el aplastamiento y deterioro), y de congelación (dotando al barco de una planta de ultracongelación rápida).



REINTJES Power Train Solutions

Robustez y fiabilidad garantizada por Reintjes

Sistema de gobierno

Reintjes / Berg ha suministrado para este buque el reductor como la línea de ejes y hélice de paso variable y la hélice de maniobra.

El reductor suministrado es un SVAL 950 con doble PTO- K41 y K51 de 2.000 kW cada uno. El ratio del reductor es de 5.458:1 ajustando las revoluciones a las óptimas de la hélice. El fabricante de la hélice y la línea de ejes es Berg. La hélice es de paso variable con un núcleo MPP1040 y un diámetro de 4.200 mm. La hélice de maniobra también es suministro de Berg, en este caso de trata de una hélice de maniobra de paso fijo modelo MTT111FP con una potencia de 400 kW.

Otros sistemas

Para este buque, Alfa Laval ha suministrado los siguientes equipos:

- dos separadoras centrífugas MAB 104,
- un sistema de generación de agua dulce AQUA-Blue Mini C50, con capacidad de 13 t/día y,
- un intercambiador de calor T15 para refrigeración del motor principal.

Cada uno de estos componentes desempeña un papel crucial en la optimización de las operaciones del buque, proporcionando un rendimiento superior y una reducción significativa en el consumo de energía y emisiones.

La línea de depuradoras MAB104 está diseñada para ofrecer soluciones eficientes tanto en la purificación como en la clarificación de aceites marinos. Utilizando avanzada tecnología centrífuga, estas depuradoras separan las diferentes fases del líquido con gran eficacia, permitiendo una limpieza continua y fiable. La acumulación de lodos se descarga periódicamente, garantizando un funcionamiento óptimo. Para facilitar la separación y limpieza, las depuradoras MAB104 bombean y calientan el



Depuradora MAB104

frigeración entre 0 a 40 °C. Utiliza agua de mar como refrigerante y agua de alimentación, evaporando el agua a 45-65 °C en un vacío del 75-99%. El vapor limpio se condensa en agua dulce, que se bombea fuera del sistema. Estos generadores de agua dulce cumplen con normas internacionales de calidad y seguridad, incluyendo la Directiva de Equipos a Presión (PED) y certificaciones ISO 9001 e ISO 14001.

aceite. Además, están equipadas con sistemas de alarma y pueden ser conectadas de forma remota, lo que añade una capa extra de seguridad y control.

Con una capacidad de trabajo que varía entre los 500 y los 1.950 l/h, las MAB104 cubren un amplio rango de necesidades operativas. Todo esto se logra con un diseño compacto y eficiente, ideal para diversas aplicaciones en el sector naval.

El AQUABlue Mini es una unidad de destilación al vacío que utiliza calor residual para evaporar el agua de mar, logrando niveles de salinidad por debajo de 2 ppm. Diseñado para operar de manera autónoma, es ideal para barcos, plataformas y ubicaciones remotas. Se instala en circuitos de refrigeración de motores y puede utilizar cualquier fuente de calor. Sus beneficios incluyen tamaño compacto, bajo consumo eléctrico, fácil operación y mantenimiento, y una pequeña área de servicio sin necesidad de espacio adicional para operaciones de mantenimiento.

Con una capacidad de 0,5 a 18 m³/24h, el AQUABlue Mini se adapta a diversas temperaturas de agua de camisas, cubriendo rangos que van de los 70 °C a 95 °C, y agua de re-

El modelo T15 es una solución avanzada para aplicaciones en el entorno marino. Este equipo es ideal para satisfacer las exigencias de la industria marítima, ofreciendo una combinación de eficiencia, flexibilidad y facilidad de mantenimiento. El T15 destaca por su alta eficiencia energética, lo que reduce significativamente los costes operativos. Su diseño compacto facilita la instalación en espacios reducidos, habituales en entornos marinos. Además, su fácil mantenimiento permite una rápida inspección y limpieza, compatible con sistemas CIP (Cleaning In Place).

Entre las características innovadoras del modelo T15 se encuentran el área de distribución CurveFlow™, que mejora la eficiencia del flujo, y el sistema de fijación de juntas ClipGrip™, que asegura un sellado confiable y facilita el mantenimiento. Los orificios OmegaPort™ están diseñados para optimizar el flujo y reducir las pérdidas de



Aquablue mini C50

presión, mientras que la alineación de placas SteerLock™ facilita el montaje y desmontaje de las placas.

En cuanto a los datos técnicos, el T15 está disponible con placas de transferencia de calor en materiales como 304, 316, 254, C276 y Titanio. El equipo está diseñado para soportar presiones de hasta 38.0 bar y temperaturas de hasta 250°C, dependiendo del tipo de bastidor y estándar aplicable.

Se ha instalado a bordo el sistema Silecmar Fleet Monitor System, para la monitorización integral tanto a bordo como en remoto. A bordo, el buque cuenta con el sistema Silecmar Brain que computeriza distintos sensores instalados en el buque que dan:

- Calados del buque, lecturas de su estabilidad
- Torsiómetro y potencia al eje
- Sistema ASSYSTROL para control y automatización de las maquinillas y ejecutar maniobras de pesca automáticas.

Detegasa ha suministrado una planta STPN-1680 para el tratamiento de aguas negras y grises procedentes de la tripulación, certificada de acuerdo con la normativa IMO MEPC 227(64). La planta lleva instalado un módulo de transferencia con caudímetro y válvula reguladora, para la regulación de la transferencia de aguas residuales desde un tanque situado a bordo.

Grúas

Tres modernas grúas instaladas a bordo permiten, por su ubicación y potencia, realizar todo tipo de maniobras en cubierta de la forma más rápida y segura, sobre todo en la carga y la descarga. Las grúas plegables instaladas en el *Prion*, suministradas por Industrias Guerra, son de la serie M, concretamente: una M330.24A5 y dos M720.24A3.

Diseñadas para ofrecer máxima eficiencia y seguridad en las operaciones de carga y descarga, están equipadas con cabrestantes de alta capacidad (2.300 kg y 3.100 kg, respectivamente) y sistemas de radio mando.

Estas grúas permiten realizar maniobras complejas de manera rápida y segura. Además, cuentan con metalizado de cilindros y extensibles, lo que garantiza una mayor durabilidad y resistencia en condiciones marítimas adversas.

Habilitación

La empresa viguesa de acomodación naval Navaliber ha sido la encargada de realizar el diseño y decoración interior a medida, así como el suministro y montaje de materiales de la zona de acomodación del *Prion* (que navega bajo bandera británica).

Esto ha incluido desde el aislamiento térmico y piroresistente de la zona habilitada, pasando por los paneles, techos, puertas y pisos, hasta la fabricación e instalación del mobiliario de los locales habilitados.

Partiendo del requisito de la empresa arquitecta de construir una zona habilitada confortable a la vez que funcional y duradera, sin perder de vista la doble función de barco de trabajo durante la jornada laboral y ofreciendo las comodidades de un hogar durante el tiempo de descanso, Navaliber ha sabido captar a la perfección las necesidades del cliente, asumiendo el reto propuesto y





conjugando el diseño con una cuidada selección de los materiales de acabado, que además cumplen con las exigencias de la reglamentación británica, lo que permite a su tripulación disfrutar de interiores amplios, luminosos, modernos y confortables, diseñados a medida, dando como resultado un interior único.

El diseño de interiores de Navaliber ha sido un desafío debido a las restricciones en el uso de materiales impuestas por la normativa británica.

Con una tripulación de 78 personas, las zonas habilitadas para el uso de la tripulación se distribuyen en cinco cubiertas, y están configuradas de la siguiente manera:

- En la cubierta lower deck, se han instalado 8 camarotes cuádruples para la marinería, zonas de baños para el aseo diario, una ca-

bina de control y vestuario de trabajo con acceso directo a la zona de procesado.

- La cubierta de trabajo se ha diseñado con camarotes cuádruples para marinería que se encuentran situados a ambos lados de la cubierta de arrastre, así como baños y vestuarios para oficiales.
- La cubierta shelter deck se destina a zona de servicio con la cocina que dispone de comunicación directa con las gambuzas de provisiones (una seca y dos refrigeradas, de las que Navaliber también ha sido el encargado), el comedor de tripulación comunicado con la cocina a través de una ventana pasaplatos. Este comedor dispone de una capacidad para 44 personas a la vez y sirve también como zona de descanso. En esta cubierta se encuentran también 3 camarotes cuádruples, 2 dobles para oficiales de menor rango y 4 camarotes individuales para oficiales. Se han seleccionado pisos de resina específicos



para áreas de aseo y para las zonas de manejo de alimentos, y vinilos de alta calidad para camarotes y pasillos.

- La cubierta de superestructura se destina exclusivamente a oficiales, con 6 camarotes individuales con aseo privado en suite, un hospital, un comedor y un salón de oficiales. Para las zonas de estar y camarotes de capitán y jefe de máquinas, se han seleccionado pisos de imitación madera con tira negra simulando las antiguas cubiertas de madera de los barcos, y

se ha dispuesto una rosa de los vientos en el comedor que aporta un toque de elegancia y tradición.

- En el puente de gobierno, además de las consolas de proa y popa de fabricación propia y diseñadas a medida con todo el equipamiento integrado, se han creado también zonas destinadas a telefonía y comunicaciones, mesa de cartas y las zonas de trabajo necesarias. Además, los sillones de piloto disponen de carretones deslizantes integrados en los pisos de



imitación madera para hacer más confortable el espacio y adornado con una rosa de los vientos en distintos tonos de madera.

Durante todo el proceso de diseño y construcción, Navaliber, en estrecha colaboración con el astillero y el armador, ha coordinado y ejecutado todos los trabajos hasta la entrega final del buque. Han utilizado paneles, techos, puertas y aseos modulares desarrollados, homologados y fabricados por la propia empresa, y el mobiliario diseñado a medida y fabricado en su filial Gramil.

El desarrollo coordinado de todos los sistemas y elementos de la habilitación ha permitido a Navaliber adoptar soluciones equilibradas que combinan las exigencias de especificación y clasificación con la funcionalidad y calidad de acabados de los diversos elementos, obteniendo un resultado final de excelencia.

La Armada y Navantia avanzan en la definición de los futuros Buques Hidrográficos Costeros (BHC)



La Armada y Navantia avanzan satisfactoriamente en la definición de la próxima generación de Buques Hidrográficos Costeros (BHC), que sustituirán a los actuales de la clase Antares.

Responsables de la Armada y de la empresa se reunieron en el Navantia Training Centre (NTC) en la que se ha constatado el progreso del programa. En la reunión participaron el director de Negocio de Corbetas y Buques de Acción Marítima, Alberto Cervantes, junto al jefe de este programa, Juan Carlos Carrascal; y, por parte de la Armada, el jefe de Programas Navales, CN Pedro Sánchez; y el jefe de Programa de la Flotilla Hidrográfica, CNI Ángel Arrazola. También asistieron representantes del Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM) y otros departamentos de la Armada.

El Ministerio de Defensa y Navantia firmaron el pasado diciembre la orden de ejecución para la construcción de estos dos buques, que permitirán a la Armada renovar su Flotilla Hidrográfica, avanzando además en la transición verde, ya que los nuevos buques

podrán operar con biocombustibles. Estas reuniones tienen como objetivo llegar a la fase de revisión de diseño preliminar, cuya aprobación se prevé para los primeros meses del próximo año.

Los BHC tienen como misión principal la publicación, difusión y mantenimiento de la cartografía náutica oficial del Estado, en aguas y costas españolas, un cometido del Instituto Hidrográfico de la Marina (IHM), responsable de operar estos buques y garantizar el cumplimiento de dichas misiones. Los barcos tendrán 47 metros de eslora y un desplazamiento de alrededor de 900 toneladas. Con una dotación reducida de 30 personas, por su alto grado de automatización, tendrán una autonomía de 3.000 millas para mantenerse operando en aguas poco profundas durante 15 días. Estos buques se construirán en el astillero de Navantia en San Fernando. Durante los próximos cuatro años, la obra sostendrá 700 puestos de trabajo, incluyendo empleos directos, indirectos e inducidos. Los BHC serán capaces de realizar levantamientos hidrográficos que

permitan la elaboración de la cartografía, apoyo a la Flota con información geográfica, medioambiental y meteorológica y protección del patrimonio arqueológico subacuático. Para ello, estarán dotados de equipos hidrográficos como ecosondas, sonar de barrido lateral o sistemas de posicionamiento que contribuirán al estudio de la columna de

agua y del lecho marino. Además, contarán con medios autónomos como un ROV (Remotely Operated Vehicle), un USV (Unmanned Surface Vehicle) y un bote hidrográfico, que trabajarán de forma autónoma para compilar y registrar datos y que tienen la capacidad de realizar trabajos hidrográficos y oceánicos.

Freire Shipyard construirá la nueva embarcación de apoyo a buceadores de la Armada



Se trata del primer contrato que C.N.P. Freire S.A. firma con la jefatura de apoyo logístico de la Armada y mediante el cual construirán una nueva embarcación de apoyo a buceadores. El contrato fue adjudicado al astillero con sede en Vigo, tras una licitación pública en la que también participaron otros astilleros de renombre nacional. La entrega está prevista para el segundo trimestre de 2026. La embarcación de última generación, enmarcada en el proceso de modernización y sustitución de unidades auxiliares de la Armada, tiene como objetivo reforzar sus capacidades de intervención subacuática. Estará destinada a la Escuela Militar de Buceo (EMB), lo que permitirá a la Armada reforzar su obligado papel de referencia en este campo, tanto a nivel nacional como internacional.

“Este proyecto, que representa el primer contrato de nuestra empresa con la Armada, reafirma nuestro compromiso con la innovación y apoya las necesidades estratégicas de esta institución, consolidando nuestra colaboración en iniciativas clave para la seguridad y la tecnología marítima. Es un honor para Freire Shipyard contribuir al fortalecimiento de las capacidades marítimas del país”, destacan los Directores Generales de Freire Shipyard, Marcos Freire y Guillermo Freire.

Un buque de vanguardia en su categoría

El barco contará con tecnologías ecológicas que optimizarán el consumo de combustible y reducirán las emisiones contaminantes. Su eslora será de 31,7 m y su manga de 9 m, con una autonomía de 500 millas náuticas. Su diseño permitirá albergar hasta 30 tripulantes, optimizando el uso del espacio y los recursos a bordo. La fecha estimada de entrega está prevista para el segundo trimestre de 2026. Además, estará equipado con tecnología avanzada, como un sonar de barrido lateral, un vehículo autónomo (AUV) y un ROV (vehículo operado remotamente) capaz de explorar profundidades de hasta 900 metros, lo que le otorgará capacidades excepcionales para realizar operaciones subacuáticas complejas.



Navantia

SEANERGIES

Discover green sailing with
VULKAN Hybrid Architect

@ JFA Yachts - Long Island 86 Power.

www.vulkan.com



Hybrid
Architect



Couplings experts



Drivetrain experts



Vibroacoustic experts

VULKAN

VULKAN Española

Avda. Montes de Oca, 19 - Nave 7 | 28703 SS Reyes (Madrid)
Phone +34 91 359 09 71 | es.info@vulkan.com

VISIT US!
STAND-C37 AT

WMW
WORLD
MARITIME
WEEK

21-23
MARCH
2023

Conferencia científica sobre robótica submarina bioinspirada



Del 21 al 22 de noviembre, se celebró en Madrid “The Twilight Conference”, foro internacional con el objetivo de explorar las tecnologías que contribuirán al desarrollo de una nueva generación de robots submarinos bioinspirados y autónomos.

Organizado por monodon by Navantia -con el patrocinio de SAES y de la Academia Joven de España- el evento se celebró en el Canal de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo, perteneciente al Instituto de Técnica Aeroespacial (INTA). El evento fue retransmitido vía streaming a través de las plataformas YouTube y Twitch.

Durante dos días, se reunieron científicos internacionales de alto nivel para discutir sobre el futuro de los drones submarinos, nuevos materiales, retos en el análisis topológico y comunicación submarina, entre otros temas. Entre los asistentes, cabe destacar la presencia de Samuel Sánchez (IBEC Barcelona, Premio MIT a Innovador menor de 35 años, Premio Fundación Princesa de

Girona a la Investigación Científica, entre otras distinciones); Daniel García González (UC3M, Premio Nacional de Investigación para Jóvenes 2023); Katherine Villa (Institute of Chemical Research of Catalonia) y Abdon Pena Francesch (University of Michigan, Materials Science and Engineering).

“The Twilight Conference” contó con la presencia y participación de ponentes internacionales de primer nivel, procedentes de Japón, Estados Unidos, Australia, Reino Unido, Países Bajos, Dinamarca y España. Las ponencias versaron sobre nuevos materiales, bio materiales y nano materiales; robótica bioinspirada y robótica blanda; mecanismos blandos y basados en fluidos; computación neuromórfica y autonomía robótica; comunicación submarina y enjambres de drones.

Asimismo, ponentes y asistentes pudieron disfrutar de una visita guiada a las instalaciones hidrodinámicas del INTA, donde se investiga la navegación de todo tipo de barcos (tanto militares como civiles), desde



hace casi un siglo. El conocido como “Canal de Aguas Tranquilas” es, con 320 metros de largo, 12,5 de ancho y casi 7 de profundidad, uno de los más grandes del mundo. Además de compartir los últimos avances científicos, a lo largo de la conferencia, surgieron nuevas oportunidades de colaboración para desarrollar estas tecnologías innovadoras durante los próximos años.

“Esta conferencia se ha organizado para avanzar en el desarrollo de los drones submarinos. En la mayoría de los casos, se utilizan tecnologías bioinspiradas y estamos analizando nuevos materiales, cosechamiento de energía, propulsión química y otras innovaciones y sistemas científicos que creemos que van a aportar mucho en el desafío que hemos lanzado”, afirma Patricia Sierra, Innovation Lead de monodon.

El challenge de monodon

Diseñar un vehículo autónomo, bioinspirado y capacitado para la exploración submarina a más de 200 metros de profundidad. Este es el reto que monodon han lanzado a la comunidad científica internacional.

El desafío, que tendrá un año de duración, se lanzó el pasado viernes 22 de noviembre, al término de la celebración de la “Twilight Con-

ference”, conferencia científica bautizada con el nombre que recibe la zona marítima de entre 200 y 1.000 metros de profundidad. Cada propuesta debe centrarse en uno o en la combinación de varios de los siguientes temas de investigación: locomo-

ción acuática bioinspirada, estructuras flexibles para entornos submarinos, materiales y métodos de fabricación para entornos submarinos, capacidades de detección, funcionamiento energéticamente eficiente y autosuficiente y/o comunicación óptica submarina. El reto culminará con la elección de ganadores en tres categorías, que recibirán, respectivamente, apoyo de los promotores para publicar su investigación, para investigar su propuesta en laboratorio o para desarrollar un prototipo.

“La robótica submarina tendrá un enorme potencial para aplicaciones científicas, de exploración o de vigilancia de infraestructuras críticas submarinas. Aprender de la naturaleza y desarrollar vehículos bioinspirados permitirá incrementar la eficiencia energética, las capacidades de sensorización y la maniobrabilidad. Por otro lado, la investigación en nuevos materiales es esencial para la adaptabilidad y supervivencia de estos dispositivos en condiciones submarinas de presión elevada”, explica Patricia Sierra, Innovation Lead de monodon.

Toda la información sobre el reto se encuentra en la Challenge - Twilight Conference. Los aspirantes a participar en el challenge podrán inscribirse en él a partir del próximo 1 de diciembre.

Jornada sobre los Service Operation Vessels y Commissioning Service Operation Vessels



Seaplace celebró por primera vez la exitosa jornada sobre los Service Operation Vessels (SOV) y Commissioning Service Operation Vessels (CSOV) en las instalaciones de INTA-CEHIPAR en El Pardo, Madrid. El evento reunió a 70 profesionales del sector eólico offshore, en el marco del Día Mundial del Transporte Sostenible, para discutir las tendencias, retos y avances tecnológicos en la industria de Operación y Mantenimiento.

Se abordaron temas clave como el diseño de buques para operaciones seguras, la reducción de costes, la electrificación de los buques y el concepto “floating wind ready” para garantizar la adaptabilidad a futuros parques eólicos flotantes. Además, se destacó la necesidad de mejorar los sistemas de posicionamiento dinámico (DP) y el acceso seguro a plataformas flotantes. Seaplace contó con la colaboración

de Gondán, líder en la construcción de SOVs y CSOVs en Europa; Airbus Helicopters, con quien desarrolla soluciones para integrar helicópteros en los SOV como bases logísticas; y Voith, pionero en propulsión cicloidal, que asegura el mantenimiento de la po-

sición de los buques en condiciones adversas. El evento incluyó la demostración de los ensayos de seakeeping del proyecto ePROA y una experiencia virtual del CSOV SEA1629, permitiendo a los asistentes embarcarse en la plataforma CROWN a través de la gangway del buque.

SEAPLACE es una firma de ingeniería naval española fundada en 1980 y con más de 15 años de experiencia en el campo de la energía eólica marina, especializada en el diseño de soluciones a medida y de alto valor añadido en la industria naval.





Coyuntura

¡Veinte años ya!



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.

PRÓLOGO

Veinte años lleva José-Esteban publicando en esta Revista sus artículos sobre la Coyuntura del sector marítimo y durante ese tiempo le hemos seguido en su trabajo cada vez más consciente de que sus artículos eran y siguen siendo artículos de opinión hechos con una gran honestidad.

Si analizamos su estructura, en primer lugar, siempre hace una profusa presentación de datos de fuentes contrastadas de primer nivel. A continuación, hace un recorrido por esos datos resaltando lo que parece más interesante y finaliza presentando su opinión y a veces haciendo un pronóstico de futuro.

Se puede o no compartir su opinión, pero lo cierto es que facilita todas las herramientas para que cada cual saque sus conclusiones.

En cualquier caso, si alguien quiere conocer o estudiar qué ha pasado en el sector en los últimos veinte años, tiene en la lectura de los artículos de José-Esteban una fuente documentada y razonada de la evolución del negocio marítimo en España y en el mundo, y para nuestra Revista supone un activo difícil de encontrar en otras

publicaciones especializadas de primer nivel en el mundo.

Es difícil de encontrar secuencias históricas que abarquen 20 años, de datos como los que facilita el autor, ya que como buena parte de ellos no están digitalizados. Para los algoritmos de análisis de Inteligencia Artificial no existen.

Pero mucho más importante, el conjunto de opiniones escritas por alguien como José-Esteban que ha estado en la primera línea internacional y en contacto profesional y muchas veces de amistad con los principales protagonistas del negocio a lo largo del tiempo, supone el disponer de la crónica de la evolución del negocio en unos años de profundo cambio, escrita desde dentro de donde se gestan las decisiones.

El ingente trabajo del autor y la seriedad con las que están escritas estas “Coyunturas”, mantenida a lo largo de los años, nos impulsarán sin duda a continuar leyéndolas con interés.

Juan Sáez Elegido
Ingeniero naval

Introducción

Hace veinte años, el entonces presidente de la AINE José Ignacio de Ramón, me encargó la confección de artículos para esta Revista relativos al estado y la evolución del Sector Marítimo tanto en España como en el mundo. Acepté, pues he vivido toda mi vida profesional ligado a este sector de una u otra manera, desde vestir “mono, casco y guantes” hasta la corbata (aunque ahora se lleve poco), pero sin olvidar nunca mis orígenes como ingeniero en un astillero sin horario. En este largo periodo tuve ocasión de ver mucho y tratar de comprender una indus-

tria en verdad y generalmente apasionante. Una industria que además de conocimientos, tiene como eslabón esencial unas relaciones humanas que ayudan a comprender “al otro” (siempre hay un otro) y proporciona que las satisfacciones, los desafíos y los sinsabores, que de todo habrá, vayan esculpiendo la personalidad profesional y humana de aquellos que ejercen profesiones ligadas al mar.

Es importante que creamos en lo que hacemos, y que sintamos que lo que hacemos sirve, construye, y ayuda a los demás y a nuestra sociedad. Lo contrario resulta siempre

tan desalentador como destructor. Lo que se hace o se intenta de manera constructivamente positiva sirve siempre, aunque lleguemos a tener la sensación negativa de que no ha sido así.

Caer en esa especie de melancolía (que algunas veces he percibido a lo largo de mis años profesionales) es totalmente destructivo, incluso puede serlo en el ámbito personal.

Por ello me tomo la libertad de reproducir el primer cuarteto y el último terceto del soneto titulado “Vida”, escrito en 1993, por el poeta contemporáneo español, José Hierro que, a mi modo de ver, retrata esa melancolía destructiva:

Después de todo, todo ha sido nada.
A pesar de que un día lo fue todo.
Después de nada, o después de todo,
Sabe que todo no era más que nada.
.....
.....
Qué más da que la nada fuera nada
Si más nada será, después de todo,
Después de tanto todo para nada.

Debemos entender, en nuestro mundo marítimo, que después de tanto no puede haber nada, sino seguramente, muchas batallas por luchar y algunas por vencer.

Cada vez más cerca del monopolio

Hemos tratado, en previos artículos, de la necesidad, que siempre ha existido, de que el Reino de España mejore su situación en la industria marítima nacional e internacional. Esa es una de las batallas que quedan por ganar habiendo perdido ya muchas escaramuzas. En muchas de las cuales no hemos llegado, ni siquiera, a participar.

Razones que hemos esgrimido repetidamente, relativas a nuestra autonomía y so-

beranía estratégica, se están transmutando de necesarias en indispensables mientras, como se suele decir, seguimos mirando al dedo que señala a la luna en vez de a nuestro propio satélite.

De todas maneras, mirar a ese dedo ya puede considerarse como algo positivo cuando lo usual desde hace bastantes años, es que no mirásemos ni al dedo.

Podemos asimilar en este momento a ese dedo como “Europa”, esa Europa que en el sector marítimo y especialmente en la industria de construcción naval, después de un pasado ilustre, clama ahora (y no todos sus países) hacia sus Instituciones, por recuperar poder marítimo, no sólo en el ámbito de la defensa, que también, sino en el de recuperar poder industrial y la capacidad de construir los barcos a los que hemos renunciado temerariamente dejando en manos de otros, más específicamente de “otro” que es China, el cada vez más reconocible monopolio, tanto de la producción como de su capacidad en detrimento de todos los demás.

Recordemos la frase de Pompeyo: “Navegare necesse est, vivere non necesse”¹ alocución que en sí misma define la indiscutible responsabilidad de un país como el nuestro para asegurar su supervivencia y su soberanía estratégica.

España y su capacidad naval en el mundo

En el tema que nos ocupa en esta Coyuntura, España tiene varias carencias en lo que toca a su “categoría marítima” y en ella, específicamente, pero no únicamente, en la industria de la construcción naval y lo que de ella subsiste, y de lo que ella depende y del tejido industrial y tecnológico del que ella misma también depende.



En el cuadro de datos que se puede ver a continuación, se puede observar gráficamente lo que sucede. Usamos las cifras para comparar la posición de nuestro país respecto a los totales globales en lo que va del siglo XXI.

Los valores de cartera de pedidos y entregas parecen suficientes para esta fotografía, aunque debemos aclarar que las carteras representan acuerdos contractuales y en algunos casos opciones que pueden no materializarse o incluso aumentarse, mientras que las entregas tienen la fiabilidad extrema que dan los contratos ejecutados y cumplidos con independencia de los acaecimientos sucedidos durante la construcción de los buques.

Diremos también que se han elegido como unidades las gt que responden como es sabido a dimensiones físicas universalmente aceptadas, y las cgt² que transforman a las anteriores en magnitudes que de alguna manera incluyen el valor añadido por el trabajo incorporado en la construcción (Acordadas por el Grupo de construcción naval de la OCDE, WP-6). Su importancia es el valor comparativo entre construcciones y son utilizadas mayoritariamente por la industria de construcción naval, no teniendo relevancia fiscal.

Cabe decir que ya en los últimos tiempos del pasado siglo, España y Europa habían perdido sus batallas respecto a la industria de la

construcción naval del Extremo Oriente, Japón, Corea del Sur, y China, por este orden temporal. España había llegado en la década de los años setenta del siglo XX a figurar como el cuarto constructor mundial.

Nuestro país había tomado la decisión política de desarrollar esta industria por su carácter de “tractor” respecto de la creación de empleo y de otras industrias cuando la construcción naval era una industria de “mano de obra intensiva” y no de “capital intensivo”. Lo dicho justifica muy bien que cuando se habla de construcción naval en el mundo se adjetive como “nacional” (CN china, japonesa, alemana, etc.) pues su componente de objetivo como política industrial de un país ha sido siempre notorio.

Lamentablemente, cuando la dimensión física de las nuevas instalaciones hechas en España y el país industrialmente empezaba a presentar el perfil necesario y la capacidad adecuada para adquirir un nombre en el mercado, la demanda mundial empezó a caer por dos razones principales: El despertar de la industria asiática, principalmente Japón y tras él Corea del Sur, y el exceso de capacidad que se fue creando en todo el mundo dando lugar a una oferta muy superior a la demanda, que iba creciendo al son que le marcaba más o menos la evolución del PIB mundial.

Se fue produciendo lentamente un cambio en la naturaleza y la forma de operar de la industria en todo el mundo, transformándose su naturaleza y pasando de ser una industria de mano de obra intensiva en otra de capital y tecnología intensiva. Para no alargarlo demasiado, diremos que unos lo hicieron mejor que otros y más rápidamente.

Aquella ventaja de bajos salarios que servía en algunas zonas en vías de desarrollo (como España en su momento), se termi-

naban conforme el desarrollo avanzaba, y los buques, especialmente los que crecían en el transporte de los bienes que movían el comercio mundial eran cada vez más grandes y permitían y permiten una cierta capacidad de “serialización” de sus componentes en el proyecto y la construcción. Esto requería y al mismo tiempo fomentaba el crecimiento de las navieras y los contratos múltiples.

Se iba terminando ese relato que muchos vendíamos equivocadamente: la historia del “Taylor made” que acabó siendo verdad solo cuando se trata de buques generalmente no de carga, pequeños y muy especializados.

En España, de este caladero (no me gusta usar “nicho”) de buques especializados y pesqueros es del que se nutren mayormente los astilleros privados, aunque, según los datos que proporcionan los informes trimestrales de la Secretaría de Estado de Industria del segundo semestre de 2024, de los 17 astilleros que figuran, hay cinco que tienen la cartera de pedidos a cero.

Esto debería preocupar a los gobiernos central y autonómicos concernidos, sobre todo por la pérdida de empleo industrial que representa.

En muchos de los casos de los astilleros españoles privados hoy activos, con cartera de pedidos vivas, los armadores que con ellos contratan han ido adquiriendo una cierta “fidelización” que también es medible en el coste y que puede “convencer” a estos navieros para contratar aquí y no en astilleros extranjeros.

Esto también se reproduce en algunos astilleros europeos y es positivo y puede seguir así en tanto en cuanto la confianza en la calidad y en el cumplimiento de plazos se mantenga, y también si el valor añadido



externo en forma de suministros y equipos no esté colonizado por los fabricantes chinos. Quizá sea conveniente, llegados a este punto, que a pesar de que esa situación, en parte positiva, siempre será recomendable que el valor añadido no nacional vaya disminuyendo para proteger ese mercado.

Este aspecto se ha comentado muchas veces en distintas Coyunturas pasadas.

La consecución de mejorar la posición en el mercado por lo dicho en el párrafo anterior depende de la capacidad española o en su caso europea para proporcionar ese crecimiento del valor añadido propio, y eso depende del volumen de industria de construcción naval que el país pueda ofrecer a los fabricantes españoles o europeos que evite la colonización de la cadena de valor por fabricantes foráneos, que, en cambio, puede

estar más interesados por mercados mucho más extenso que el de los astilleros españoles o europeos.

Se desprende de esto, en pocas palabras, que, para ser más competitivos, o para mantener la competitividad que ahora se pueda tener, es mucho mejor tener una industria constructora grande en conjunto que una pequeña. No me refiero, obviamente, al tamaño de los buques.

SIGLO XXI. España y el Mundo

España	gt	cgt
Cartera	120.777	250.441
Entregas	5.888	11.602
Cartera	703.874	737.876
Entregas	406.000	426.768
Mundo	gt	cgt
Cartera	225.000.000	126.000.000
Entregas	63.500.000	35.000.000
Cartera	73.847.100	44.765.300
Entregas	40.000.000	31.100.000

Dic-24

Inversión a 3/4 de 2024 alcanza: 155.200 millones de US \$
Un total de 1.750 buques > 1.000 gt (50 Mcgt) (94 Mgt)
China: 50%, Corea S: 26 %, Japón: 14 %, Resto: 10 %. cgt

Fuentes: Clarkson, UNCTAD, AWES 2001, Riviera, Sea Europe Trade Winds, Boletín Mintur, JSA, ANAVE

De la tabla que figura más arriba, se desprende que la participación en el mercado de la industria de construcción naval civil española es muy pequeña. En el capítulo de buques entregados, la construcción naval civil española representa sólo el 0,037 % del total mundial y además con un sensible descenso entre el año 2000 y 2023.

Toda esta evolución adversa no hace sino reflejar la de Europa (no sólo la UE) que en el año 1950 tenía un 75 % del total mundial (gt), ya en 2000 había descendido a un 15 %, y lamentablemente a un 2,5 % en 2023.

Si exceptuamos la participación de Europa en la construcción de buques de crucero, la cuota de Europa en 2023 se convierte en

testimonial, y aún peor será en 2024, dado el crecimiento de la demanda actual.

Sobre la situación española, y también la europea, no debemos teorizar pensando que los mercados en los que trabajan son independientes del acontecer de la evolución global. Hay que ampliar el contexto en el que parecen descansar aquellos que manifiestan autosatisfacción y optimismo de su casa sin investigar y tratar de ver lo que está pasando en el barrio.

Ya se ha expresado repetidamente en los últimos meses la atención urgente que requiere la industria de la construcción naval europea. La situación mundial y la necesidad de alcanzar una soberanía estratégica es posiblemente la más crítica tras el final de la Guerra Fría en el siglo pasado.

Aquellos que dicen “más Europa” deberían meditar acerca de lo anterior, sobre todo cuando algunos de los vientos que corren en la EU soplan en la dirección contraria.

Es razonable meditar sobre la transformación necesaria de la industria marítima, cuya inversión hasta 2050 es estimada por el Informe Draghi en 40.000 M euros cada año (estimados también por M. Stopford, para la renovación de la flota mundial en el mismo periodo, en un total de 2,33 billones españoles de US \$);

Esta meditación probablemente nos lleve a que todo esto, es decir, la inversión que Draghi propone, se haga mayoritariamente en Europa y no mediante contratos de nuevos buques en China, por ejemplo. Si se defienden las fábricas de automóviles en la UE y las necesidades de esa industria para sostener empleo y sostenibilidad en el territorio; con la misma o mayor razón se debe actuar en el campo de la industria marítima.

Desgraciadamente, no se observa esa preocupación en el ámbito político de la Unión, o si la hay, no se percibe.

Si finalmente algo se inicia, nuestro país debería tomar parte activa y dentro de ese esfuerzo necesario deberían estar los ingenieros navales españoles. Ahora bien, si la Unión Europea en su conjunto no pasa de las palabras y los informes a los actos, la situación de esta

industria será cada vez más frágil, poniendo en serio peligro la autonomía estratégica europea.

2024-2025, invasión de nuevos barcos. Crecimiento récord

Los más prestigiosos analistas del negocio marítimo, con Clarksons Research a la cabeza, predicen la obtención de una “plusmarca”



de entregas de nuevas construcciones durante el año 2025. En cómputo de cgt, 2023 finalizó con un total mundial de entregas de 35 millones, (China 50 %, Corea del Sur 26 %, y Japón 14 %). El año 2024 vio un mayor despegue en cuanto a nuevos contratos: China un 60 %, (Dominó en bulkcarriers 62 %, petroleros 41 % y, lo que es más apabullante, en buques portacontenedores, 61 %). Solamente Corea del Sur gana la partida con un 83 % en buques LNG.

La historia reciente de la industria mundial de construcción naval nos indica que Europa dominó la industria durante la primera mitad del pasado siglo XX, acaudillada por un Reino Unido, que llegó a alcanzar un 50 %.

Japón estuvo a la cabeza en las décadas de los setenta y ochenta, época en la que llegó a un 50 %, Corea del Sur tuvo su culmen en 2016 con un 35 %. Momentos en los que la construcción naval china iba ganando posiciones.

Hay que llamar la atención sobre que el manejo de un indicador aislado en el conjunto de los que definen la marcha del sector marítimo en el mundo puede ser interpretado erróneamente. En el cuadro de “Indicadores Marítimos” que forma parte de los que se muestran al final de la Coyuntura se muestra el porcentaje de la cartera de pedidos mundial respecto a la capacidad de la flota.

Se observa enorme diferencia en el periodo de los últimos diez años, con un “valle” importante allá por 2019, época de la pandemia en la que se paralizaron o se ralentizaron muchos contratos.

La fiebre actual tan positiva para la industria, ahora como sabemos, mayoritariamente en manos de China, y el crecimiento de las entregas, hace que el dato de la relación de carteras de pedidos a capacidad de la flota

no haya crecido en la medida en la que lo hizo hace diez años.

La cobertura temporal media que dan las carteras de pedidos a los astilleros alcanza en estos momentos a los 3,5 años, y el crecimiento medio de los precios en el último año ha sido de aproximadamente de un 10 %⁴.

Lo que no está sucediendo, al menos de manera significativa, es el aumento vehemente de la capacidad de construcción, aunque algunos astilleros chinos cerrados o infrautilizados desde la época de la pandemia se están poniendo en marcha y recibiendo pedidos de armadores internacionales importantes.

Cabe destacar que los vientos favorables también soplan en el mercado de los buques especiales, generalmente de tamaño pequeño: buques para el transporte a corta distancia, multipropósitos, de servicio a campos eólicos marinos, oceanográficos, cableros, etc. en los que también predomina la propulsión con combustibles alternativos.

Un caso especial ha sido el crecimiento espectacular de los pedidos de “car carriers”, de un 98 % comparado con el del año anterior. Un caso a estudiar en función del impacto que puedan tener las medidas arancelarias del presidente Trump una vez tome posesión el próximo 20 de enero, y su efecto en las exportaciones de automóviles eléctricos chinos y, por tanto, en los tráficos marítimos correspondientes.

Esta situación se puede repetir en otros tráficos que puedan ser afectados por una extensión de guerras comerciales, y que pueden llegar a afectar a variaciones importantes en indicadores claves en el negocio marítimo: rutas, aprovisionamiento de combustibles, velocidades, tamaños más o menos

adecuados, idoneidad de los puertos afectados y otras. Sin embargo, en el momento presente, el buen “cashflow” que produce el creciente volumen de flota y el buen tiempo que acusan los niveles de fletes parece que el título de este apartado de la Coyuntura está justificado.

En cualquier caso, sí parece razonable añadir que hay un cierto nerviosismo producido por la situación de “casi guerra fría” actual, aunque, así como en los períodos cíclicos negativos del mercado, ese nerviosismo incide más en retenerse a contratar esperando a percibir si alguien va a dar el primer paso, ahora el sentimiento se traduce en pensar que si sigue la bonanza uno no se quede rezagado. Veremos.

Una mirada rápida al mundo de las reparaciones

En cuanto a esa parte del mercado de la industria marítima que abarca las reparaciones, y en las que habitualmente no se dispone de datos estadísticos suficientes, parece que ha aumentado el número de trabajos en dique, mayormente los que corresponden a reconocimientos reglamentarios, congruentes con el aumento de la flota, han disminuido los trabajos por avería o daños, y han aumentado las reparaciones a flote o en navegación.

La facturación global parece haber crecido en los cuatro últimos años entre un 15 y un 20 %, estando China en cabeza, seguida de Singapur y Turquía.

Nota del autor

Como está escrito al principio de esta “Coyuntura”, hace 20 años que se escribió la primera de la serie, aunque no se llamara así en sus comienzos. No sería justo si aprovechando esta efeméride no expresara mi agradecimiento a todos cuantos me han ayudado con su trabajo y sus comentarios a llevar a cabo la redacción de estos artículos. A las responsables de la edición de la Revista Ingeniería Naval, su directora Belén García de Pablos, su sucesora Verónica Abad Soto como jefa de redacción, por la paciencia que siempre han tenido conmigo, a todos los que de un modo u otro han contribuido a llevar adelante la Revista desde sus puestos en la Oficina de Gestión durante estos años, a los presidentes de la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España, desde José Ignacio de Ramón ((q.e.p.d.) que tuvo la idea, a Luis Vilches, Joaquín Coello y Diego Fernández Casado, que han mantenido, con los miembros del Comité de la RIN, la existencia esta colaboración; al ingeniero naval y amigo Rafael Gutiérrez Fraile, por sus siempre constructivos comentarios, y a Juan Sáez Elegido por haberme honrado con el Prólogo de esta Coyuntura de final de 2024. Todo ello con mi deseo de que 2025 alimente el progreso de la industria marítima y de la profesión de Ingeniero Naval.

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	37,8	2,8	48,9	-3,2	106	3	11,2	3	0,95	1.695	1,4	2.064	3.1	1,5
Eurozona	56	0,8	448,4	-3,1	89	2,4	6,3	2,2	0,95	1.513	2,1	1.093	4.1	1,2
Francia	48,01	1,2	68,4	-6,1	112	2,5	7,6	3,3	0,95	1.402	2,2	3.137	4	1,9
Alemania	55,52	-0,1	84,7	-1,6	64	2,4	3,5	2,2	0,95	1.322	3,1	4.094	6.1	1,4
Italia	40,29	0,6	56	-4,3	139	1,1	6,1	3,4	0,95	1.657	1,4	2.233	3.1	1,7
Irlanda	103,5	-0,5	5,3	-2,7	41	3,3	4,3	4	0,95	1.772	1,1	3.241	5.1	0,2
Noruega	90,43	1	5,7	12,3	38	2,2	4,1	3,6	11,1	1.424	2,1	5.847	5.1	1,6
Polonia	23,56	2,3	37,9	-5,7	55	3,8	4,9	5,6	4,07	2.023	1,5	2.430	6.1	2,4
R. Unido	52,42	1,1	69,5	-4	104	2,9	4,3	4,3	0,79	1.676	2,9	5.460	3.1	2,2
Rusia	14,95	2,1	143,4	-1,7	19,1	8,5	2,3	16,3	113	1.874	nd	1.400	11.1	4,1
EE. UU.	86,46	2,7	341,4	-6,6	123	2,8	4,1	4,2	1	1.783	3,4	3.600	13	3,5
China	12,97	3,1	1,425,5	-4,4	89	0,5	5	1,7	7	2.174	2,4	1.820	6.1	1,6
Japón	32,86	-0,2	126	-4,7	254,6	2,6	2,4	1	151	1.712	3,3	2.808	8	1,1
India	27	7	1.435,20	-4,9	82,5	4,7	8,7	6,8	84,5	2.117	nd	1.454	31.12	2,4
Corea Sur	36,13	2,3	51,71	-1,8	56,6	2,4	2,3	2,9	1.397	2.113	4,9	3.122	11	2,7

nov-dic 2024

NOTAS: Pib 24: estimación. IPC: estimación. Desempleo: mes citado. Divisa: mes citado. Horas: 2023. RD: 2022. PIB: cambio en 12 últimos meses. Defensa: gastos anuales % PIB. Mundo, defensa 2,3

Tasa int: Bonos gobierno a 10 años. Desempleo: % población activa. España no incluye parte Prop. Fijos discontinuos

CO₂ MUNDO: 2023: 35,8 gt

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

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	2.354
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	108,8/2.346
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	65.935*
Traf. Mar.mundial Mt	10.023	10.295	10.716	11.019	11.071	10.648	11.063	12.119	12.410	12.831
Cartera Mundial NC. Mcgt	110	89	83	85	82	8	24	120,9	126	149
Entregas NNCC en Mcgt	39	37	35	33	35	30	45,3	34,2	35	49*
Peroleo Brent \$/barrel	36,7	55,2	68,7	62,7	69,3	83,5	77,8	84,86	82,4	72
Comb Ifo-380 \$/t (Rott)	162	213	370	367	251	450	458	418	449	595
Comb MGO/VLSFO \$/t	335	383	593	544	567/502	687/580	697	535	640/582	740 / 582
Metanol Gris \$ / t										467,5
LNG \$/MMBTU. H.Hub	1,93	3	3,12	2,73	2,33	5,08	5,05	3	6	3
Acero plancha. \$/t (Ch)	420	460	580	600	580	850	750	905	900	942
PIB Mundial 2024* m M \$	74.954	76.153	80.823	85.883	87.390	84.971	94.935	103.860	105.568	108.946
Emisiones CO ₂ % Total mund.					2,3	2,2	2,5	3	2,3	3

nov-dic 2024

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

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

Acero: ASTM A 131 Grade B 20/25 mm Grade A 20/25 mm Asia. Comb: Ship & bunker.com marine methanol

(*) Estimación2024

Fechas: Se entiende fin de año o de mes

Emisiones de CO₂ globales, 2024: 37.400 Millones Toneladas 422,5 partes por millón

Tabla 1. Precios de nuevas construcciones en MU\$

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

Propulsión: amoníaco

LNG: antes 160.000 m³. (**) Metanol

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

Fuente: ATHREP, Baltic Exchange, fearnleys, Clarkson, OCDE, ITF

LPG #: LPG/amoníaco

nov-24

Fearnleys O. Report Athenian R 09/24 (**) Metanol



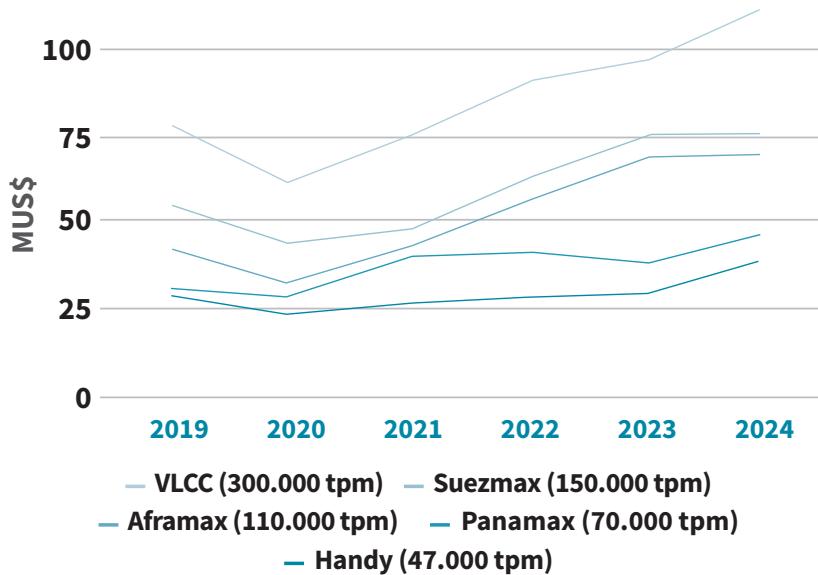


figura 1a.
Precios petroleros
segunda mano

Fuente: ATHREP,
Baltic Exchange, Fearnleys
O. Report, Athenian R 09/24
nov-24

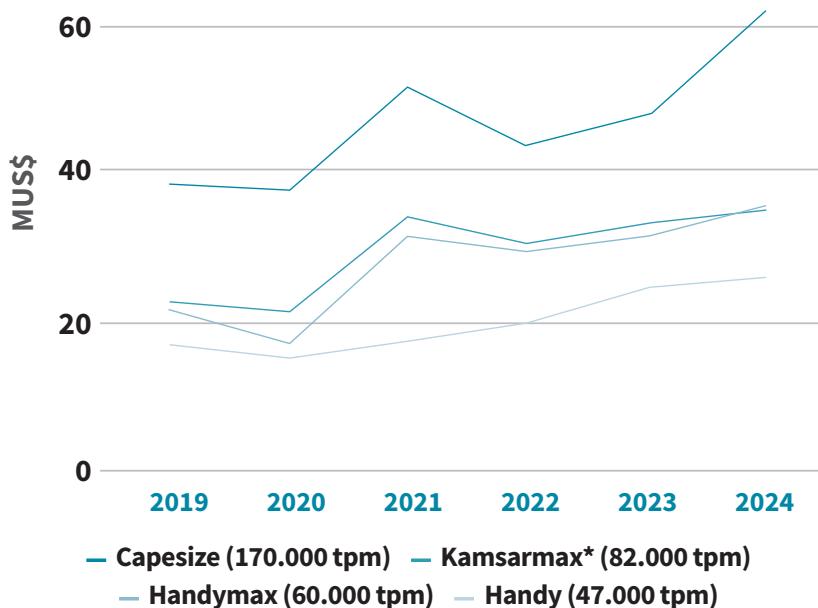


figura 1b.
Precios graneleros
segunda mano

Fuente: ATHREP,
Baltic Exchange, Fearnleys
O. Report, Athenian R 09/24
nov-24

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

Mes	ene	feb	mar	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	Total
Petroleros	30	29	23	21	19	26	23	18	25	12	15	241
Graneleros	46	65	61	52	53	40	37	41	41	51	39	526
Gaseros	4	2	2	6	2	10	7	14	5	2	10	64
Contenedor	5	9	8	15	12	8	4	6	15	17	15	114
Multi propósitos	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Frigoríficos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ro-ro	2	8	7	3	5	0	3	1	2	0	1	32
Ferry	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Cruceros	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5
Totales	89	115	101	99	93	84	74	80	88	82	80	985

Hasta dic-24. Fuentes: Athenian SB. NOTA: Cifras, n° buques al final de cada mes. Se excluyen ventas por desguace

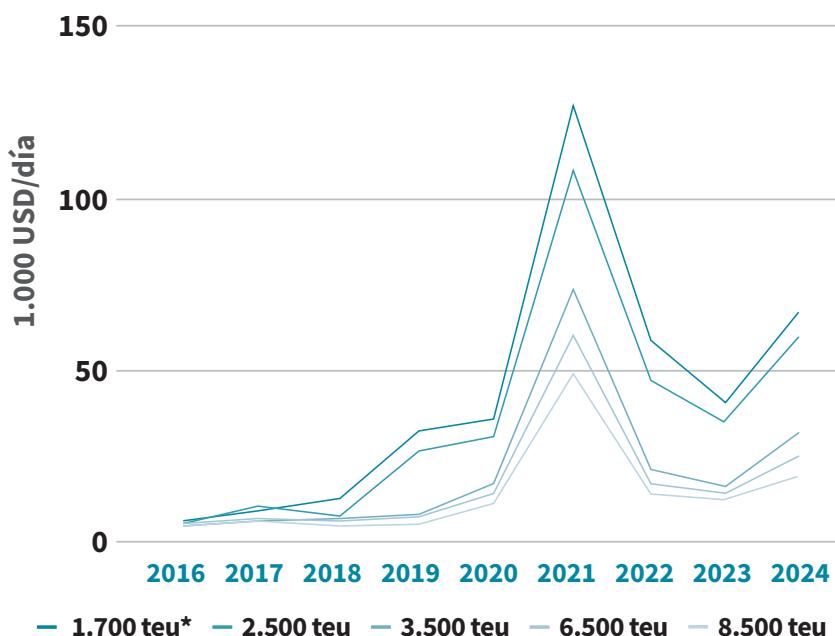


figura 2.
Portacontenedores.
T/C a 1 año
en 1.000 USD
 dic-24
 Fuente: Harper Petersen

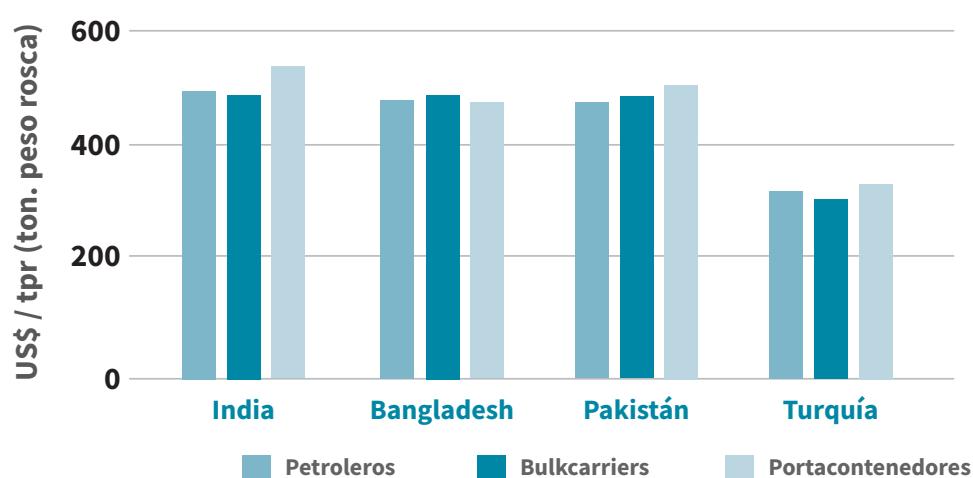


figura 3.
Desguace
de buques
 Fuente:
 Athenion Shipbrokers
 Datos: dic-24

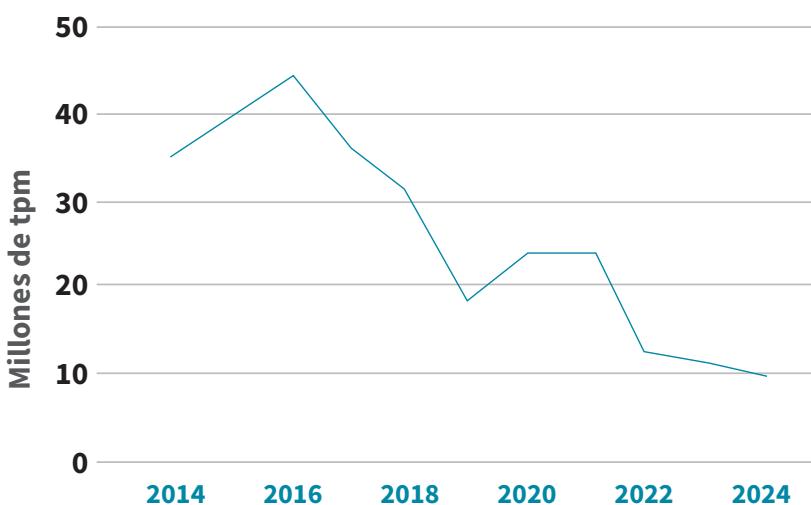


figura 4.
Histórico
desguaces
 2024: Fin de noviembre
 Fuente: Athenian
 Shipbrokers

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

Tipo	1 / 2 Año		1 Año		2 Años	
	Atlant	Pacific	Atlant	Pacific	Atlan	Pacific
Capesize	26	29	24	27	24	25
Pan/kmax	16	12,1	13,1	14	13,1	13,1
Sup/Ultra max	15,1	15,1	14,1	15,1	15	15
Handy	14	13,1	13	13,1	12	12,1
Fin noviembre 2024						
Capesize	21	21	22	22	22	22
Pan/kmax	14,1	12,1	14	12,1	13,1	13,1
Sup/Ultramax	16	16,1	14,1	1.904,9	15	14,1
Handy	13	13,1	13	13,1	11,1	13
Fin octubre 2024						

Fuentes: Alibra SL, At. Sbrokers, Elab Propia

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

Tipo	Spot	1 Año	3 Años	5 Años
VLCC	21	42,5	50	48,5
Smax	37	40	42	39,5
Aframax	33	32,5	37,5	35
LR 2		33,5	38,5	38,5
LR1		27,5	31	31
MR IMO 3		20	24,1	24,1
Handy		23,1	23,5	22
Fin noviembre 2024				
VLCC	32	42,5	52,5	50
Smax	34	41,5	43,5	41,5
Aframax	20	37,5	42	37,5
LR 2		37,5	33	38,5
LR 1		31	31	31
MR IMO 3		24,1	24,1	24
Handy		23,1	22,1	22
Fin octubre 2024				

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

Fuente: Alibra SL, ATBS, Fearnleys

Fletes buques gaseros

Año 2024 abril	2021	2022	2023	2024
LLPG 82.000 spot. Butano Mar del Norte. US\$/t	426	557	500*	511
LNG 160.000. Spot Oeste Suez. 1.000 US\$/día	150	200	95	15
LNG 160.000 TC 1 Año. 1.000 US\$/día	47	184	67,5	25

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

Bibliografía

[1] Frase que Plutarco atribuye a Pompeyo arengando a sus marineros

[2] Cálculo del valor de las CGT según la OCDE

CGT = A x GTB A y B son coeficientes específicos para cada uno de los 15 tipos de buque admitidos por OCDE. Ver:

[https://one.oecd.org/document/C/WP6\(2006\)7/En/pdf](https://one.oecd.org/document/C/WP6(2006)7/En/pdf)

[3] Fuentes: Shipping Innovation, Wignolst & Wergelan 2008. OCDE, RIN nov 2024

[4] Fuentes: Offshore Energy / Clarcksons, JSA y elaboración propia

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.

Los acorazados de la clase *España*.

La influencia británica en la construcción naval española.



JOSÉ MARÍA DE JUAN-GARCÍA AGUADO. Doctor Ingeniero Naval.
Miembro de la Comisión de Historia de la Ingeniería Naval y la Construcción Naval

ÍNDICE

Abstract / Resumen

1.- Introducción

2.- La Ley de Organizaciones Marítimas y Armamentos Navales.

3.- La Sociedad Española de Construcción Naval

4.- Los socios tecnológicos

5.- La modernización del astillero del Astillero y Arsenal de Ferrol

6.- Tecnología británica de vanguardia

7.- El factor humano : trabajadores, empleados y directivos

8.- El conflicto de intereses

9.- La comunidad británica en Ferrol y su reflejo en la ciudad

10.- Epílogo

1.- Introducción

A lo largo del siglo XIX los arsenales de la Armada española se encontraban en una situación de prolongada postración, derivada de la ausencia de una política definida de construcción naval militar.

Por otra parte la tecnología de la construcción naval sufrió un cambio doble, que alteró los procesos de construcción y sacudió los cimientos de la guerra naval : el cambio

de la madera por el hierro, y después por el acero, en la fabricación de la estructura de los buques y el abandono de la propulsión vélida por la propulsión mecánica, con la utilización de las máquinas de vapor, en principio máquinas alternativas y posteriormente turbinas.

Casi simultáneamente, la primera revolución industrial se produjo en Europa y supuso la llegada del maquinismo, de la organización racional del trabajo y el abandono de la producción artesanal. Tuvo su origen en Inglaterra y se extendió por toda Europa.



Figura 1.- La revolución industrial en Europa.
Museo de la Construcción naval. Ferrol

España quedó al margen del inicio de esta primera revolución industrial, que se produciría más tarde en algunas zonas del País Vasco, Cataluña y algún foco aislado en el norte peninsular. En la construcción naval no llegaría hasta principios del siglo XX,

entre otros centros a través de los arsenales de Marina.

2.- La Ley de Organizaciones Marítimas y Armamentos Navales

Al finalizar el siglo XIX la pérdida de las colonias ultramarinas originó a nivel político una crisis en relación con el papel que debía jugar España en el escenario internacional, lo que obligó a replantear algunos aspectos de la política nacional y en particular los relacionados con los intereses marítimos, que habían estado condicionados hasta entonces por el estatus de España como potencia colonial.

Tras unos intentos anteriores, fracasados en mayor o menor grado, para conseguir un programa eficaz de construcciones navales militares, en la sesión del Congreso de los Diputados del 7 de enero de 1908 y en un clima de exaltación patriótica el gobierno de Antonio Maura y Montaner consiguió la aprobación de la Ley de Organizaciones Marítimas y Armamentos Navales, que sentó las bases de una nueva política naval de largo alcance, cuyo objetivo era situar a España como una potencia marítima a tener en cuenta en el escenario europeo.

La ley aprobada fue conocida con las denominaciones de Primer Programa Naval y también como ley o Plan Maura-Ferrández, por ser en aquel momento ministro de Marina el almirante José Ferrández y Niño.

Planteaba acciones en tres campos de actuación, en primer lugar establecía cambios en la estructura orgánica de la Armada, en segundo lugar acometía una amplia reorganización de personal y por último definía un plan y un programa de construcciones navales que afectaba de forma significativa a la construcción naval militar y a la infraestructura de los arsenales de Marina.

Este plan de construcciones navales se planteó siguiendo los principios que orientaron la política económica española al comenzar el siglo XX, el nacionalismo económico, el proteccionismo arancelario y el intervencionismo del Estado en la economía.

Un aspecto importante que tendría una gran repercusión posterior fue la modificación del sistema seguido hasta entonces en la construcción naval militar en España, al establecer en su artículo segundo que en los arsenales de Ferrol y de Cartagena los trabajos por administración a cargo del Estado debían ser reemplazados “por un régimen de contrata con entidad o entidades industriales domiciliadas en España, regidas exclusivamente por leyes de España y a ellas sometidas en todo”. Esto implicaba la privatización de la gestión de la actividad industrial de los arsenales de Marina, segregándola del control militar, modelo que resultaría ser tan eficaz que se mantendría en el futuro y de forma sucesiva a través de la Empresa Nacional Bazán, Izar y Navantia, sociedades mercantiles que gestionarían los astilleros militares bajo la propiedad del Estado.

El concurso público para el proyecto y la ejecución por contrata de las obras autorizadas en la Ley Ferrández fue convocado por real decreto de 21 de abril de 1908.

Para cumplir el plan de construcciones navales la ley incluía un presupuesto de doscientos millones de pesetas estableciendo un plazo de realización de ocho años para la modernización de los arsenales de Ferrol y Cartagena y la construcción de una serie de unidades navales. Se especificaba asimismo que el arsenal de Ferrol sería dedicado con preferencia a las grandes construcciones navales y el de Cartagena a buques menores mientras el arsenal de La Carraca quedaba en un principio al margen de este plan. El concurso establecía la prioridad en

la construcción de buques de guerra que demandara la Armada, aunque si existiera un exceso de capacidad podría acudir a la demanda privada.

Al astillero y zona industrial del arsenal de Ferrol se asignaron las siguientes obras :

- Construcción de tres acorazados de 15.000 toneladas de desplazamiento
- Finalización del crucero (segundo) *Reina Regente*, iniciada su construcción en 1897 y botado en 1906.
- Construcción de un dique seco con capacidad para buques de 20.000 toneladas de desplazamiento
- Habilitación y equipamiento de las zonas industriales del astillero y arsenal

Al astillero y zona industrial del arsenal de Cartagena se asignaron las siguientes obras :

- Construcción de tres destructores de 380 toneladas de desplazamiento
- Construcción de veinticuatro torpederos de 190 toneladas de desplazamiento
- Construcción de cuatro cañoneros de 800 toneladas de desplazamiento
- Construcción de diez guardacostas
- Habilitación y equipamiento de las zonas industriales del arsenal

3.- La Sociedad Española de Construcción Naval

Al concurso se presentaron cuatro grupos empresariales : Grupo francés liderado por Schneider, Grupo italiano liderado por Ansaldo, Grupo español-asturiano y la Sociedad Española de Construcción Naval. La propuesta presentada por la Sociedad Española de Construcción

Naval (S.E.C.N.) ganó el concurso, con resolución de 19 de diciembre de 1908. Creada exprofeso para el concurso, estaba formada por accionistas españoles y un grupo tecnológico inglés también accionista, pero con la limitación del 40% como máximo del capital para asegurar el control del capital español.

Tomó posesión del astillero y zona industrial del arsenal de Ferrol el 23 de junio de 1909 y del astillero y zona industrial del arsenal de Cartagena el 25 de agosto de 1909. Tal como indicaba la ley, el contrato firmado con el Estado Español era de ocho años, pero por acuerdo de ambas partes fue prorrogándose sucesivamente. La guerra civil española supuso el final de este contrato. La factoría de Ferrol fue incautada por las fuerzas

La S.E. de C.N. fue ampliando sus instalaciones industriales durante el periodo de vigencia de su contrato con el Estado, que en el año 1929, cuando celebra el vigésimo aniversario de su creación, incluía las siguientes :

Establecimiento	Fecha de toma de posesión o creación	Dedicatoria
Astillero de Ferrol	23 de junio de 1909	Construcción de acorazados, cruceros, y grandes trasatlánticos
Zona industrial del arsenal de Ferrol	14 de julio de 1909	Fabricación de máquinas propulsoras, calderas, minas y defensas submarinas
Astillero de Cartagena y zona industrial del arsenal	25 de agosto de 1909	Construcción de destructores, torpederos, cañoneros, sumergibles, vapores de cabotaje, máquinas, calderas y material para la fabricación de torpedos
Factoría y astillero de Matagorda en Cádiz	27 de marzo de 1914	Construcción de trasatlánticos de tonelaje medio, buques mercantes, buques para obras de puertos, carenas y reparaciones
Astillero de Sestao en Bilbao	12 de enero de 1915 (compra de terrenos)	Construcción de grandes trasatlánticos y buques de comercio de todos los tipos y tonelaje
Talleres de Artillería de La Carraca en San Fernando	12 de enero de 1915 (compra de terrenos)	Fabricación de material de artillería para los buques y para la defensa nacional
Talleres de Reinosa	7 de noviembre de 1917 (compra de terrenos)	Fabricación de aceros especiales, elementos forjados y piezas de acero moldeado para astilleros, y toda clase de maquinaria
Astilleros Nervión en Bilbao	8 de marzo de 1920 (toma de posesión) 5 de enero de 1924 (compra)	Construcción de buques mercantes, carenas y reparaciones
Talleres de San Carlos en Cádiz	29 de septiembre de 1923	Fabricación de tubos de lanzatorpedos y maquinaria auxiliar.
Secretaría de la sociedad, oficina central de contabilidad, y varias oficinas técnicas en Madrid	Diferentes fechas	Tareas de apoyo a los diferentes órganos societarios y elaboración de ofertas técnicas y económicas

sublevadas el 3 de agosto de 1936, mientras continuaba su actividad en la factoría de Cartagena. Al finalizar la contienda, el 6 de marzo de 1940 Áureo Fernández Ávila recibía en nombre del Consejo Ordenador de Construcciones Navales Militares (C.O.C.N.M.) del director de la factoría de Ferrol, José María González-Llanos y Caruncho, las instalaciones, talleres, equipos, elementos de trabajo y material de almacenes existente en la factoría gallega, haciéndose cargo de todas las obras en curso de ejecución en la factoría. De forma casi simultáneamente, sucedía lo propio en el arsenal de Cartagena.

4.- Los socios tecnológicos

Los tres socios tecnológicos de la S.E. de C.N. eran las compañías británicas, Vickers Sons & Maxim Limited, Sir W.G. Armstrong-Whitworth Co. Limited y John Brown Co. Limited.

Vickers, compañía líder del grupo británico, fue fundada el año 1867 en Sheffield, condado de York, Gran Bretaña, dedicada a la fabricación de aceros fundidos de alta calidad.

Mediante la absorción de otras empresas entró en el mercado armamentista y en el de la fabricación de vehículos terrestres, aéreos y navales, siendo responsable de la construcción del primer avión y el primer submarino británicos. Tenía sus principales instalaciones industria-

les en Barrow-in-Furness en el condado de Cumbria al noroeste de Inglaterra. En 1897 adquirió Maxim Nordenfelt Guns and Ammunition Company y se convirtió en Vickers Sons & Maxim Limited con domicilio en la ciudad de Sheffield.

En 1927 se fusionó con Armstrong-Whitworth de Newcastle para formar Vickers-Armstrong, que fue la empresa responsable del rearmamento del ejército británico previo a la segunda guerra mundial.

Armstrong era una compañía creada por William George Armstrong en 1847 como taller mecánico en Elswick, Newcastle, dedicada a la fabricación de maquinaria de accionamiento hidráulico.

Más adelante entró en el mercado de la construcción de buques de guerra y la fabricación de automóviles y cañones. En 1897 se unió a la compañía Whitworth dando lugar a la Sir W.G. Armstrong Whitworth & Company Limited con domicilio en la ciudad de Newcastle-upon-Tyne, condado de Northumberland, Gran Bretaña.

John Brown era una firma fabricante de acero radicada en Sheffield, que en 1899 compró el astillero J&G Thomson's Clydebank situado en Barns O' Clyde con intención de

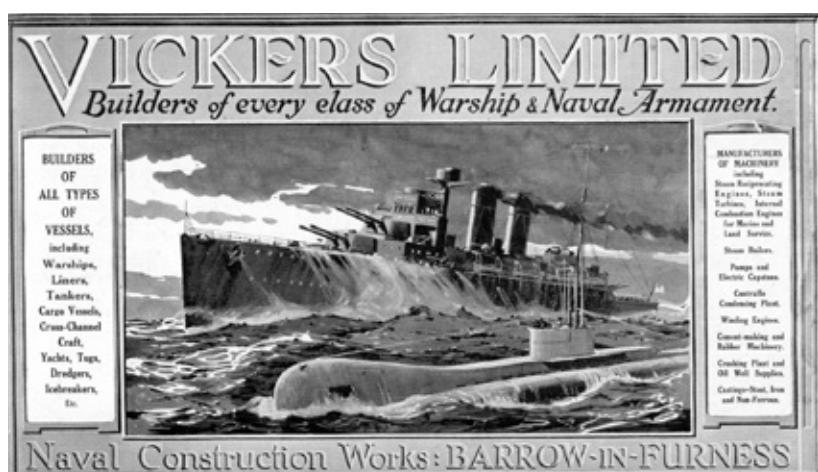


Figura 2.- Anuncio de la Compañía Vickers (Jane's Fighting Ships, 1926)

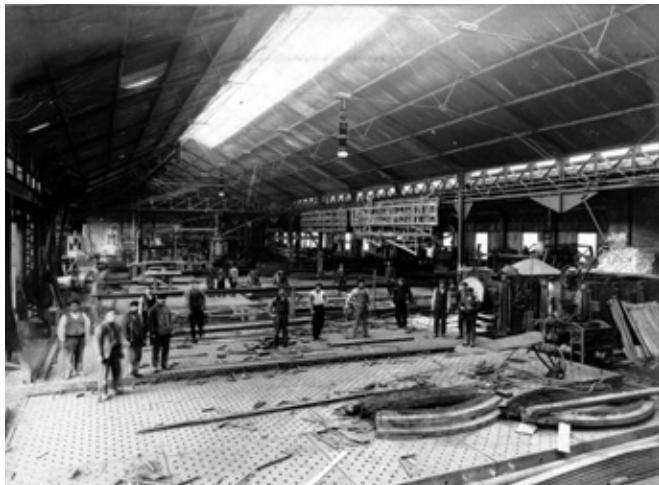


Figura 3.- Nuevo taller de herreros de ribera. 1910
Fondo Navantia



Figura 4.- Dique Victoria Eugenia. 1932
Fondo Navantia

ampliar el campo de utilización de sus productos metalúrgicos, en particular las planchas de blindaje en el sector de la construcción naval, con participación también en el astillero de Harland and Wolff de Belfast.

El apoyo técnico de John Brown se limitó al diseño y construcción de cascos y máquinas, pero sin abarcar el armamento militar.

5.- La modernización del astillero del Astillero y Arsenal de Ferrol

En el Astillero este proceso se llevó a cabo con la realización de una serie de obras emprendidas inmediatamente a la ocupación del astillero :

Preparación de un campo de gradas para construir simultáneamente dos buques, trabajo realizado principalmente por mujeres que transportaron en cestos que sostenían en su cabeza la tierra excedente del desmonte.

Construcción de un muelle para descarga de materiales con instalación de vías, y un nuevo taller de herreros de ribera con adquisición de nuevas herramientas y máquinas para los procesos de elaboración de las partes de acero de la estructura, que complementaban las ya existentes en el taller previo del Astillero.

En la zona industrial del Arsenal, situada en el interior de este establecimiento militar, estas obras consistieron principalmente en las siguientes :

Construcción del dique seco Reina Victoria Eugenia, que más tarde con la llegada de la República pasaría a ser dique número dos, dimensionado para permitir la varada de los acorazados, que posteriormente fue alargado para facilitar la varada de los cruceros Canarias y Baleares de mayor eslora. El barco puerta de acero fue construido en el astillero.

Adquisición de una grúa de 100 toneladas de capacidad de izado instalada sobre una pontona construida en el astillero, para poder trabajar como grúa flotante.

Permitió realizar la instalación de equipos finalizados en taller a flote como fue el caso de calderas, turbinas, y artillería

Habilitación de un taller para la fabricación de turbinas con licencia Parsons. El acorazado España fue la primera unidad de la Armada que instaló una turbina de vapor, que sustituyó en las grandes unidades a la máquina alternativa de vapor, utilizada hasta entonces.

Habilitación de un taller para la fabricación de calderas acuotubulares con licencia Yarrow. El acorazado España fue la primera unidad en llevar este tipo de caldera caracterizada por la disposición de los colectores de agua y vapor en los vértices de un triángulo y realizar el paso de agua a vapor en el interior de una serie de tubos que rodean el hogar. Inicialmente utilizaron carbón como combustible y posteriormente derivados del petróleo. Hasta entonces se utilizaban las calderas de tubos de humo que encerraban un riesgo latente de explosión.

Asimismo se construyeron un muelle metálico de armamento con grúas para embarque de las máquinas y demás elementos pesados y un taller para el montaje de elementos a flote con herramientas y maquinaria; se finalizó la central de energía eléctrica completando su instalación, y se realizaron obras auxiliares y de arreglo de talleres.

La obra más importante fue el dragado de la dársena y ante-dár-



Figura 5.- Grúa flotante de 100 toneladas. 1915
Fondo Navantia

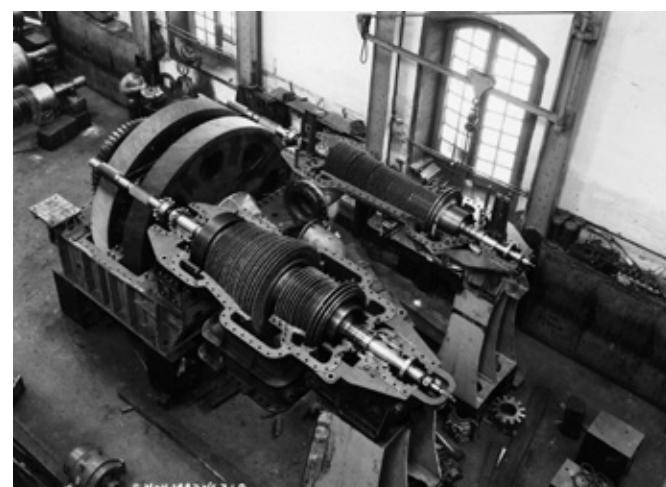


Figura 6.- Taller de turbinas, licencia Parsons. 1927
Fondo Navantia



Figura 7.- Taller de calderas, licencia Yarrow. 1931
Fondo Navantia

sena del arsenal para alcanzar una sonda de 8 metros y en algunas zonas de 8,5 metros, necesaria para facilitar el armamento de los acorazados.

6.- Tecnología británica de vanguardia

Los primeros buques construidos en el astillero de Ferrol por la S.E. de C.N. fueron los tres acorazados de la serie España, el *España*, el *Alfonso XIII* y el *Jaime I*, botados respectivamente el 05/02/12, 07/05/13 y 21/09/14 y entregados a la Armada el 08/09/13, 16/08/15 y 20/12/21. Fueron los únicos acorazados de la Armada Española.

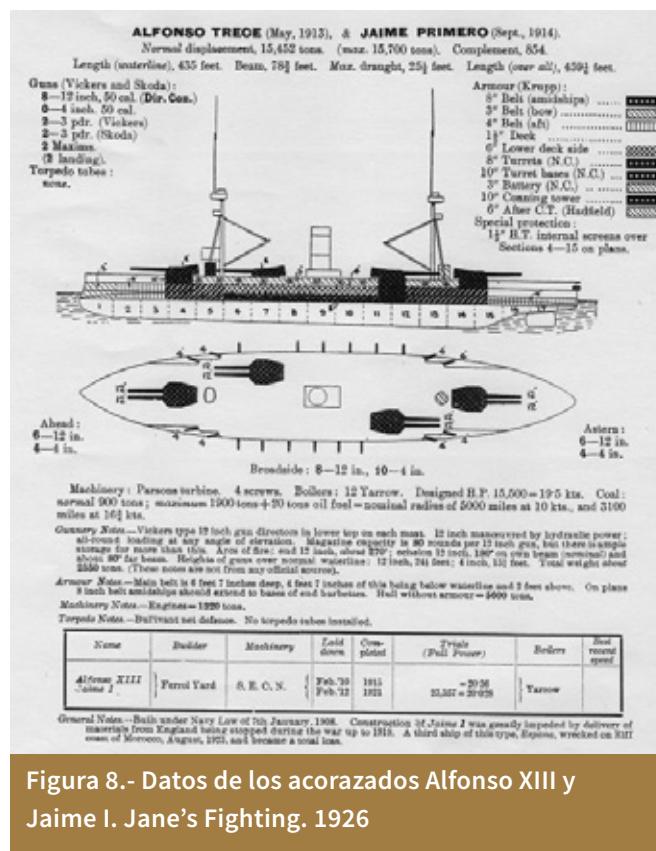


Figura 8.- Datos de los acorazados Alfonso XIII y Jaime I. Jane's Fighting. 1926

El proyecto estaba derivado directamente del Dreadnought británico aunque minora das algunas características. Su poder naval consistía en cuatro torres dobles de 305mm, con una disposición que le permitía disparar ocho cañones por banda y cuatro en caza y cuatro en retirada. Su talón de Aquiles era la velocidad especificada contractualmente en 19,5 nudos en pruebas de mar a la máxima potencia de 15.500 SHP.

Desde el punto de vista de la construcción naval, estos buques de guerra representaban la tecnología de vanguardia de Gran Bretaña, que equivalía a decir del mundo.

La llegada de los técnicos británicos a Ferrol facilitó la adquisición de técnicas novedosas que aumentaron la productividad del astillero, igualando en muchos aspectos a los astilleros británicos. Algunas las técnicas más significativas, que fueron incorporados al know how de nuestros técnicos y operarios se indican a continuación.

- Utilización de modelos de madera para definir la disposición del traqueado del forro exterior, dibujando los contornos de las chapas del forro con los solapes correspondientes a la construcción remachada. Sobre este modelo se tomaban las dimensiones de las chapas que, con los márgenes adecuados y



Figura 9.-
Medios modelos del
Museo de la Construcción Naval. Ferrol

las calidades especificadas, servían para realizar el listado del pedido de acero del forro.

- Incorporación, en los procedimientos de proyecto de los buques, de criterios de compartimentación de los espacios situados bajo la cubierta principal, atendiendo a requerimientos de inundación y estabilidad después de averías. En el caso de los acorazados la compartimentación transversal se conseguía mediante diecisiete mamparos estancos que permitían asegurar su flotabilidad y estabilidad con dos compartimentos principales inundados en comunicación con el mar por efecto de un impacto de artillería o de una vía de agua.
- Utilización de ensayos hidrodinámicos con modelos. Los acorazados fueron los primeros buques de guerra de la Marina Española en cuyo proceso de proyecto se realizaron ensayos con un modelo a escala para determinar las características hidrodinámicas de su carena y predecir la velocidad que obtendría al calado de proyecto desarrollando la planta propulsora su máxima potencia. Los ensayos tuvieron lugar el 4 de octubre de 1909 en el Canal de Experiencias de Haslar, Gran Bretaña, bajo la dirección de Robert Edmund Froude, hijo de William Froude considerado como el padre de la experimentación con modelos de buques. El modelo se fabricó en parafina a escala 1:30 y fue remolcado a las velocidades correspondientes a las del buque de 15, 16, 17, 18, 19,5 y 20,5 nudos midiéndose con el dinamómetro del carro de remolque los valores de la resistencia al avance del modelo para

esas velocidades. Utilizando el procedimiento de extrapolación desarrollado por William Froude, a partir de las mediciones realizadas en el modelo se obtuvieron los valores de la resistencia y potencia efectiva del buque a las citadas velocidades y a partir de estos valores, aplicando un rendimiento propulsivo estimado, se obtuvieron los valores de la potencia al eje necesaria para conseguir la velocidad contractual de 19,5 nudos que resultó ser de 15.150 caballos inferiores al valor de 15.500 establecidos en el contrato.

- Sustitución de las retenidas de madera o contretes de sujeción de la cuna de lanzamiento por las retenidas eléctricas o llaves de lanzamiento. Cada una de ellas tenía una capacidad de retener ochenta toneladas y estaban formadas por un conjunto de cinco palancas articuladas situadas debajo de la imada, de manera que un extremo de la primera palanca sobresalía de la superficie de la imada reteniendo la cuna de lanzamiento a través de una abertura practicada en una de las anguilas con una fuerza igual a la componente del peso del buque más la cuna en la dirección de la basada fija. Las sucesivas palancas formaban un mecanismo desmultiplicador reduciendo la fuerza que transmitían de manera que la que se ejercía sobre la última quedaba neutralizada por la fuerza de atracción de un electro-imán. En el momento del lanzamiento las dos retenidas, situadas una en

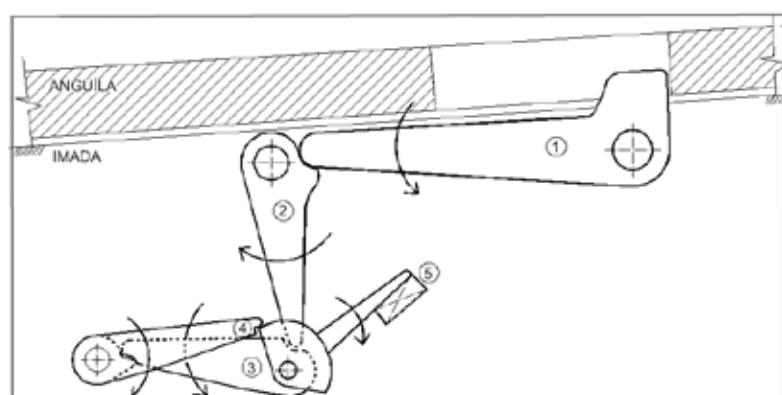


Figura 10.- Mecanismo de las llaves de lanzamiento

cada imada, liberaban simultáneamente la última palanca lo que desencadenaba a su vez la caída de las sucesivas palancas de manera que al caer la primera la cuna quedaba sin retención y el barco empezaba a deslizarse hasta el mar. La liberación de la última palanca se conseguía interrumpiendo la corriente eléctrica de un electro-imán mediante un pulsador situado en la tribuna que se accionaba poco antes de que la madrina lanzase la botella de champan contra la roda. El factor de desmultiplicación que se conseguía con esta configuración era de 375 y se utilizaron por primera vez en la botadura del crucero Reina Victoria Eugenia botado el 21 de abril de 1920.

- Realización de ensayos para la determinación de las características de los sebos y lubricantes utilizados durante el lanzamiento con el fin de reducir el grado de imprecisión del coeficiente de rozamiento y precisar los factores que influyen en su comportamiento estático y dinámico durante la botadura.

• Realización de medidas durante el lanzamiento con el fin de determinar la curva de velocidades, iniciándose un registro de todos los datos sistematizados correspondientes a los cálculos de botadura y datos reales tomados durante la misma para todos los buques botados en el astillero a partir del acorazado España hasta la actualidad.

- Establecimiento de un protocolo para la botadura de los buques que incluía la figura de la madrina, la bendición religiosa del buque y el lanzamiento de una botella contra la roda del buque, que hasta entonces había sido un mero acto de trabajo dirigido por el Comandante de Ingenieros de la Armada del Departamento. En la botadura del acorazado España fue madrina la reina Victoria Eugenia que asistió junto con el rey Alfonso XIII, cortando la cinta que puso en marcha el deslizamiento del buque hacia el mar; con tal motivo se realizó una de las primeras filmaciones en Galicia. A partir de entonces, el astillero abría las puertas para que los trabajadores, sus familias, vecinos de Ferrol y visitantes que con ese motivo se desplazaban a la ciudad pudieran contemplar la botadura de los buques que se convirtieron en celebraciones populares. En la mayor parte de las botaduras, la celebración oficial incluía un ágape en la Sala de Gálibos por ser el recinto cubierto más amplio del astillero adecuadamente adornado al efecto.

- Establecimiento de nuevas prácticas de control de personal sustituyendo la revista diaria, vigente hasta entonces, por la recogida y entrega de la chapa donde figuraba la letra correspondiente al gremio y el número de identificación del trabajador. La chapa se



Figura 11.- Botadura del Acorazado España
5 de febrero de 1912. Fondo ABC

recogía a la entrada y se entregaba a la salida del trabajo, y por tanto las horas de trabajo que contabilizaba la empresa se medía por el tiempo que el trabajador mantenía en su poder la chapa.

- Establecimiento de un control del avance de obra mediante un registro fotográfico de los principales procesos de construcción, así como de los hitos establecidos por el contrato de construcción de los buques y una publicación anual con un resumen de la marcha de las obras.
- Utilización en las gradas de pilares metálicos para armar andamios de forma rápida y segura mediante la disposición de tablones de madera entre posteleros o pies de rechos metálicos, que permitían el acceso a todas las zonas del casco en construcción, así como la instalación de dos grúas-torre eléctricas de 5 toneladas de capacidad, 35 metros de altura y 18 de radio que facilitaban los trabajos de montaje en grada de equipos y elementos pesados, y ocho puntales y plumas de 2 toneladas de capacidad de izado accionadas por cuatro maquinillas eléctricas dispuestas de manera permanente a los largo de las gradas, con lo que se facilitaba el montaje de los andamios y el manejo de elementos y equipos en cualquier lugar de las gradas.

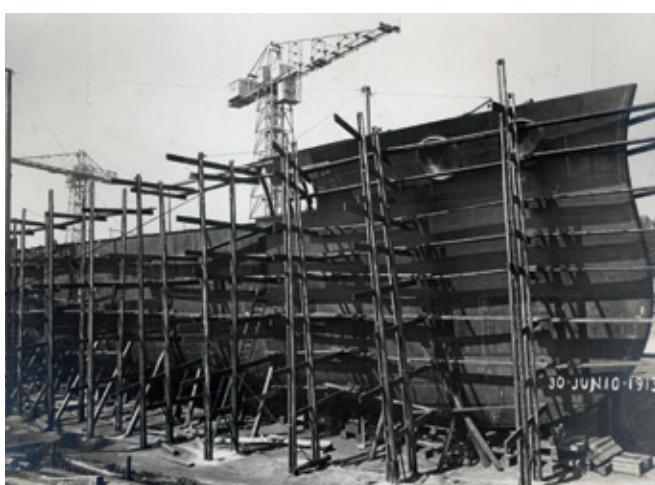


Figura 12.- Grúas y andamios. 1914. Fondo Navantia

7.- El factor humano : trabajadores, empleados y directivos

La S.E. de C.N. modificó la organización del trabajo en los Arsenales bajo su gestión, que hasta entonces se regían por las Ordenanzas vigentes, claramente inadecuadas para un entorno industrial del siglo XX.

El personal de la factoría ferrolana se dividió en dos colectivos diferenciados, empleados y trabajadores. La principal distinción entre ambos colectivos residía en que la empresa consideraba a los empleados más próximos a sus intereses, y por tanto establecía algunos privilegios en su relación con este colectivo, mientras que con los trabajadores esta relación se circunscribía a la estricta prestación de su fuerza de trabajo.

Formaban el personal empleado los ingenieros, personal directivo, administrativos, técnicos de taller, técnicos de oficinas, empleados de laboratorio y personal sanitario. Los ingenieros y el personal directivo ocupaban la dirección de la factoría, la dirección de los diferentes departamentos y la jefatura de los talleres de mayor responsabilidad.

El resto del personal empleado estaba escalonado según diferentes categorías :

Administrativos : Jefes (1^a y 2^a), oficiales (1^a, 2^a y 3^a), auxiliares, mecanógrafos y taquígrafos

Técnicos de taller : Ayudantes de ingeniero, maestros y capataces

Técnicos de oficinas : Ayudantes de ingeniero proyectistas, delineantes (proyectistas, de 1^a y 2^a), calcadores, reproductores de planos y fotográficos, y archiveros bibliotecarios.

Los revisteros, guardias jurados, almaceneros, escribientes y



Figura 13.- Remachadores trabajando en el doble fondo de un buque

ordenanzas estaban asimilados a personal empleado

El personal obrero, estaba clasificado por gremios, cada uno de ellos identificado con una letra, dentro de los cuales podían alcanzar distintas categorías.

Gremios del departamento de maquinaria :

Ajustadores (A), torneros (T), herramientas (H), escantillones (E), turbinas (TU), broncistas (B), monturas a flote (MF), monturas taller (MT), modelos (M), fundición (F), calderería de hierro (CH), calderería de cobre (CC) y forjas (FO).

Gremios del departamento de astillero :

Armadores (AR), soldadores (S), remachadores (R), barrenadores (BA), angulares (AN), calafates (CA), albañiles (AL), marineros (MA), pintores (PI), mecánicos (ME), carpinteros de gradas (CG), carpinteros calafates (CCA), ebanistas (CE), personal femenino (FCE), gálibos (G), plomeros caldereros (PC), plomeros tubo (PT), personal de galvanizado (GA), electricidad en buques (EB) y electricidad taller (ET).

Las categorías del personal obrero estaban formadas por oficiales de 1^a, 2^a y 3^a, manipuladores de máquinas de 1^a, 2^a y 3^a, ayudantes de operario, aprendices y pinches.

La presencia de las mujeres en la plantilla de la S.E. de C.N. fue muy reducida, limitándose a los trabajos de telefonistas, calquisas, secretarias y limpiadoras. El personal directivo, durante los primeros ocho años del contrato establecido con los socios tecnológicos, estaba formado mayoritariamente por personal británico: ingenieros en la alta dirección y maestros al frente de los diferentes talleres.

Archibald Jack Campbell que dirigió los trabajos de modernización de los talleres de la zona industrial del arsenal procedía del astillero de Vickers en Barrow-in-Furness y cuando finalizaron estos trabajos regresó a Gran Bretaña el mes de agosto de 1912.

Henry James Spiers fue hombre clave de la Sociedad en Ferrol donde ejerció como autoridad técnica indiscutible, extendiendo su influencia al resto de los astilleros de la Sociedad. Fue nombrado director del astillero y zona industrial del Arsenal.

Miguel Rechea Hernández, ingeniero de Marina y licenciado en ciencias exactas, fue nombrado director del astillero puesto en el que se mantuvo hasta el año 1925 en que fue nombrado Juan Antonio Suances Fernández. Con posterioridad fue el primer presidente de la Asociación de Ingenieros Navales creada en noviembre de 1929 como una asociación civil. Para cubrir las necesidades de la Armada y también de los diferentes astilleros, en el año 1914 se creó la Academia de Ingenieros y Maquinistas de Ferrol cuyas promociones sucesivas permitieron, por una parte, la progresiva sustitución de los ingenieros británicos en los trabajos de los arsenales de Ferrol y Cartagena y por otra, la incorporación de nuevos ingenieros a la Comisión Inspectora de la Armada que supervisaba los trabajos

de la S.E. de C.N. La primera promoción de la nueva Academia terminó sus estudios el año 1917 y estaba formada por trece oficiales :

Francisco de la Rocha Riedel, Nicolás Franco Bahamonde, Juan Antonio Suanzes, Jesús Alfaro Fournier, Áureo Fernández Ávila, Augusto Miranda Maristany, José Rubí Rubí, Carlos Godino Gil, Antonio Mas, Luis Ruiz-Jiménez Pozo, Juan Campos, Octaviano Martínez y Federico Beigbeder.

La mayor parte de estos ingenieros trabajaron, una vez finalizados sus estudios, para la S.E. de C.N. en la factoría de Ferrol y Cartagena con diferentes responsabilidades, y parte de ellos ocuparon responsabilidades relevantes posteriormente en el desarrollo de la construcción naval española de los siguientes decenios.

8.- El conflicto de intereses

En el año 1925 Juan Antonio Suanzes Fernández fue nombrado director del astillero de Ferrol, sustituyendo a Spiers, y en 1930 fue nombrado máximo responsable del astillero y zona industrial del arsenal, con atención prioritaria a la construcción de los cruceros Canarias y Baleares. A principios de 1932 fue nombrado Inspector General de Construcciones, con responsabilidad sobre todas las construcciones del conjunto de las factorías, lo que requirió su traslado a las oficinas centrales en Madrid. En 1930, la dirección de los diferentes departamentos y talleres estaba desempeñada mayoritariamente por ingenieros navales españoles, bien titulados o asimilados a técnicos superiores :

Director: Juan Antonio Suanzes y Fernández

Jefe de casco : Luis Ruiz-Jiménez Pozo

Jefe de maquinaria : Ambrosio Espinosa y Rodríguez

Jefe de diques, monturas y construcciones a flote : Peter Gillespie Muir (ingeniero británico)
Jefe de servicios generales : Augusto Miranda Maristany

Jefe de servicios eléctricos y montajes de electricidad a bordo : José María González-Llanos y Caruncho

Ingenieros de astillero : José Cervera y Luis Martínez Odero

Ingenieros de maquinaria : Andrés Gamboa y Luis Aulet de Ezcurra

Las relaciones de Suanzes con Spiers, que continuaba siendo la máxima autoridad técnica de los socios británicos, fueron muy difíciles debido a la decidida actitud de Suanzes dirigida a conseguir la nacionalización de todos los procesos relacionados con la construcción naval militar española, incluyendo la realización de los proyectos y las ofertas de los buques, sobre la base de la asimilación por parte de los técnicos y operarios españoles de la tecnología británica. El objetivo era conseguir la independencia progresiva de la tutela extranjera, lo que originaba constantes fricciones con Spiers y otros representantes del grupo británico.

Este enfrentamiento llegó a su límite con motivo de la presentación de una oferta a Brasil de nueve destructores, donde por presiones de Vickers se ordenó subir el precio de la oferta. Esta interferencia originó un



Figura 14.- Juan Antonio Suanzes dirigiendo la bautura del crucero Canarias. 28 de mayo de 1931. Fondo Navantia

último enfrentamiento de Suanzes con miembros de la sociedad próximos a este grupo, lo que desembocó en su dimisión irrevocable y abandono de la sociedad el 23 de febrero de 1934.

9.- La comunidad británica en Ferrol y su reflejo en la ciudad

Durante el primer periodo de su estancia en Ferrol, concretamente en 1912, la colonia británica en Ferrol ascendía 315 personas incluyendo, directivos, técnicos y sus familias. Este colectivo formó en la ciudad un pequeño microcosmos creando su propio club, el British Community Victoria Club, su propio equipo de futbol, el Shipbuilding Foot-Ball Club, su propia escuela para los hijos de los técnicos británicos, la British School y su propia logia masónica, The Lodge of St. John nº. 1102/1082.

En el habla ferrolana quedó un vocabulario de influencia inglesa que todavía resuena, aunque atenuado por el paso del tiempo, con palabras de la vida cotidiana como las que se indican a continuación :

Barrer, es pasar el brus (de brush : cepillo)
El vigilante es un chepa (de shepherd : pastor)
A todo filispín, para indicar que alguien se mueve con gran rapidez, (de full speed ahead : avante a toda máquina)
El trabajo es el chope (de job : trabajo)
Un extranjero es un choni (de Johnny : Juan)
Un soldado es un sorcho : (de soldier : soldado)
Un situación confusa es un tangai : (de tangle : confusión)
Detenerse en seco es : parar quieto (de stop quiet : detenerse en seco)

La etapa británica en Ferrol tuvo influencia también en la literatura. El escritor ferrolano Gonzalo Torrente Ballester describió en su novela *Ferrol mar adentro*, obra que escribió junto con Manuel Vilariño, la escuela inglesa y en su novela *Dafne y ensueños* reflejó

el carácter cerrado de la colonia inglesa. La presencia de la colonia británica en Ferrol fue registrada también por la viajera británica Catherine Gascoine Hartley en el libro *Un verano en Galicia*, donde recogió las vicisitudes del viaje que realizó en 1910. En las páginas donde describe su visita a Ferrol anota la presencia de la colonia inglesa, incluyendo la observación de que “los ingleses vayan a donde vayan, viven tal y como lo harían en su país”.

10.- Epílogo

Durante la etapa de la S.E. de C.N., y con posterioridad al Plan Ferrández, se sucedieron otros planes y programas navales que mantuvieron la construcción naval en el astillero y zona industrial de los arsenales de Ferrol y Cartagena bajo la influencia británica en mayor o menor grado, hasta la rescisión del contrato de la S.E. de C.N. con el Estado al finalizar la Guerra Civil. Estos planes conocidos con el nombre del responsable del Ministerio de Marina correspondiente, como fue el caso sucesivo de los planes Miranda, Cortina y Cornejo, que delante se mantuvieron la continuidad de la voluntad expresada por la ley Ferrández atravesando diferentes escenarios políticos bajo la Monarquía de Alfonso XIII, la Dictadura de Primo de Rivera y los sucesivos gobiernos de la Segunda República. La importancia de esta etapa queda fijada por las siguientes palabras que incluyó José María González-Llanos y Caruncho en su obra *El Decenio* escrita en el año 1947 :

...el advenimiento de la Sociedad Española de Construcción Naval, marca el verdadero renacimiento de toda la industria de la construcción naval española y ha creado el clima necesario para que esta industria, poco menos que inexistente antes de la creación de dicha Sociedad, haya llegado a ser hoy un factor muy considerable en la economía patria.

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 Acoplamientos 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, tecles
- 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 Habilidad, 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

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

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



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

2.12 Otros elementos de la planta de propulsión

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



VULKAN Española S.A.

Acoplamientos elásticos, suspensiones elásticas. Embragues, frenos, tomas de fuerza (PTO/PTI), ejes cardán, 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

Rolloy MARINE 

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
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

7. EQUIPOS DE CUBIERTA

7.1 Equipos de fondeo y amarre

 **SERVO SHIP, S.L.**

Molinetes. Chigres. Cabrestantes.

Avda. Cataluña, 35-37
bloque 4, 1º Izquierda
50014 Zaragoza (España)
Tel.: 976 29 80 39 / 82 59
Fax: 976 29 21 34
E-mail: servoship@servoship.com

Inserte aquí su
publicidad



TRILL
anclas&cadenas

**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

7.4 Equipos de salvamento (botes, pescantes, balsas salvavidas)

 **SERVO SHIP, S.L.**

**Sistemas de evacuación.
Pescantes de botes.**

Avda. Cataluña, 35-37
bloque 4, 1º Izquierda
50014 Zaragoza (España)
Tel.: 976 29 80 39 / 82 59
Fax: 976 29 21 34
E-mail: servoship@servoship.com

8. ESTABILIZACIÓN, GOBIERNO Y MANIOBRA

8.1 Sistemas de estabilización y corrección del trimado

PASCH 

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

8.2 Timón, Servomotor

**Servotimones.**

Avda. Cataluña, 35-37
bloque 4, 1º Izquierda
50014 Zaragoza (España)
Tel.: 976 29 80 39 / 82 59
Fax: 976 29 21 34
E-mail: servoship@servoship.com

8.3 Hélices transversales de maniobra

**Hélices de maniobra.**

Avda. Cataluña, 35-37
bloque 4, 1º Izquierda
50014 Zaragoza (España)
Tel.: 976 29 80 39 / 82 59
Fax: 976 29 21 34
E-mail: servoship@servoship.com

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



9.5 Recubrimientos, pintura. Tratamiento de superficies



Pinturas marinas de alta tecnología para la protección de superficies. Antifoulings autopulimentables para 60-90 meses de navegación, ahorra combustibles y mejora la velocidad de navegación. Epoxy alto espesor para superficies tratadas deficientemente (surface tolerant).

Polígono Santa Rita
C/. Estática, 3
08755 CASTELLBISBAL Barcelona
Tel.: 93 771 18 00 - Fax: 93 771 18 01
E-mail: iberica@jotum.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

Inserте
aquí su
publicidad

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



Especialistas en el **Diseño de Buques Silenciosos. Gestión integral de Vibraciones y Ruido. Cálculo y Simulación naval. Industria 4.0. URN-Ruido Radiado al Agua. Medidas y ensayos especiales. Pruebas de mar. Consultoría de averías - Análisis causa-raíz. Pruebas de Mar Integrales: Potencia, Vibraciones y Ruido, Maniobrabilidad, etc. Sistema no intrusivo de detección de cavitación. Predicción de Vibraciones, Ruidos y Ruido Radiado al Agua. CBM-Condition Based Maintenance. Proyectos I+D+i. Formación Especializada.**

Edificio Pyomar Torre 2,
 Avda. Pio XII, 44. Bajo Izda
 28016 Madrid
 Tels.: +34 91 345 97 30
 INFO@TSISL.ES
 WWW.TSISL.ES



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



Design, Engineering, Stability Books, Surveys, Expert Reports, Appraisals. Forensic Naval Architecture RCD CE Marking Inspectors. Small Commercial Vessels Examiners. Ships Tow 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 Editorial Program 2025

ENERO • JANUARY

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

Propulsión: 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



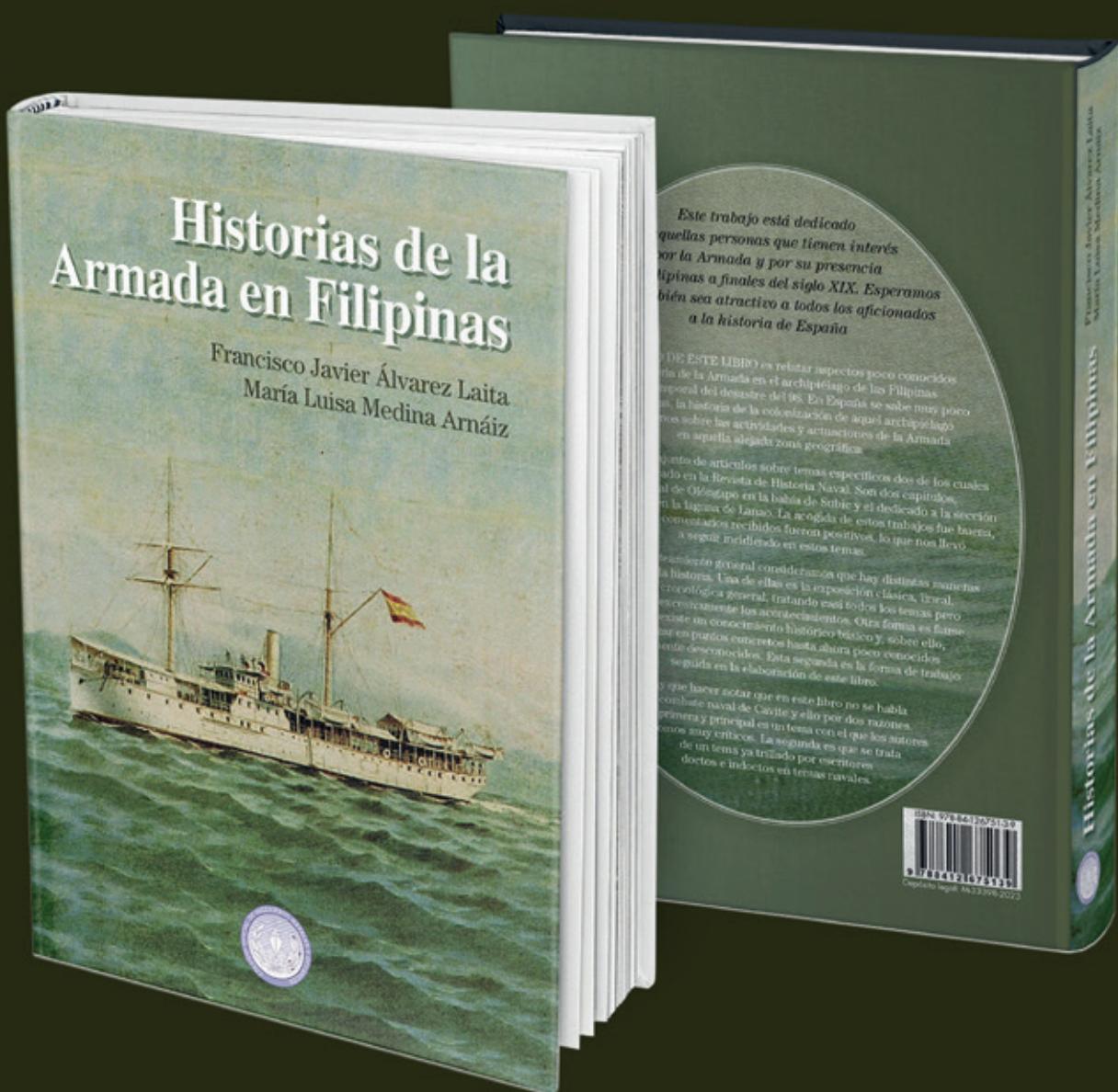
INGENIERÍA
naval
REVISTA DEL SECTOR MARÍTIMO

sectormaritimo.es 

Suscríbete ya en
www.sectormaritimo.es

¡YA A LA
VENTA!

WWW.INGENIEROSNAVALES.COM/TIENDA/



Este trabajo está dedicado
a aquellas personas que tienen interés
por la Armada y por su presencia
en las Filipinas a finales del siglo XIX. Esperamos
que sea atractivo a todos los aficionados
a la historia de España

DE ESTE LIBRO es relatar aspectos poco conocidos
acerca de la Armada en el archipiélago de las Filipinas
después del desastre del 08. En España se sabe muy poco
acerca de la colonización de aquél archipiélago
y sobre las actividades y actuaciones de la Armada
en aquella alejada zona geográfica.

El trabajo consistió en la elaboración de artículos sobre temas específicos dos de los cuales
se publicaron en la Revista de Historia Naval. Son dos capítulos
acerca de la batalla de Subic y el dedicado a la sección
de la laguna de Laiua. La acogida de estos trabajos fue buena,
los comentarios recibidos fueron positivos, lo que nos llevó
a seguir midiendo en estos temas.

Algunas consideraciones que hay distintas numerosas
en la historia. Una de ellas es la exposición clásica, lineal,
cronológica general, tratando casi todos los temas pero
excesivamente los acontecimientos. Otra forma es fijarse
en un conocimiento histórico básico y, sobre ello,
en puros contenidos hasta ahora poco conocidos
y poco difundidos. Esta segunda es la forma de trabajo
seguida en la elaboración de este libro.

Lo que hacer notar que en este libro no se habla
de la batalla naval de Cavite y ello por dos razones.
La primera y principal es un tema con el que los autores
no tienen muy conocimientos. La segunda es que se trata
de un tema ya tratado por escritores
doctos e indextos en temas navales.

ISBN 978-84-1265-513-9
9 788412 676131
Depósito legal: M.23.099-2022

