

**EDITORIAL //** Abel Caballero,  
Alcalde de Vigo

**SIEMENS //** El poder del hilo  
digital en la construcción  
naval y el Astillero 4.0

**GEFICO //** Proyecto SAMAIN:  
Sala de máquinas inteligente

**Va de Barcos //** El Eleanor Roosevelt  
de Astilleros Armon. Construcción  
Naval Destacada de 2021

**INDUSTRIAS FERRI //**  
Proyecto SICCOMA: control y  
comunicación de maquinaria

**CT INGENIEROS //** El papel del hidrógeno  
verde en el sector marítimo

**GRUPO INTAF //** José Ramón Franco  
(la entrevista)





ENGINEERING  
DRIVEN  
PEOPLE

Tu partner global para la integración  
de tecnologías innovadoras  
en el sector naval.



ARQUITECTURA NAVAL

INGENIERÍA BÁSICA

INGENIERÍA DE DETALLE

INGENIERÍA Y GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

INGENIERÍA DE APOYO AL CICLO DE VIDA

We walk the talk. | [www.thectengineeringgroup.com](http://www.thectengineeringgroup.com)



[info@thectengineeringgroup.com](mailto:info@thectengineeringgroup.com)

T. +34 981 333 103

Nº 11\_año 2023

ISSN: 2990-0700

- 1 EDITORIAL:** Abel Caballero // Alcalde de la ciudad de Vigo
- 3 SIEMENS** // El poder del hilo digital en la construcción naval y el Astillero 4.0
- 9 GEFICO** // Proyecto SAMAIN. Sala de máquinas inteligente
- 16 VA DE BARCOS** // Eleanort Roosevelt de Armon, Construcción Naval Destacada
- 19 FERRI** // Proyecto SICCOMA. Control y comunicación de maquinaria
- 23 CT INGENIEROS** // El papel del hidrógeno verde en el sector marítimo
- 30 GRUPO INTAF** // La entrevista: José Ramón Franco

La industria naval de Vigo ha demostrado, a lo largo de su exitosa historia, reunir las mejores virtudes que pueda atesorar un sector económico clave: un enorme coraje y una permanente capacidad de adaptación a los nuevos tiempos y a las exigencias del mercado; un envidiable espíritu innovador y un alma emprendedora, que les permite afrontar los cambios con valentía y optimismo. En suma, nuestro naval es el paradigma de la resiliencia.

Este bagaje, junto a unas plantillas comprometidas y cada vez mejor formadas, le ha permitido labrarse una merecida fama de actores económicos confiables. El camino no ha sido fácil, pero el sector ha sido capaz de competir y rehacerse sin complejos ni temores. Buscar salidas en donde otros solo veían puertas cerradas. Lo acaba de hacer de nuevo con la última crisis de Barreras.

En nuestra ría se han construido y se siguen construyendo los mejores barcos del mundo. Si su origen se remonta a los buques pesqueros, el sector hoy está preparado para afrontar los desafíos más diversos, desde megayates de recreo a centros de investigación marina flotantes. Así, siendo pionero en la construcción de buques oceanográficos, este verano vivimos un hito con la botadura del mayor buque de este tipo de la flota española encargado por el IEO-CSIC al astillero Armón. Y vendrán muchos más.

Si el presente es ilusionante, el futuro lo será más. Porque la aprobación por parte del Gobierno-con el empuje constante del Concello del Proyecto Estratégico de Recuperación y Transformación Económica (PERTE) actuará como una formidable palanca para transformar y modernizar una actividad económica estratégica y capacitar a más de 5.000 trabajadores.

El naval gallego necesitaba ese PERTE por múltiples razones, unas de carácter estrictamente económico e industrial, pero también otras de naturaleza intangible. El sector reclamaba a las administraciones un trato justo que respondiese a su importancia real; que no se le viese como un conjunto de empresas de dimensión y relevancia menores. Exigían respe-

to. La concesión de este PERTE ha contribuido a fortalecer la autoestima de empresarios que nos han dado sobradas razones para confiar en ellos. Y por ello yo también me siento muy orgulloso de haber contribuido a la consecución de un plan al que seguirán otros.

Las administraciones e instituciones y el conjunto de actores económicos y sociales tenemos un compromiso sin fecha de caducidad de proteger el naval. Porque apoyar el naval es apoyar a Vigo, a Galicia. Hoy estamos ante una oportunidad histórica para blindar el futuro del sector y la vamos a aprovechar.

En Vigo tenemos claro este apoyo y queremos seguir en la avanzadilla de la recuperación, apostando por la innovación y el talento. Desde esta tribuna expreso mi absoluta confianza en un naval que reúne todas las condiciones para seguir siendo uno de los faros que iluminará la economía de Vigo y Galicia.

No puedo terminar sin destacar mi orgullo ante Navalía, una feria bienal que ha logrado alzarse como la primera en España y la tercera de Europa en su sector, y que no ha dejado de crecer y de ganar prestigio desde sus inicios, reuniendo en su última edición a más de 400 expositores de todo el mundo y 900 marcas.

**Abel Caballero**  
**Alcalde de Vigo**





**detegasa**  
GRUPO ARGOS



Separadores de agua oleosas



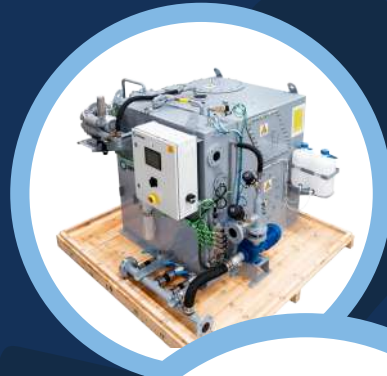
Incineradores de residuos



Sistemas de repostaje de helicópteros



Sistemas de tratamiento de aguas de lastre



Plantas de Tratamiento  
de aguas residuales



Biológicas



Biorreactores  
de membrana



[www.detegasa.com](http://www.detegasa.com)



+34 981 49 40 00



[commercial@detegasa.com](mailto:commercial@detegasa.com)



¡Síguenos en LinkedIn!



## El poder del hilo digital en la construcción naval y el Astillero 4.0.

Juan A. Oliveira // Siemens Industry Software, S.L.

Director Técnico Centro de Excelencia del Sector Naval  
// juan.oliveira@siemens.com

SIEMENS

El mercado naval es cada vez más global y exigente. De la misma manera, nuestro producto, el buque, es cada vez más complejo y en sus procesos de ingeniería, fabricación y mantenimiento participan cada vez más actores, desde los propios fabricantes a proveedores o diferentes subcontratistas.

En este escenario, los constructores navales están dando los pasos para la creación de los primeros astilleros verdaderamente digitales, enfrentándose en el proceso al impulso que la digitalización está dando al sector con la creación de una infraestructura estandarizada, unificada y coordinada de ingeniería, fabricación y mantenimiento del buque.

Hasta ahora la industria manejaba diferentes tecnologías, muchas veces desconectadas entre sí y con capacidades limitadas, que obligaban al continuo envío de información entre equipos separados para conciliar los cambios, alargando los plazos de producción y aumentando las posibilidades de cometer errores.

La solución es la implantación de un hilo digital que conecte toda la información del producto a través del proceso completo de ingeniería y construcción mediante un sistema de gestión del ciclo de vida (PLM) *end-to-end* que sirva como fuente de conocimiento y verdad, rastreado y accesible hasta el último eslabón de la cadena de suministro. (Fig. 1)



Figura 1: Ejemplo gráfico de flujo de datos. Muestra el flujo de la información en el hilo digital

Así, cualquier actor involucrado en el proceso puede acceder en tiempo real y de manera sincronizada a los datos sobre diseños y configuraciones, estado y calendarios de producción, materiales y compras, proveedores y entregas y, una vez botado el buque, a sus condiciones de funcionamiento, registros de operación y el estado general del sistema.

Gracias a este hilo digital, cada cambio o actualiza-

ción, cada mejora o problema pueden sincronizarse en tiempo real con todos los actores del ecosistema, garantizando que todos trabajan con la información más precisa y actualizada posible. Esto pone fin a los retrabajos derivados del uso de diseños desincronizados, y automáticamente deriva en la reducción de los plazos de fabricación, en un mantenimiento más eficiente y en un mejor rendimiento de nuestro proceso productivo (Fig. 2).

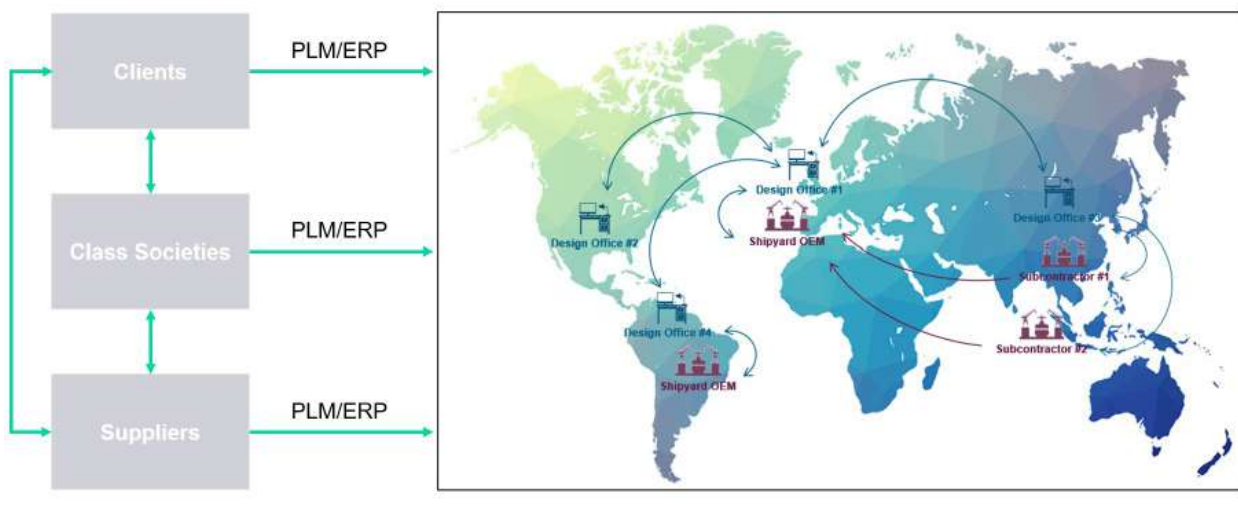


Figura 2: el PLM como base del hilo digital puede correr en local en los servidores de la empresa o en la nube, no es necesaria ninguna instalación especial para ello; en la imagen se muestra el flujo de información entre el astillero y el ecosistema.

## El PLM y el gemelo digital

Como industria de síntesis, es habitual que los astilleros fabriquen sus buques con la ayuda de decenas de proveedores locales y globales en diferentes lugares de montaje y fabricación. Pese a ello, es necesario que todos los actores involucrados en el proceso productivo cuenten con información veraz y actualizada del diseño, las características o las modificaciones que el buque o cada uno de los componentes que lo forma.

La solución adoptada es la suma de la maqueta digital (modelo 3D) y un avanzado software PLM diseñado para mantener todo alineado y actualizado a lo largo de la cadena de suministro. El PLM permite a todos los involucrados en el proyecto examinar la documentación y el modelo de cada espacio y componente, incluyendo los requisitos de tuberías y cableado mediante una estructura de producto

ajustada a las necesidades de la construcción naval que refleja sus diferentes disciplinas (arquitectura naval, estructuras, ingeniería mecánica, etc.)(Fig.3).

Gracias a ello podemos, antes incluso de que el buque exista, podemos crear un gemelo digital del producto sobre el que verificar dónde se colocarán los equipos y determinar el mejor plan de instalación o experimentar con diferentes características y funciones para el funcionamiento del buque y probar diferentes consideraciones ergonómicas para la futura tripulación, optimizando así las operaciones, la fabricación y las tareas de mantenimiento.

Y, lo que es más importante, esta tecnología permite sincronizar todos los diseños y cambios con todos los proveedores y constructores que participan en el proyecto, de modo que no se pierde tiempo ni se

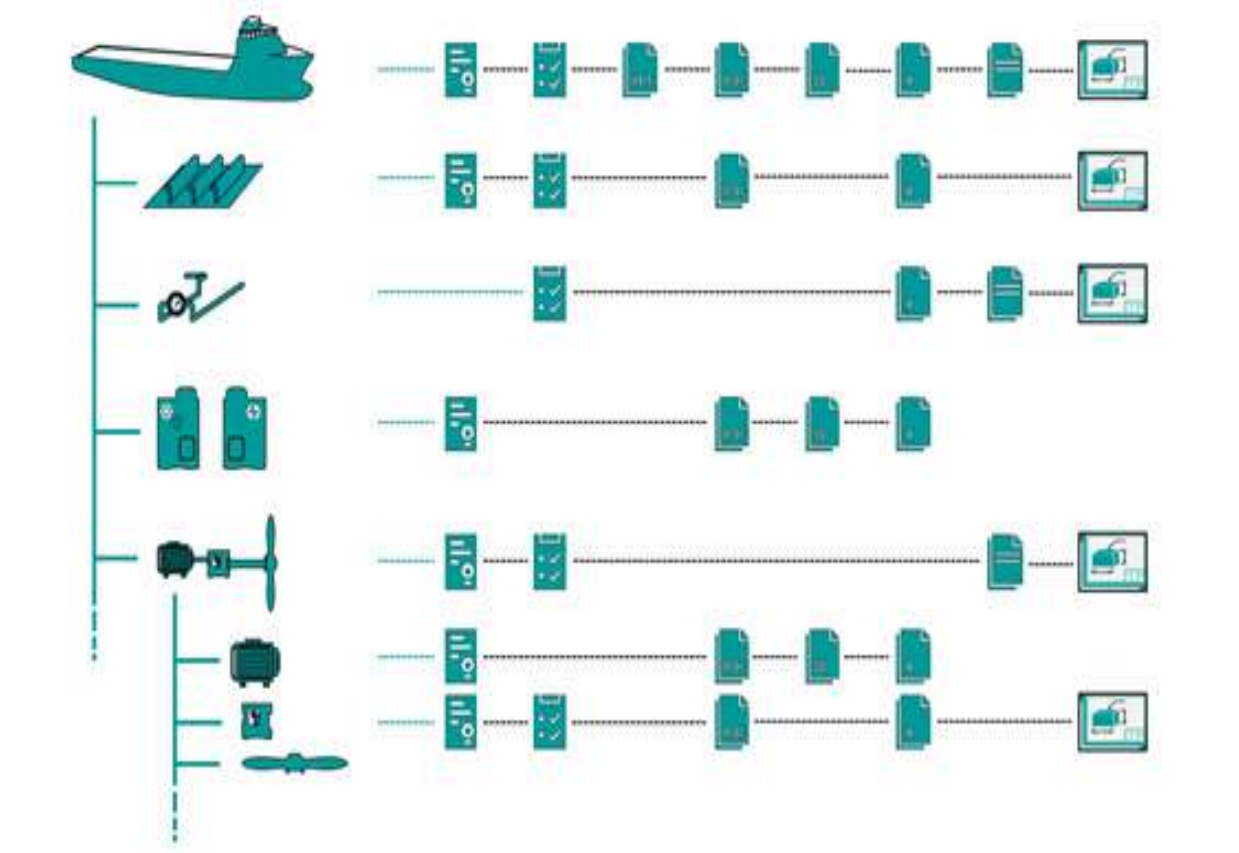


Figura 3: ejemplo de listado o escandallo que permite ver los checks. En la imagen se puede ver como subdividir el buque en sistemas.

producen incoherencias en la construcción, lo que supone una enorme ventaja durante la producción.

Además, el PLM simplifica la gestión de la lista de materiales (BOM) del buque. Cualquier cambio en el diseño se actualiza en la BOM de manera automática ya que esta se genera automáticamente desde el modelo 3D a partir de plantillas ya creadas. Accediendo al PLM, cada departamento del astillero puede utilizar y modificar la BOM para su propio fin.

Ingeniería la utiliza para hacer el seguimiento de las revisiones y los cambios, cumplir los costes previstos y satisfacer los requisitos del producto en cuanto a rendimiento, cumplimiento medioambiental, capacidad de servicio y seguridad. Producción para planificar los procesos de fabricación y las operaciones de montaje. Por su parte, el departamento

de compras la aprovecha para adquirir los componentes que forman el buque. Y el departamento de reparación y mantenimiento la consulta para planificar las operaciones de mantenimiento y la adquisición de piezas de repuesto.

### Simulación y optimización del rendimiento

El hilo digital nos permite utilizar toda la información del buque recogida en el PLM para mejorar nuestros diseños gracias a las diferentes herramientas de simulación. Los arquitectos e ingenieros navales son expertos desde hace décadas en hacer números para asegurar que sus diseños cumplirán los requisitos de rendimiento marcados por el armador, desde la velocidad hasta la capacidad de carga del buque.

den, gracias a los modelos 3D y las tecnologías de realidad aumentada y análisis predictivo, simular múltiples escenarios para mejorar aún más las especificaciones del diseño mediante las herramientas de simulación 1D, simulación de elementos finitos o simulación CFD.

Estas tecnologías aumentan de forma muy prácti-

ca la eficiencia en todas las fases del ciclo de vida del buque, y permiten validar los diseños de forma más rápida y sencilla mediante comprobaciones en etapas tempranas de la ingeniería. Estas comprobaciones reducen enormemente el riesgo de fallos y errores en las fases de críticas de la producción, haciendo que la fabricación sea más eficiente y sostenible (Fig. 4).

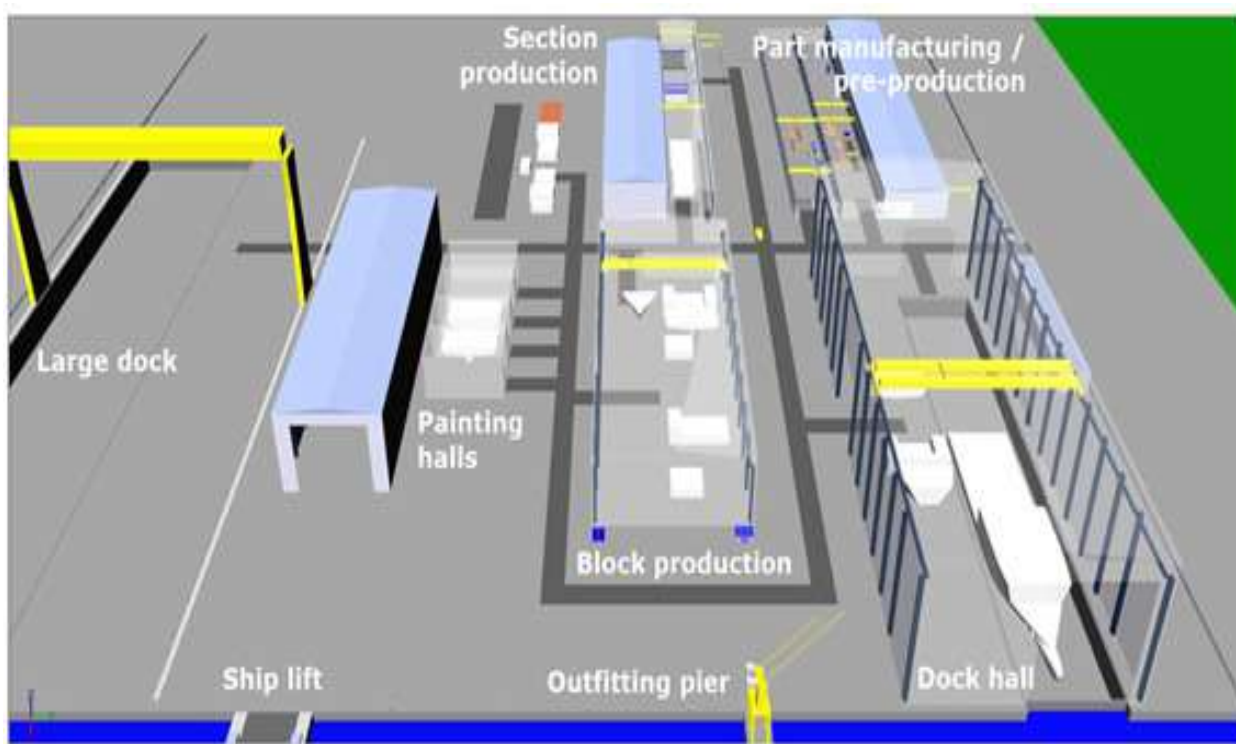


Figura 4: simulación de un astillero dummy

Los modernos constructores navales digitales pue-

Los astilleros pueden crear gemelos digitales de producción de sus instalaciones mediante herramientas de simulación de planta y procesos para simular paso a paso todo el proceso de fabricación hasta alcanzar un proceso productivo óptimo.

Las herramientas de simulación del astillero pueden utilizarse para la planificación de la planta, la validación de inversiones, el soporte a la toma de decisiones estratégicas o el análisis de capacidades y cuellos de botella. Pero también como soporte a la planificación y el control, utilizándolas para la verificación de plazos de entrega, la validación de

estrategias constructivas o la toma de decisiones de forma ágil frente a los cambios en el proyecto.

Por otro lado, cada componente y cada sistema del buque puede ser inspeccionado por los equipos de producción mediante el modelo 3D y tecnologías como la realidad virtual y aumentada, y así optimizar el flujo de materiales a través del astillero, el pre-armamento y la construcción en grada.

### Servicio y mantenimiento digital

Al igual que con todo el trabajo previo a la botadura, mantener todos los datos del buque en una plata-



forma integrada nos permite probar y verificar cualquier futura modificación de nuestro buque. El gemelo digital de la operación es clave a medida que los buques se modernizan y se reequipan a lo largo de su vida.

Los ingenieros y los equipos de producción pueden trabajar sobre él para trazar, probar y simular cada paso de las modificaciones futuras, desde la instalación hasta el rendimiento, para garantizar que el buque seguirá funcionando correctamente. Esto ayuda a blindar de cara al futuro la operación del buque, manteniéndolo en funcionamiento y actualizado independientemente de cómo cambie el mundo o la tecnología.

Como versiones virtuales de buques en operación, los gemelos digitales pueden emplearse también para apoyar una gran variedad de tareas, desde la comprensión del impacto en el rendimiento del bu-

que de los cambios en las condiciones de operación hasta permitir a los técnicos de servicio remoto ayudar a resolver averías graves en los buques en alta mar (Fig. 5).

## El camino hacia el Astillero 4.0

Establecer un hilo digital que permita que los datos de nuestro buque estén integrados, actualizados y accesibles de manera sencilla para todos los actores involucrados en el proyecto es la clave para dar el salto al astillero digital o Astillero 4.0. Sólo de esta manera podremos sacar todo el provecho a los diferentes gemelos digitales de cada etapa (producto, fabricación y operación) para diseñar y construir nuestros barcos de una forma innovadora, eficiente y sostenible, en definitiva, de forma que la industria naval pueda satisfacer sus altísimas exigencias del mercado en plazo y en presupuesto.

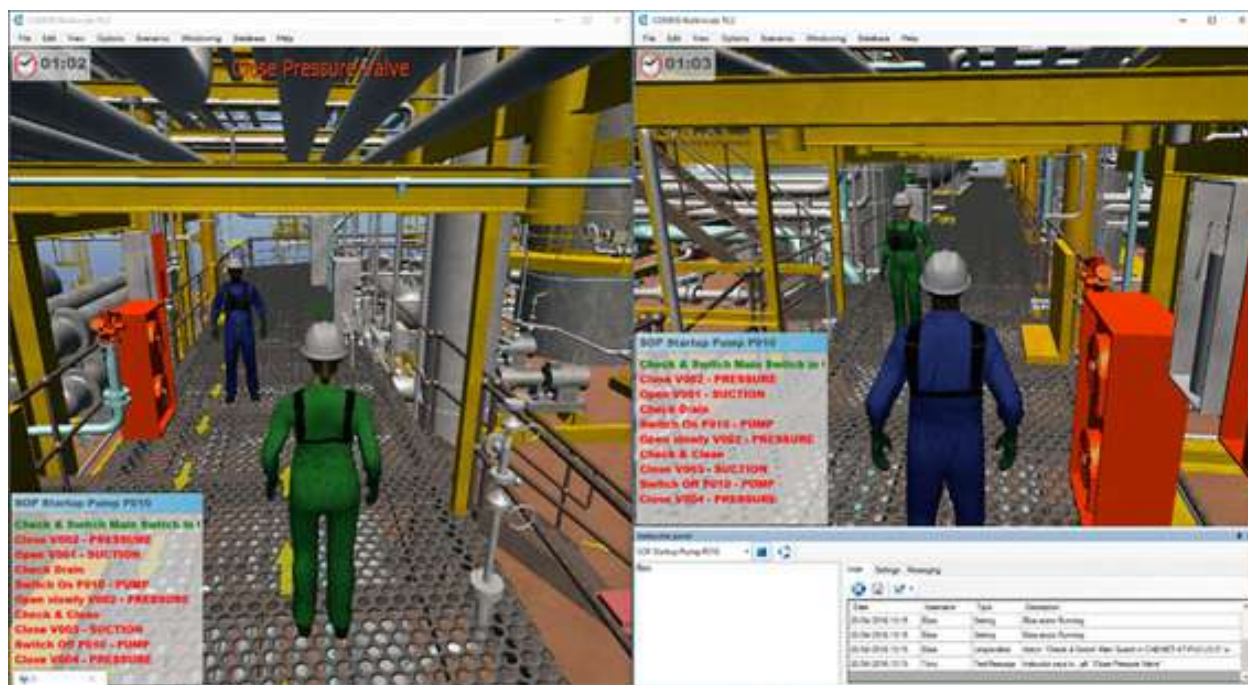


Figura 5: toda la información puede almacenarse en local o en la nube en el PLM



# Software Solutions for Naval Architecture & Shipbuilding

Member of



**ACLUNAGA**  
ASOCIACIÓN  
CLÚSTER DEL  
NAVAL GALLEGO

## Proyecto SAMAIN. Sala de máquinas inteligente

**Marta Herva // Gefico Enterprise, S.L.**  
Directora General // [info@gefico.com](mailto:info@gefico.com)



El sector naval, y particularmente el de la pesca, es un sector que por sus particulares características, no ha sufrido un desarrollo al mismo ritmo que el industrial en cuanto a las conocidas como tecnologías 4.0. La dificultad de acceso a las comunicaciones y la necesidad de tener equipamiento especialmente robusto, han ralentizado su evolución hacia lo que hoy en día es ya una realidad en la industrial en tierra.

No obstante, empiezan a ser visibles los pasos que se dan hacia una total automatización e incluso la creación de gemelos digitales. Se trata de grandes proyectos que visibilizan esta evolución y que, al mismo tiempo, sirven de elemento tractor para que esta filosofía se extienda en el sector.

Por otro lado, en un contexto en el que cada vez es más escasa la mano de obra cualificada dispuesta a navegar, los armadores soportan grandes costes derivados de un mal control operativo de equipos y la falta de previsión de los mantenimientos adecuados. El poder controlar estos procesos remotamente facilitaría estas tareas, y la automatización permitirá una optimización del proceso.

No obstante, es necesario derribar las barreras técnicas que impiden actualmente convertir una sala de máquinas de un buque en inteligente, como es el objetivo global de este proyecto. Por un lado, se debe establecer una filosofía tendente a la automatización de los equipos auxiliares que componen las salas de máquinas de los buques y, por otro lado, se debe dotar de mecanismos que permitan recopilar de forma ordenada, gráfica y útil toda esta información. Finalmente, también es necesario avanzar

en estrategias de comunicación buque-tierra, que si bien han mejorado (por ejemplo, conexión a internet vía satélite), todavía es demasiado costosa como para pensar en una comunicación en continuo.

Los resultados del proyecto que se presenta en este artículo permitirán avanzar hacia la consecución de ese objetivo final de diseñar una Sala de Máquinas Inteligente (SAMAIN), que permita automatizar muchas de las operaciones para las que hoy en día ya es complicado encontrar mano de obra cualificada.

Este objetivo general que marca la filosofía del proyecto SAMAIN, que es un proyecto colaborativo de ACLUNAGA, GEFICO y Muutech Monitoring Solutions, se ha materializado a través de los siguientes objetivos generales:

- 1)** Desarrollar un sistema de monitorización remota para su aplicación en los equipos auxiliares de un buque, al que podrán acceder inspectores y técnicos del armador desde tierra, así como los técnicos e ingenieros de las compañías de los equipos e instalaciones auxiliares.
- 2)** Creación de una plataforma que permita el almacenamiento y gestión de la información recopilada mediante el sistema de monitorización. Mediante un programa de inteligencia artificial, se podrán prever escenarios de fallos a futuro, una vez hayan ocurrido en el pasado.
- 3)** Establecer las bases documentales, técnicas y audiovisuales, para dotar a las máquinas navales de un acceso fácil a la información de la instalación durante tareas de mantenimiento.



Como resultado de la consecución de estos 3 objetivos, se habrá diseñado una plataforma en la que estará disponible todo tipo de información relativa a los equipos (ver Figura 1), que podrá ser gestionada localmente y que además tendrá la posibilidad de acceso remoto.

Con amplia experiencia en proyectos en sectores tan competitivos como el de automoción, el metal y la alimentación, consigue aportar el componente tecnológico y de comunicaciones necesario ante el reto innovador que supone el proyecto SAMAIN.



Figura 1. Información disponible en la plataforma

## Consortio

El proyecto SAMAIN – Sala de máquinas, es un proyecto colaborativo de ACLUNAGA, GEFICO y Muutech Monitoring Solutions. La participación de las 3 entidades ha sido clave para avanzar en los objetivos propuestos, pues cada una de ellas ha contribuido con su conocimiento experto en los distintos ámbitos tecnológicos implicados.

Gefico, empresa líder y promotora del proyecto, cuenta con más de 40 años de experiencia en la fabricación de maquinaria para el sector naval, principalmente destinada al tratamiento de agua (equipos de desalación por ósmosis inversa, evaporadores, sistemas de potabilización, etc.). Durante esta larga trayectoria ha mantenido una vinculación estrecha con armadores y usuarios finales, y por ello es conocedora de las necesidades que se van detectando en el sector. Si bien la idea surge inicialmente para incorporar las soluciones propuestas a los equipos fabricados por Gefico, los desarrollos planteados son perfectamente extrapolables a cualquier máquina auxiliar instalada en un buque cuyo control y seguimiento se desee centralizar.

Por su parte, Muutech Monitoring Solutions, startup especialista en monitorización y analítica de datos industriales y de comunicaciones aporta su experiencia en el ciclo de vida completo de los datos, desde su captura hasta su visualización y conversión en información, pasando por la analítica avanzada y el alarmado, enfocado siempre a la personalización y a los diferentes usuarios de la información.

Finalmente, Aclunaga como aglutinador único de todas las empresas tipo que operan en el sector, es el agente del proyecto que permite unificar las demandas del sector, representadas a través de sus miembros, tratando de incorporar dichas necesidades como puntos de mejora de la capacidad tecnológica y productiva de la Industria Auxiliar.

## Metodología de trabajo

Durante el desarrollo del proyecto se han considerado distintas tipologías de equipos de los incluidos en el catálogo de Gefico. Uno de los casos de estudio ha sido un generador tipo de agua dulce por ósmosis inversa, que será el que se utilice en este artículo a modo de ejemplo de las soluciones implantadas.

Tal y como se deriva de los objetivos generales del proyecto, el desarrollo de éste se ha abordado desde las distintas perspectivas necesarias para su consecución. En este sentido, se puede hablar de tres áreas de trabajo principales:

### 1. Realización de documentación técnica y audiovisual.

Cuando se adquiere un equipo a ser instalado en una sala de máquinas, es habitual que la documentación técnica que lo acompaña no esté disponible o no sea de acceso fácil en la propia instalación. Además, en ocasiones los manuales de operación y mantenimiento pretenden ser tan exhaustivos que puede llegar a ser complicado localizar información concreta por parte de un operario que necesita realizar una intervención rápida o llevar a cabo un mantenimiento.

# LIDO MARINE



SHIP INTERIORS. ANYPLACE. ANYTIME. ANYWHERE.



We have successfully delivered the “Edda Boreas” and “Edda Nordi” in 2023 and we give the best wishes for the owner and crew.

Some of our strategical partners:

EKORNES®



[www.lidomarine.eu](http://www.lidomarine.eu)

Atendiendo a estas necesidades, una de las tareas que se ha llevado a cabo en este proyecto ha sido desarrollar documentación técnica y audiovisual simple, relativa a las operaciones más habituales de los equipos, que podrá estar disponible en una plataforma alojada en un servidor local en el propio buque, y a la que se podrá acceder también remotamente para su actualización en los momentos en que se disponga de conectividad. Es lo que en la Figura 2 se denominan guías soporte de operación y mantenimiento. De este modo, el operario podrá acceder fácilmente a toda la información disponible, siendo una de las maneras más sencillas e inmediatas de hacerlo utilizar el código QR que estará disponible en el propio equipo a través de un dispositivo móvil. Dentro de esta información se podrán encontrar también los documentos más tradicionales, que son los que habitualmente se suministran con la venta de un equipo y que forman parte del manual. De este modo, el operario podrá disponer de forma inmediata del diagrama de flujo o el esquema eléctrico para poder hacer cualquier verificación sobre la instalación y el equipo, o del plano de despiece y la lista de repuestos en caso de necesitar hacer un pedido de componentes a fábrica en caso de avería o de mantenimiento planificado. En la Figura 2 se muestra un resumen de los distintos tipos de documentos que se podrían consultar.



**Figura 2. Documentación técnica del equipo accesible local y remotamente.**

Las guías de soporte de operación y mantenimiento estarán disponibles tanto en formato texto acompañado de imágenes, como en formato audiovisual. En ambos casos, se muestran paso a paso de forma detallada y simple las operaciones que es necesario llevar a cabo para una determinada ta-

rea de mantenimiento o de verificación de correcta operación del equipo. A modo de ejemplo, en la figura 3 se muestran una serie de extractos de distintos momentos de un vídeo, en el que se enseña cómo desmontar y montar la bomba de alta presión que se monta habitualmente en los generadores de agua dulce por ósmosis inversa.

## DESMONTAJE Y MONTAJE BOMBA DANFOSS

### 1. Retirar los 4 tornillos de la brida:



### 5. Retirar el muelle, guía de muelle y los pistones:



### 13. Instalar el cierre mecánico y el retén nuevo en la brida:



**Figura 3. Extracto de secuencia de fotogramas de vídeo explicativo sobre cómo montar y desmontar la bomba de alta presión**



## 2. Monitorización y seguimiento de los parámetros clave que permiten hacer un seguimiento adecuado de su operación y la predicción de fallos.

Uno de los aspectos claves del proyecto ha sido identificar los parámetros clave que afectan a la operación y análisis de problemas de los equipos estudiados. Posteriormente, se ha seleccionado la instrumentación que permita la monitorización adecuada de estos parámetros y la lectura por parte de la plataforma de almacenamiento de datos.

En términos generales, los parámetros más relevantes que interesa conocer en una instalación tipo de un equipo de ósmosis inversa son:

- Presión de descarga en la bomba de alimentación.
- Caídas de presión entre etapas de filtración.
- Caída de presión en el paso por membranas.
- Caudal de alimentación.
- Caudal de permeado generado.
- Conductividad (relacionada directamente con la salinidad) del permeado.

Por tanto, las tipologías de parámetros a medir en la instalación son 3: presión, caudal y conductividad.

este elemento son el ensuciamiento de éstas o un aumento de salinidad en el sistema. De entre los parámetros cuyo seguimiento se ha propuesto, los siguientes pueden aportar información útil en este caso:

**Caudal de permeado.** Este es un parámetro clave para saber si el proceso se está realizando correctamente, juntamente con otros parámetros con los que está relacionado. Se debe cotejar el valor medido con los parámetros de diseño.

**Sensor de salinidad (conductividad).** El valor de conductividad es representativo del estado general del proceso y está particularmente influenciado por el estado de las membranas. Si el resto de parámetros permanecen constantes, un aumento de conductividad indicará un deterioro en el estado de las membranas que implicará hacer una parada para limpieza o reemplazo de las mismas.

**Sensor de presión.** La diferencia de presión entre la entrada y salida de membranas es un indicador directo de la posible existencia de un problema de ensuciamiento de estas. Por tanto, el seguimiento adecuado de este valor permitirá conocer la evolución en el grado de ensuciamiento y prever el mantenimiento adecuado, evitando así incurrir en costes innecesarios.

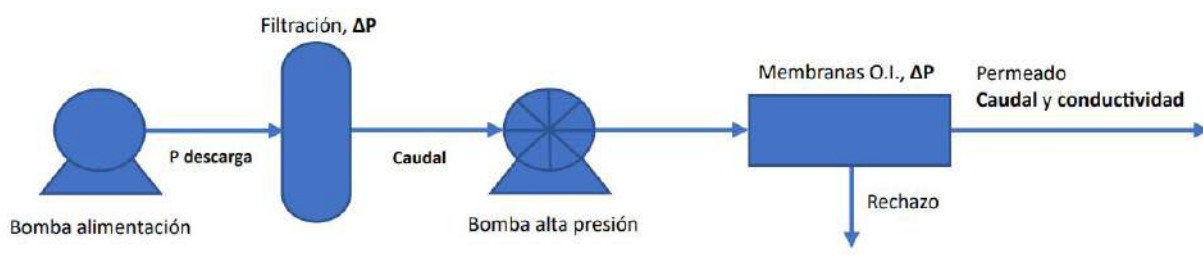


Figura 4. Esquema simplificado de una instalación de un equipo de ósmosis inversa

Uno de los componentes más sensibles a las operaciones incorrectas de operación son las membranas de ósmosis inversa, en las que se produce la separación de las sales del agua de aporte, proceso a través del cual se genera el agua dulce que luego será tratada antes de su consumo. Entre los problemas más comunes que se suelen encontrar asociados a

## 3. Creación de una plataforma para el almacenamiento y gestión de la información recopilada.

El último paso es crear una plataforma en la que alojar toda la información desarrollada y recopilada en los puntos anteriores. Además del acceso a la documentación técnica y guías de soporte, se podrá



Figura 5. Ejemplo de un tablero de visualización de datos

acceder a los tableros de visualización de parámetros, como los mostrados en la Figura 5. Desde aquí se podrán establecer las alarmas o avisos que se consideren necesarios.

Uno de los retos principales de esta fase del proyecto reside en las dificultades de comunicación. En proyectos de monitorización industriales normalmente se cuenta con una red y una conectividad estables y, en cualquier caso, siempre se asume que en caso de pérdida de conectividad se dejarán de recolectar datos, lo cual no suele ser un problema porque hoy en día eso no es raro que implique una parada de línea al no poder recoger la trazabilidad. Pero en un barco, todo esto cambia. En estos últimos años, la conectividad satelital combinada con conectividad móvil costera se ha hecho sin duda un hueco entre buques de todo tipo y para aplicaciones igualmente variadas: desde telemedicina a que los marineros puedan ver Netflix. El caso que nos atañe, el de la telemetría, no está muy extendido al asumir que existirán cortes en las comunicaciones o que el retardo es demasiado elevado, no pudiendo por tanto depender de una aplicación en la nube.

Por ello, se ha diseñado una arquitectura mostrada en la Figura 6 que permite la recolección y visualización local, estando ésta siempre disponible localmente, pero en continua sincronización con la plataforma en la nube. Cada vez que se pueda se actualizarán los datos en la plataforma en la nube para su uso por armadores y otros agentes, pudiendo sa-

car valor a la información agregada de su flota y de forma remota, incluyendo el histórico y propiciando ayuda en mantenimiento predictivo y analíticas más complejas computacionalmente que permite la potente plataforma.

La comunicación es, además, bidireccional, permitiendo la actualización de documentación con nuevos procesos, etc. desde la nube. Esta arquitectura permitirá incluso que barcos que no disponen de conectividad recojan los datos y éstos se sincronicen al tener cobertura móvil cercana a la costa o en puerto, evitando técnicos recogiendo datos con USBs, etc.

## Conclusiones

Los resultados del proyecto SAMAIN han sentado las bases de cara al desarrollo de la sala de máquinas inteligente en un buque. Se ha visto que es necesario trabajar en dos ámbitos principales. Por un lado, se debe generar información práctica, simplificada y visual relativa a las acciones más comunes de operación y mantenimiento de los equipos auxiliares del buque (o de cualquier otro que se desee integrar en el sistema), la cual estará disponible para el personal técnico a bordo para facilitar y guiar las intervenciones que tengan que hacer en los equipo. Por otro lado, el seguimiento remoto y la predicción de fallos sólo es posible si los equipos cuentan con la monitorización necesaria. De este modo, la aplicación efectiva de esta metodología debe pasar necesi-

riamente por la digitalización de la sensórica de los equipos, al menos en lo que se refiere a los parámetros identificados como críticos para cada equipo.

En cuanto a la dificultad adicional que supone la limitación de acceso a la conectividad en red que existe en un buque, especialmente en aquellos que hacen campañas más largas, se ha definido una arquitectura que permite salvaguardar esta problemática. De este modo, la información estará siempre disponible en un alojamiento local, para los operarios a bordo. Al estar en sincronización continua con

la plataforma en la nube, en cuando se disponga de conectividad se llevará a cabo la actualización de datos de manera bidireccional.

En definitiva, la implementación del concepto de la sala de máquinas inteligente facilitará el trabajo del personal a bordo, así como el seguimiento desde tierra de armadores y otros agentes de interés, contribuyendo de este modo a una gestión más controlada de manera remota, la planificación de acciones de mantenimiento y acopio de repuestos y, en definitiva, la reducción de costes operativos.

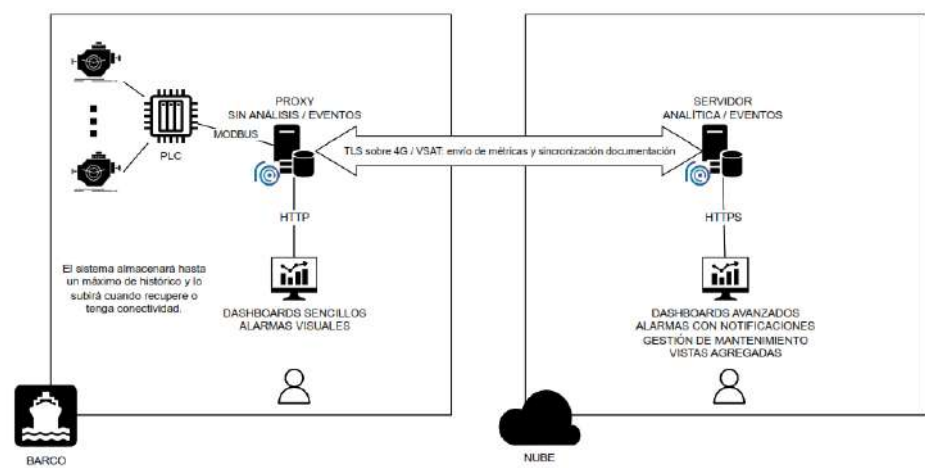


Figura 6. Arquitectura y conectividad

## SALA DE MÁQUINAS INTELIGENTE. SAMAIN

El objetivo principal de SAMAIN es desarrollar un sistema de monitorización remota para su aplicación en los equipos auxiliares de un buque.

AEI-010500-2022b-197



Este proyecto ha sido apoyado por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

Orden de bases: ICT/1117/2021, de 09 de octubre, modificada por la Orden ICT/474/2022, de 20 de mayo, por la que se establecen las bases reguladoras de ayudas de apoyo a agrupaciones empresariales innovadoras con objeto de mejorar la competitividad de las pequeñas y medianas empresas.

Convocatoria: Orden de 25 de junio de 2022, por la que se efectúa la convocatoria correspondiente a 2022 de las ayudas establecidas para el apoyo a Agrupaciones Empresariales Innovadoras, correspondientes en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.



## El Eleanor Roosevelt de Astilleros Armon, Construcción Naval Destacada del año 2021

**Juan A. Oliveira // Autor de "Va de Barcos"**

Ingeniero Técnico Naval y MBA // [vadebarcos@gmail.com](mailto:vadebarcos@gmail.com)



El catamarán fast ferry de mayor eslora del mundo, el Eleanor Roosevelt construido por Astilleros Armon en Gijón para Baleària, ha sido elegido por los lectores de la web [www.ingenierosnavales.com](http://www.ingenierosnavales.com) como Construcción Naval Destacada del año 2021 en España. Entregado por la Asociación y el Colegio Oficial de Ingenieros Navales desde 2010, el premio se otorga por votación popular en la web, siendo la primera vez que este grupo de astilleros resulta ganador. El Eleanor Roosevelt releva en el palmarés a la fragata Sea Cloud Spirit tras imponerse a los otros dos barcos finalistas, el buque de aprovisionamiento

logístico HMAS Stalwart construido por Navantia y el atunero Monteraiola construido por Freire Shipyards.

El último buque de la flota de Baleària es, con 123 metros totalmente construidos en aluminio, el catamarán fast ferry de mayor eslora del mundo, lo que le permite transportar hasta a 1.200 pasajeros y 500 metros lineales de camiones y 250 turismos, o alternativamente, 450 turismos. Construido en los Astilleros Armon de Gijón entre 2018 y 2021 tras una inversión de 90 millones de euros, el Eleanor Roosevelt entró en operación el 1 de mayo de 2021 uniendo Dénia con las islas Baleares. La incorporación de





este buque permitió a Baleària incrementar en un 60% la oferta de plazas de pasaje en alta velocidad y multiplicar por dos la de vehículos en esa ruta.

El astillero del grupo Armon en Gijón, además de la construcción del propio buque, se encargó de la coordinación del proyecto y la ejecución de la ingeniería de sistemas, con el apoyo de la ingeniería valenciana Cotenaval. El diseño del Eleanor Roosevelt fue obra de los australianos Incat Crowther, mientras que los motores, el sistema de propulsión y la planta de gas fueron fabricados por la finlandesa Wärtsilä. El diseño arquitectónico e interior es responsabilidad de la empresa Oliver Design y el interiorista Jorge Belloch.

El Eleanor Roosevelt es el séptimo buque de Baleària que funciona a gas natural. La naviera valenciana cuenta ya con 9 buques que puedan funcionar con este combustible, que reduce considerable-

mente las emisiones (hasta un un 30% las emisiones de CO<sub>2</sub>, en un 85% las de NOx, y se eliminan las de azufre y partículas) y la contaminación acústica. Los cuatro motores duales GN/GO del Eleanor Roosevelt, con una potencia de 8.800 kW cada uno, le permiten alcanzar una velocidad de servicio de 35 nudos (con una velocidad máxima superior a los 40 nudos). Los dos tanques de GNL dan al barco una autonomía de 400 millas náuticas en la navegación a gas (1.900 millas náuticas en el caso de combinada gas/diésel).

A bordo del buque se han instalado equipos de medición que permiten monitorizar el consumo de combustible en tiempo real, así como calcular la eficiencia de los motores. Otros sensores darán información que permita al buque navegar de forma eficiente, así como ajustar la velocidad y el rumbo para incrementar el confort según el estado del mar o tomar decisiones sobre el mantenimiento preven-



tivo mediante el uso de big data. Se trata del tercer buque de la naviera que cuenta con este sistema de monitorización, y que forma parte del proyecto de torre de control de Baleària, que usará el big data para tomar decisiones ágiles y eficientes en las vertientes de seguridad, mantenimiento preventivo, eficiencia comercial y emisiones.

El Eleanor Roosevelt se gana el adjetivo de smart ship gracias a estas y otras innovaciones tecnológicas, como el acceso de los pasajeros mediante código QR, el servicio de internet durante todo el trayecto, la plataforma gratuita de entretenimiento digital accesible desde el teléfono móvil o la posibilidad de ver a sus mascotas a través de webcams instaladas en las bodegas. Los interiores del buque son amplios y luminosos, que unidos a la superestructura flotante elásticamente y la instalación de aislamientos de alta tecnología que reducen tanto las vibraciones como los ruidos, asegurando una travesía cómoda para los pasajeros.

El barco homenajea con su nombre a la escritora, activista de la igualdad de género y defensora de los derechos civiles de afro y asiáticos estadounidenses y de los refugiados de la Segunda Guerra Mundial Eleanor Roosevelt, que destacó por ser la primera presidenta de la Comisión de Derechos Humanos de las Naciones Unidas y una de las impulsoras de la Declaración Universal de los Derechos Humanos. Este es el sexto buque de la naviera que rinde homenaje a mujeres pioneras en sus respectivas disciplinas, de acuerdo con su compromiso con uno de los objetivos de desarrollo sostenible: la igualdad y el empoderamiento de la mujer.

El éxito del Eleanor Roosevelt ha llevado a Baleària a la construcción de un segundo fast ferry en los astilleros Armon en Gijón, bautizado en honor de la bioquímica pionera Margarita Salas y que está previsto que comience a operar en 2024. El nuevo buque combinará las prestaciones más competitivas del Eleanor Roosevelt con una serie de novedades en su diseño e ingeniería para elevar la experiencia del cliente. Manteniendo las dimensiones del buque original, el Margarita Salas dispondrá como novedades de una segunda cubierta con un salón de butacas en proa y doblará la superficie de la terraza de popa con un servicio de bar en el exterior, así como un 10% más de potencia gracias a la instalación de cuatro motores duales a gas natural de Wärtsilä de 9.600 kW.



## Características generales

**Eslora:** 123 metros

**Manga:** 28 metros

**Pasajeros:** 1.200 personas

**Capacidad:** 450 turistas

**Potencia instalada:** 35,2 MW

**Velocidad de crucero:** 35 nudos



# Proyecto SICCMA. Control y comunicación de maquinaria

**Elia Rodríguez // Industrias Ferri S.A.**

Coordinadora de la oficina técnica //  
info@ferri-sa.es



## Introducción

En la industria se utilizan con frecuencia controles remotos para el manejo de maquinaria que por sus dimensiones o por el riesgo que entraña es aconsejable operarlas desde una distancia prudente del equipo. En otras aplicaciones es importante que el operador esté muy cerca del objeto que está controlando.

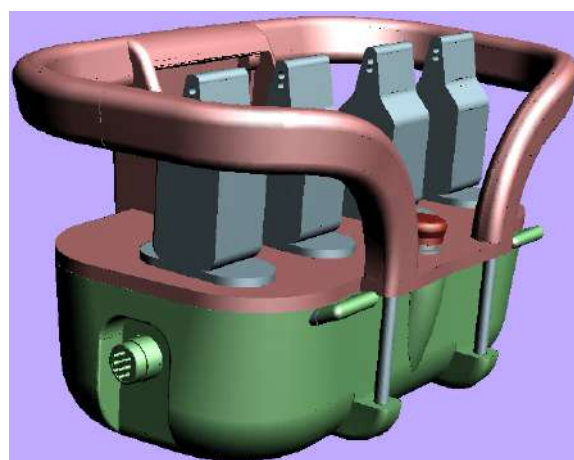
Estos controles en general consisten en cajas de mandos portátiles que disponen de un cable de cierta longitud que de alguna forma “traslada” el panel de control a una cierta distancia. Este sistema también se utiliza usando una comunicación por radio en lugar de por un cable.

El objeto de este proyecto es diseñar un sistema de comunicación y control de maquinaria inalámbrico para nuestras máquinas y para que puedan ser usados para cualquier otra aplicación, haciendo énfasis en el empuje hacia la transformación digital de la industria naval española y hacia un modelo Industria 4.0 que permita la interconexión de máquinas, la conexión de máquinas a la nube y la centralización de medidas. Todo ello redundará en un mantenimiento más eficiente, una fabricación más inteligente y una reducción de costes con el consiguiente aumento de la productividad.

## Motivación

El uso en condiciones duras que nuestros usuarios dan a los mandos inalámbricos nos lleva en muchas ocasiones a averías que requieren reparación urgente, pues el usuario necesita operar la máquina.

Esto nos causa serios problemas en nuestro servicio postventa que se ve obligado a hacer lo único que puede hacer, enviar el mando a reparar. El tiempo de reparación no está bajo nuestro control.



**Figura 1. Diseño de la carcasa**

Por otro lado, debido a cambios de modelo y a roturas de stock de los proveedores, en ocasiones los tiempos son más largos de lo que sería deseable, incluso se puede decir que en ocasiones son extremadamente largos. Se suma a estos inconvenientes, el hecho del coste elevado, tanto del mando como de la reparación y de los envíos urgentes.

Además, hay que añadir el hecho de que nuestros técnicos deben desplazarse a casa del cliente o donde esté la máquina averiada, solo para corroborar que el mando a distancia no funciona.

En general, estos telemandos no son estándar, sino que están configurados especialmente para la aplicación para la que han comprado. Esto no quiere decir que cada mando sea totalmente diferente, pero sí que puede llevar diferente número de pulsadores o de palancas de control.

Este punto también retrasa la obtención de un repuesto por parte del proveedor y hace imposible que Ferri tenga un mando de repuesto en stock para cada máquina.

El hecho de que a través de este sistema experimental se pueda disponer de los datos de funcionamiento de la máquina en la nube, permitirá saber con antelación el problema que está ocurriendo en la máquina y posibilitará su solución remota o al menos hará que el técnico de mantenimiento vaya preparado a la reparación.

## Descripción general del prototipo experimental

El sistema que hemos diseñado consiste de un pequeño ordenador receptor de las señales del mando remoto y el diseño del mando remoto en sí.

El receptor traslada las señales de mando a PLC de control y, en el caso de pequeñas máquinas, puede recibir las órdenes remotas y controlar la máquina directamente.

Por otro lado, dispone de un pequeño sistema de archivos que le permiten almacenar el histórico de alarmas y otros eventos que consideren interesante. El archivo generado se puede transmitir a través de wifi a un teléfono móvil o a un servidor en internet si se puede conectar a la red adecuada.

Además gracias al ordenador receptor, la propia máquina lleva cargados los manuales y los planos que

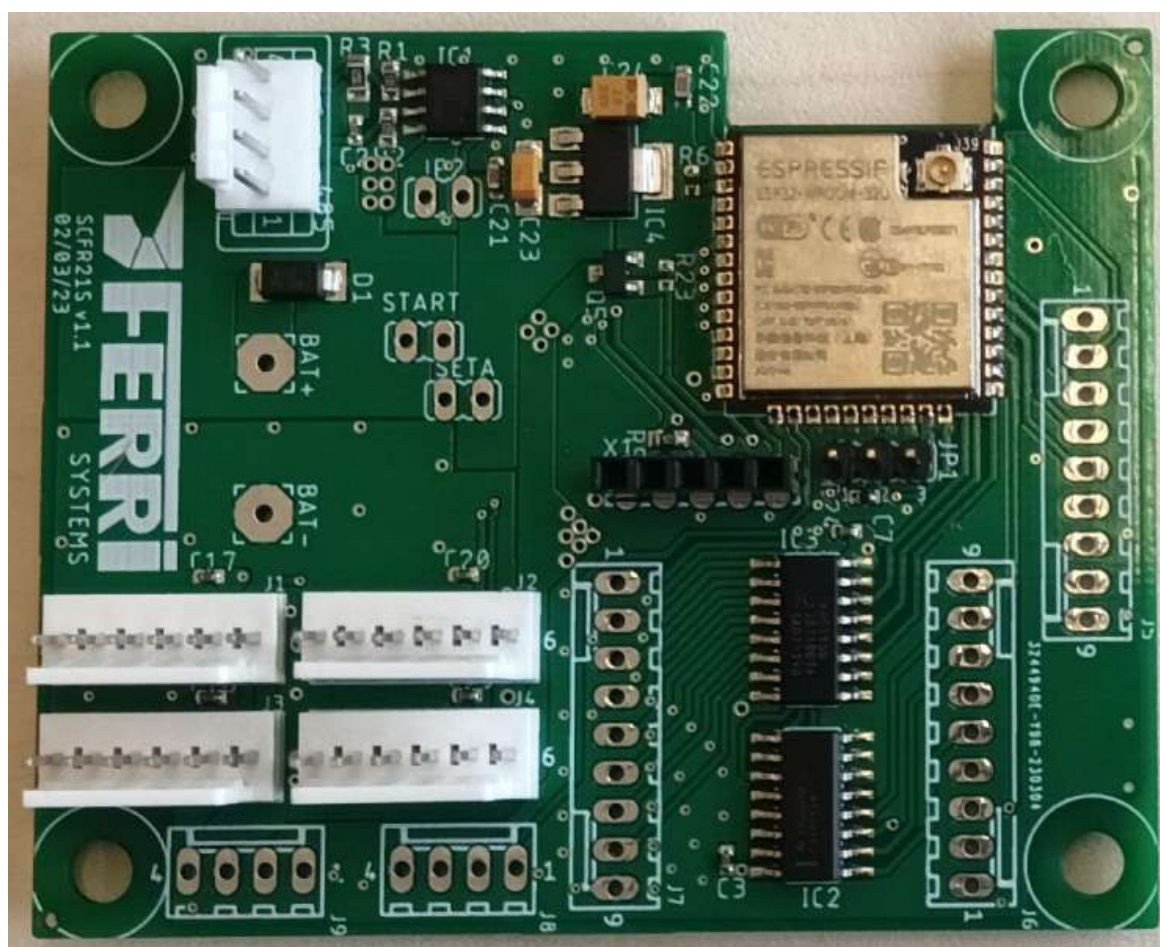


Figura 2. Electrónica del transmisor



## Equipments and Pipeline Solutions

### Tuberías


- Centro de corte robotizado para tuberías
- Centro de curvado automático de tuberías
- Prefabricación de tuberías de acero carbono, inoxidable, cuproníquel y aceros aleados
- Montaje / ensamblaje de tuberías en módulos e instalaciones

### Intercambiadores, serpentines, Evaporadores

- Tubos aleteados
- Serpentines y baterías de serpentines lisos
- Serpentines y baterías de serpentines aleteados
- Evaporadores de tubo liso y con tubo aleteado

### Equipos a presión

- Separadores de aceite
- Separadores de aspiración
- Economizadores
- Tanques de acumulación de hielo
- Tanques de congelación con salmuera
- Depósitos de líquidos y gases
- Autoclaves y cocederos
- Intercambiadores multi-tubulares

   
PipeWorks PipePt

info@pipeworks.es  
www.pipeworks.es



Figura 3. Electrónica del receptor

se considere, todo ello se puede consultar desde el móvil, por supuesto se debe tener la app adecuada y el usuario y la contraseña correcta.

En el caso de disponer de varias máquinas equipadas con este sistema y que puedan conectarse a internet, se pueden monitorizar desde un ordenador

central los registros históricos de cada máquina, las horas de funcionamiento, etc. Con esta información, en una segunda fase, se podrá comenzar con mantenimiento predictivo.

Se han diseñado los circuitos electrónicos para el receptor y el transmisor y también la carcasa ergo-



nómica para contener el transmisor con sus baterías y controles, la carcasa se puede imprimir en 3D pero está diseñada para que se pueda realizar un molde para inyección.

Debido al funcionamiento en la banda de 2,4 GHz y usar protocolos estándar, se puede usar una app en Android para sustituir temporalmente un mando remoto estropeado.

Cada conjunto receptor-transmisor se debe configurar para cada aplicación, indicando el número de controles que tiene y de qué tipo son y el identificador de la máquina. Además se debe calibrar cada mando analógico. Toda esta operación se hace desde una página web, (ordenador o móvil), el receptor levanta una red wifi a la que se conecta el personal técnico para la configuración y ajuste. En cualquier momento se puede realizar esta operación por un técnico cualificado.



Figura 4. Prototipo de la carcasa

## SOLUCIÓN INTELIGENTE DE CONTROL Y COMUNICACIÓN DE MAQUINARIA. SICMA

El objetivo principal de SICMA es contribuir a la transformación digital de las PYMES, especialmente las del sector naval, mediante el desarrollo experimental por parte del consorcio de una solución innovadora de prestaciones de comunicación y control avanzado, que posibilite el control inteligente de equipos sencillos

AEI-010500-2022b-250



Este proyecto ha sido apoyado por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

Orden de bases: ICT/1117/2021, de 09 de octubre, modificada por la Orden ICT/474/2022, de 20 de mayo, por la que se establecen las bases reguladoras de ayudas de apoyo a agrupaciones empresariales innovadoras con objeto de mejorar la competitividad de las pequeñas y medianas empresas.

Convocatoria: Orden de 25 de junio de 2022, por la que se efectúa la convocatoria correspondiente a 2022 de las ayudas establecidas para el apoyo a Agrupaciones Empresariales Innovadoras, correspondientes en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

# El papel del hidrógeno verde en el sector marítimo

**José Miguel Mahía // CT Ingenieros**  
Ingeniero ILS e I+D+i //  
josemiguel.mahia@ctingenieros.es



## 1. Introducción

El hidrógeno está llamado a ser el elemento que encabece la descarbonización ya no solo del sector marítimo, sino de la industria en general.

Los esfuerzos que están dirigiendo Administraciones, empresas e investigadores hacia una meta de emisiones cero, ha dado lugar a que en los últimos años se iniciara una revolución medioambiental en la búsqueda de sectores productivos, rentables y verdes, empleando el hidrógeno como punto en común.

Pero, ¿realmente puede el sector marítimo dejar de depender de los combustibles fósiles gracias al hidrógeno?

## 2. Tipos de hidrógeno

El hidrógeno es el elemento químico más ligero que hay y que se encuentra abundantemente en estado gaseoso en el aire, siendo además, insípido, inodoro e incoloro, propiedades que hereda el agua tras su unión con el oxígeno [1].

El hidrógeno sigue un sistema de clasificación de colores en función de los métodos que existen para su obtención, pudiendo clasificarse en tres grupos:

- Hidrógeno obtenido con emisiones contaminantes.
- Hidrógeno obtenido con bajas emisiones contaminantes.
- Hidrógeno obtenido con cero emisiones contaminantes.

### 2.1. Hidrógeno obtenido con emisiones contaminantes

Según el informe de la IRENA (International Renewable Energy Agency), antes de la COVID y del boom del hidrógeno, más del 95% del hidrógeno generado era producido a partir de combustibles fósiles como el carbón, petróleo o el gas natural [2].

Dentro de esta categoría se encontrarían los hidrógenos grises, marrones y negros:

- **Gris:** Comúnmente se asocia al hidrógeno que se obtiene del gas natural mediante la técnica del reformado siendo, dentro los combustibles fósiles, el menos contaminante. Es el hidrógeno más barato de producir hoy en día. Desde la publicación del informe de IRENA hasta la fecha la situación de ser el hidrógeno más consumido no ha cambiado y es el más empleado en la actualidad [3].
- **Negro:** En el caso del hidrógeno negro se emplea carbón bituminoso, una sustancia similar al alquitrán y que se obtiene como producto del refinado del petróleo [4].
- **Marrón:** A diferencia del gris, el hidrógeno marrón es el que se obtiene de carbones como el lignito o directamente del petróleo [4].

### 2.2. Hidrógeno obtenido con bajas emisiones contaminantes

Los hidrógenos de esta categoría se definen principalmente en dos tipos:

- **Azul:** Estos hidrógenos son obtenidos con emisio-

nes contaminantes pero estas emisiones se atrapan con el uso de tecnologías de captura de CO<sub>2</sub>. El hidrógeno se obtiene emitiendo emisiones contaminantes que se capturan y almacenan o se reutilizan para, por ejemplo, creación de otros combustibles [3]. Dentro de esta categoría es necesario destacar el papel del hidrógeno turquesa, que es un tipo de hidrógeno azul.

El hidrógeno **turquesa** se genera mediante la pirólisis del metal fundido empleando para ello el gas natural. Se hace pasar el gas a través de metales fundidos liberando hidrógeno y carbón en forma sólida, evitando de esta forma las emisiones a la atmósfera [3].

- **Rosa:** Es el hidrógeno que se obtiene mediante el uso de la energía nuclear. Con ella se emplean diferentes métodos de obtención de hidrógeno y, con ello, diferentes tipos de hidrógeno siendo el rosa el obtenido por hidrólisis (proceso en el que se rompen los enlaces del agua) [3]. Dentro de esta categoría caben destacar los hidrógenos **rojos** (se obtiene empleado el proceso de termólisis, aprovechando el calor generado de la reacción nuclear para la obtención de hidrógeno), y los **morados** o **púrpuras** (emplean la electricidad generada por energía nuclear en procesos de electrólisis).

Los hidrógenos de este tipo no generan emisiones contaminantes, no obstante, sí que generan residuos radioactivos.

### 2.3. Hidrógeno obtenido con cero emisiones contaminantes

Los hidrógenos de esta categoría, como su propio nombre indica, son aquellos que no generan emisiones contaminantes a la atmósfera o residuos de algún tipo. Dentro de ella destacan:

- **Amarillo:** Similar la verde, pero emplea energía solar para la obtención de la electricidad para el proceso de electrólisis [3].
- **Verde:** Se obtiene a partir del agua mediante el uso de energía que procede de fuentes renovables, principalmente de la eólica, para el proceso de electrólisis [3].
- **Blanco:** Es el hidrógeno de la naturaleza; se encuentra presente en forma de gas y en ocasiones puede encontrarse en depósitos subterráneos [3].

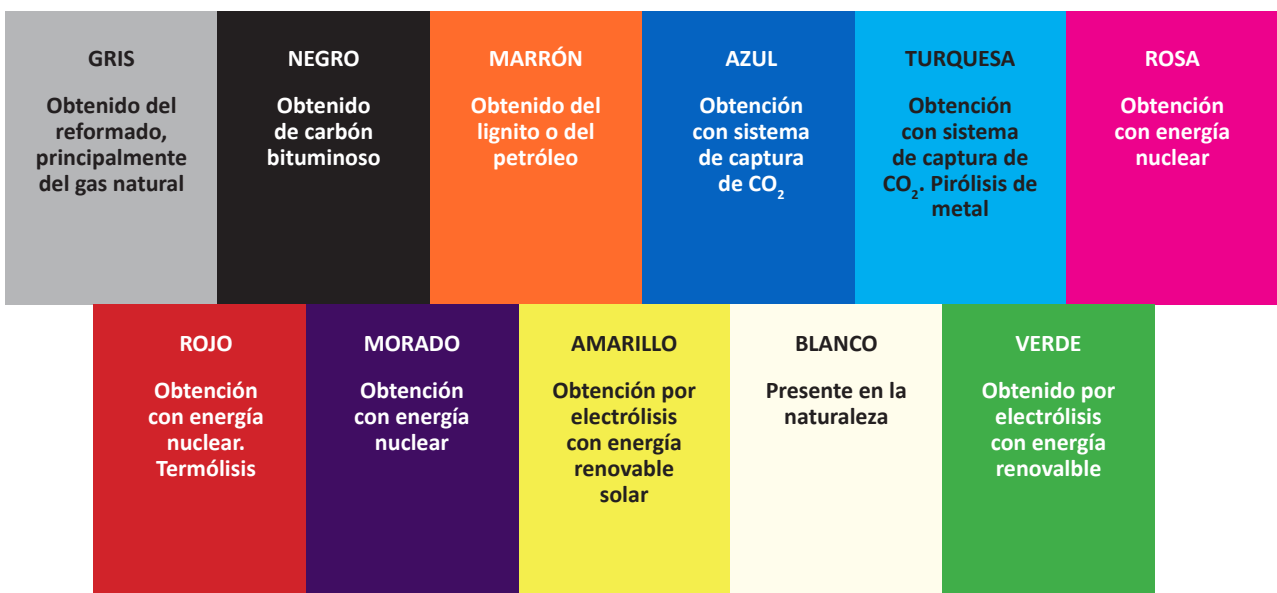


Figura 1. Clasificación de colores del hidrógeno. Elaboración propia



### 3. Formas de obtención del Hidrógeno

Existen diferentes formas de obtener hidrógeno en función de su recurso, tal y como se recoge en la Tabla 1.

Gas Natural	Petróleo	Carbón	Biomasa	Agua
Reformado	Gasificación	Gasificación	Pirólisis	Electrólisis
	Pirólisis		Gasificación	
			Combustión	
Oxidación parcial	Oxidación parcial	Combustión	Licuefacción	Termólisis
			Fermentación	
Reformado autotérmico	Reformado autotérmico	Licuefacción	Fotofermentación	Fotólisis
			Biofotólisis	

**Tabla 1. Métodos de obtención de hidrógeno en función del tipo de recurso**

- **Reformado:** En la actualidad es el método de producción de hidrógeno más empleado. Para la obtención de hidrógeno se produce una reacción entre el metano y vapor de agua obteniendo hidrógeno y monóxido de carbono.

- **Oxidación parcial:** Se trata de un proceso en el que se produce la combustión de metano en presencia de oxígeno, produciendo con ello monóxido de carbono, carbono e hidrógeno.

- **Reformado autotérmico:** Combinación de los procesos de reformado y de oxidación parcial. Proceso mediante el cual se obtiene hidrógeno y monóxido de carbono mediante la oxidación parcial del hidrocarburo con oxígeno y vapor y su posterior reformado catalítico.

- **Gasificación:** Se trata de un proceso que consiste en hacer pasar corrientes de aire a través de petróleo o carbón calentado a alta temperatura. Posteriormente se sustituye el aire por vapor y se procede a su tratamiento.

- **Pirólisis:** Consiste en la degradación de una sustancia en ausencia de oxígeno con aporte de calor. Como resultado de ello se obtienen gases cuyos componentes básicos son monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrógeno, metano y compuestos más volátiles.

- **Combustión:** Se procede a quemar el carbón o la biomasa en presencia de oxígeno obteniendo, entre otros componentes, hidrógeno. Se trata de un procedimiento similar a la pirólisis o a la gasificación.

- **Licuefacción:** Consiste en la licuefacción de los gases generados en procedimientos anteriores.

- **Fermentación:** Consiste en la obtención de gas metano del que después se extrae el hidrógeno mediante la fermentación de materia orgánica. Al hidrógeno que se obtiene mediante este proceso, así como en todos los relacionados con materia orgánica, se le conoce como biohidrógeno. Si este biohidrógeno se emplea en la generación de combustibles se entiende por ellos que son biocombustibles.

- **Fotofermentación:** Este procedimiento está entre el procedimiento de Fermentación y la Biofotólisis, empleando luz solar como catalizador.

- **Biofotólisis:** Este procedimiento permite obtener hidrógeno a partir de la hidrólisis de agua por fotosíntesis. Es análogo a la producción de hidrógeno por electrólisis de agua empleando luz solar en lugar de energía renovable como catalizador de la reacción, y el uso de microorganismos autótrofos en lugar de electrodos.

- **Termólisis:** Consiste en la descomposición de las moléculas de agua por procesos térmicos mediante altas temperaturas. En principal problema de esta tecnología es precisamente el aporte energético que es necesario realizar para romper las moléculas, por ello se emplean ciclos químicos para conseguir rebajar esa temperatura.

- **Fotólisis:** A diferencia del sistema anterior, en este caso se busca romper la molécula de agua a través de la luz solar. El principal problema que tiene este sistema es que depende de los materiales empleados como conductores y de las propiedades de estos.

- **Electrólisis:** La electrólisis se trata de un proceso químico en el que un cuerpo inmerso en una sustancia y sobre la que se aplica una corriente eléctrica, se desintegra. Este tipo de proceso se aplica en las pilas de combustible para la obtención de energía.

### 4. Obtención de hidrógeno verde por electrólisis

De los tipos de hidrógeno explicados con anterioridad, así como de las diferentes técnicas que existen para su obtención, el hidrógeno verde obtenido me-

dianter electrólisis es la demanda predominante que ha fijado las políticas internacionales. No solo por los posicionamientos que han tomado las administraciones nacionales e internacionales, sino también por la madurez en el grado de desarrollo de estas tecnologías consecuencia de ello.

Se trata de la forma de obtención de hidrógeno más respetuosa con el medioambiente y que mayores garantías de desarrollo y bajas emisiones existe hasta la fecha.

Se pueden catalogar como producción de hidrógeno en función del electrolito aplicado en la electrólisis los siguientes tres tipos: Electrolizador Alcalino (AE o AEL, Alkaline Electrolysis), Electrolizador con polímero sólido conductor de protones (PEMEL o PEM, Proton Exchange Membrane Electrolysis) y Electrolizadores de óxido sólido (SOEL, Solid Oxide Electrolysis) [5].

Se podría sumar el Electrolizador directo de agua de mar (DES, Direct Electrolysis of Seawater) por el notable impacto que tiene el uso del agua de mar ya que el agua de mar es uno de los más abundantes recursos en el planeta y, la electrólisis del agua de mar bajo condiciones apropiadas, produce hidrógeno y dióxígeno con 100% de eficiencia faradaica, pero en la actualidad la tecnología no está lo suficientemente desarrollada, aunque se está profundizando en ella.

La electrólisis alcalina (AE) tiene como principal característica que su electrolito es una solución acuosa de KOH al 25-35%, que tiene una temperatura de trabajo de entre 70-90 °C y a una presión por debajo de los 3,2 MPa.

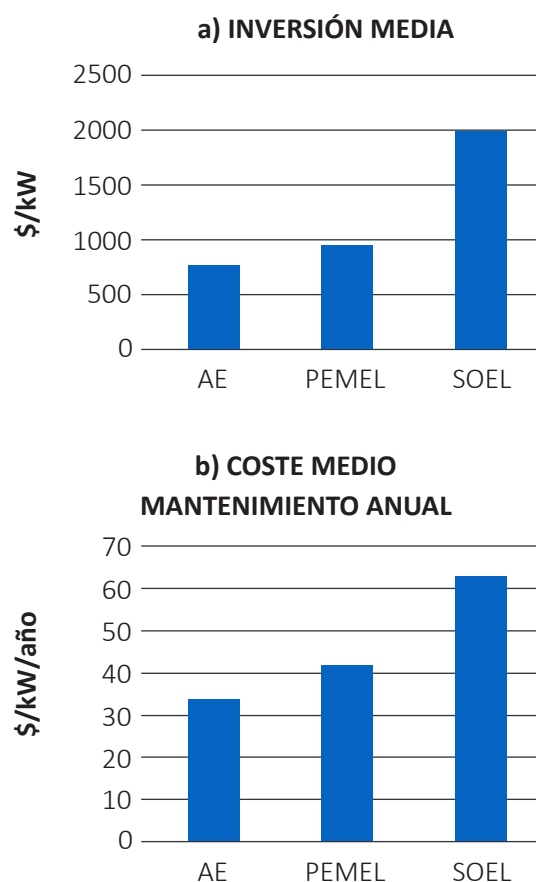
La eficiencia de estos sistemas permite un consumo de energía específico de entre 4,5-5,5 kWh/Nm<sup>3</sup> y más de 30 años de vida útil. Además, al tratarse de una tecnología muy estudiada y que tiene unos costes de desarrollo e implantación relativamente bajos, está clasificada como la tecnología más apropiada para producir hidrógeno verde a gran escala frente a los otros tipos de electrólisis.

En el caso de la tecnología PEM, el principal problema para la implantación es el coste tanto de los catalizadores como de las membranas, lo que hace muy complicado el desarrollo a gran escala y, en el caso de la tecnología SOEL, debido a la complejidad química que presenta, se encuentra desarrollada en módulos de pequeña escala, es decir, por debajo del MW.

Un resumen comparativo de las características de estos tipos de electrólisis se recoge en la Tabla 2, y se amplía en las gráficas de la figura 2.

Características	AE	PEM	SOEL
Inversión (\$/kW)	500-1000	600-1300	>2000
Inversión media(\$/kW)	750	950	2000
Coste de mantenimiento (\$/kW año)	10-60	18-65	>65
Vida útil (horas)	100.000	100.000	100.000
Necesidad energética (MJ/kg)	170	170	135
Peligrosidad	Media	Muy baja	Media

Tabla 2. Características de las tecnologías de electrólisis



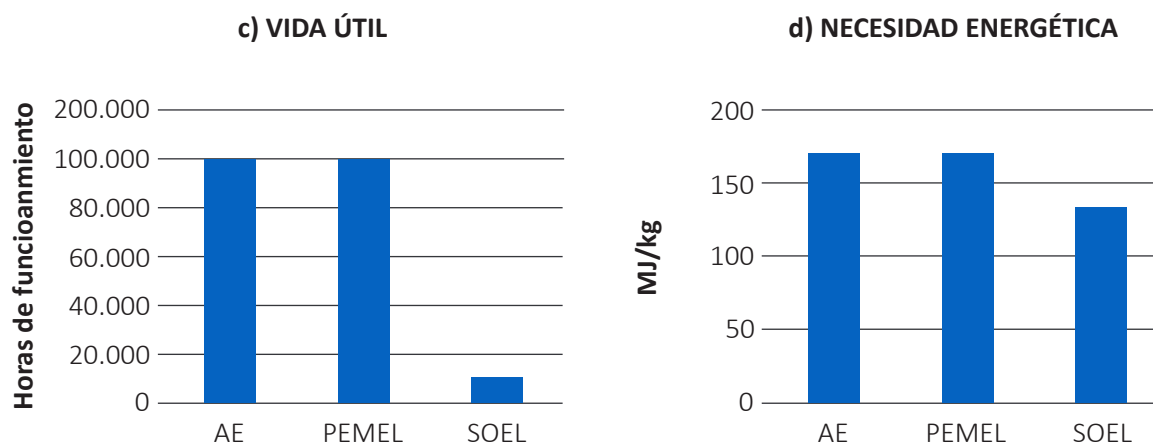


Figura 2. Inversión media para cada proceso de electrólisis (a), coste medio de mantenimiento anual para cada proceso de electrólisis (b), vida útil (c), y necesidad de energía para cada proceso de electrólisis (d).

El AE presenta los costes medios de inversión y de mantenimiento más bajos de los tres tipos de electrólisis. Además, tiene una de las mayores vidas útiles junto con el sistema PEM y, aunque no presenta una necesidad energética tan baja como el sistema SOEL, es el segundo por detrás.

Si a esto se le suma que la peligrosidad de este sistema es moderada, la tecnología AE se considera el método de producción de hidrógeno verde más rentable y seguro hasta la fecha.

## 5. La situación del hidrógeno en el sector marítimo

El hidrógeno puede emplearse de diferentes formas a bordo de un buque:

- Como combustible en motores de combustión.
- Como combustible de pilas o células de combustible.
- Formando parte de otro combustible.

No obstante, sí que presenta varios problemas que, en la actualidad, dentro del sector marítimo, presentan desafíos técnicos y legislativos que aún no están solventados.

En primer lugar, hay que abordar su forma de almacenamiento a bordo.

Mientras el gas natural puede almacenarse en forma líquida a  $-163\text{ }^{\circ}\text{C}$  como Gas Natural Licuado (GNL), en la actualidad la forma más segura de llevar el hidrógeno a bordo es en tanques sobre cubierta y en forma de gas, lo que hace que la capacidad de almacenamiento sea menor.

La temperatura del hidrógeno licuado a presión atmosférica es  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$  inferior a la del GNL, esto quiere decir que el sistema de servicio de combustible va a estar sometido a fuertes variaciones térmicas, mayores incluso que las de un sistema de GNL, llegando a variaciones de entorno a los  $270\text{ }^{\circ}\text{C}$ , cuando en un sistema de GNL es de entorno a los  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Así mismo, la fragilización del hidrógeno puede dar lugar a cambios en el funcionamiento del acero y de los materiales destinados almacenarlo, siendo mayor el riesgo de fugas en instalaciones de hidrógeno licuado que de GNL. Para corregir esto, se necesitarán mejores materiales, más investigación y, por lo tanto, mayor inversión.

Otro dato para tener en cuenta en la cadena de almacenamiento del hidrógeno es que sólo es líquido entre los  $-240\text{ }^{\circ}\text{C}$  y los  $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ , lo que va a obligar a sistemas muy avanzados que eviten el calentamiento de la carga tanto por la transferencia de calor durante su almacenamiento, como durante las operaciones de carga/descarga, lo que originaría problemas en la gestión del *boil-off gas* (BOG) generado.



Además, de almacenarse hidrógeno líquido, es necesario evaluar su fenómeno de *sloshing*. Con una energía de ignición inferior de 0,02 MJ, y las cargas electroestáticas que se generen mediante el balance de la carga, pueden darse casos de autoignición en los tanques de almacenamiento, siendo esta energía requerida por el LNG de 0,28 MJ, bastante superior a la del hidrógeno.

A mayor abundamiento, y de acuerdo con los experimentos desarrollados en laboratorio, se ha obtenido que la velocidad de propagación de la llama de hidrógeno es muy superior a la del metano, de hecho, se ha cuantificado este incremento de velocidad en 10 veces más rápido que cualquier otro hidrocarburo.

En segundo lugar, tampoco existe una normativa marítima de referencia sobre el hidrógeno como combustible. Sí hay algunas extensiones de requisitos por las similitudes con el gas natural, pero no una normativa como tal que sirva a armadores y técnicos de referencia a la hora de instaurar este tipo de combustible a bordo. Esto permitiría generar seguridad jurídica ya no solo a nivel técnico, sino a la hora de realizar contrataciones como, por ejemplo, de pólizas de seguros.

Tampoco existe una formación como tal para los marinos que operen en buques con hidrógeno como combustible a bordo, ya que van a requerir de una elevada formación y capacitación debido a los altos estándares de seguridad que requerirían estos equipos.

En tercer lugar y para finalizar, la disponibilidad de hidrógeno está muy limitada tanto por la falta de infraestructuras como por el desarrollo definitivo de la electrólisis del agua, que requiere de una madurez tecnológica que alcanzará, previsiblemente, la madurez tecnológica óptima en 2030. Además, tendría que luchar en contra de la necesidad de una amplia red de abastecimiento a escala mundial que en la actualidad es prácticamente inexistente y que, hoy en día, como combustible, no puede competir contra el GNL.

Por ello el papel que tendría el hidrógeno durante esta transición energética en el sector marino sería el de elemento de apoyo a los biocombustibles sintéticos, como el biometanol, biodiesel etc. y su uso en navegaciones del tipo *short sea shipping* con el uso pilas de combustible o motores de combustión

de poca envergadura, principalmente por la limitación del almacenamiento del combustible, pero se descarta en grandes rutas comerciales y a bordo de buques mercantes.

A pesar de estas limitaciones comunes dentro del sector, uno de los proyectos vinculados al hidrógeno en el que hemos trabajado, entre otros, desde CT Ingenieros en su delegación de Ferrol, es en la elaboración del plan de viabilidad de un remolcador con propulsión de hidrógeno.

Este proyecto, liderado por los astilleros Nodosa Shipyard dentro del consorcio H2Tug y del que formamos parte, se encuentra en estado de evaluación dentro del PERTE Naval por parte del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo.

Con ello aspiramos no solo ahondar en la tecnología de implementación de hidrógeno en el marco de los pequeños buques, si no en mejorar el diseño y funcionamiento de las plantas de propulsión con el objetivo de hacer viable el hidrógeno como combustible en determinados sectores del transporte marítimo, siendo pioneros en el desarrollo de esta tecnología en Galicia.

## 6. Conclusión

La implantación del hidrógeno como combustible en el sector marítimo a medio plazo es bastante compleja, ya que existen retos técnicos y legales que es necesario superar para poder garantizar la viabilidad de este tipo de tecnología a bordo, ofreciendo plenas garantías no solo para los armadores y operadores del sector, sino también para las tripulaciones.

El hidrógeno tiene un papel destacado como elemento esencial en la nueva generación de biocombustibles que se están desarrollando en la actualidad, y su implantación permitiría ahondar en la descarbonización y en los objetivos fijados por la Organización Marítima Internacional de reducción de emisiones contaminantes.

Es necesario desarrollar no sólo los aspectos legales y técnicos del hidrógeno en la industria marítima, también las infraestructuras necesarias para garantizar la cadena de suministro a los puertos y a la industria que opera en sus zonas de influencia.

## 7. Fuentes bibliográficas

[1] *El hidrógeno*. Centro Nacional de H<sub>2</sub> <https://www.cnh2.es/el-hidrogeno/>

[2] *Hydrogen from renewable power. Technology outlook for the energy transition* (2018). International Renewable Energy Agency (IRENA) [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Sep/IRENA\\_Hydrogen\\_from\\_renewable\\_power\\_2018.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Sep/IRENA_Hydrogen_from_renewable_power_2018.pdf)

[3] *Del gris al verde, los colores del hidrógeno*. ENAGAS <https://goodnewenergy.enagas.es/innovadores/del-gris-al-verde-los-colores-del-hidrogeno/>

[4] Tom Baxter. *What is blue hydrogen?* Hydrogen Science Coalition <https://h2sciencecoalition.com/es/blog/que-es-el-hidrogeno-azul-deberia-sustituir-al-gas-natural/>

[5] *The Future of Hydrogen* (2019). International Energy Agency (IEA) <https://www.iea.org/reports/>

## ACLUNAGA participará con estand propio en las ferias:



**Expomaritt (Estambul):**  
**11-14 octubre 2023**



**Europort (Rotterdam):**  
**7-10 noviembre 2023**



**International Workboat Show**  
**(New Orleans):**  
**29 nov - 01 dic 2023**

## Hoy entrevistamos a:

**José Ramón Franco**  
Gerente del Grupo INTAF



[intaf@intaf.com](mailto:intaf@intaf.com)

Con más de 80 años de historia y cerca de 200 trabajadores, la compañía matriz de carácter familiar, integra a las filiales Neodyn, Intaf Promecan, Tecman, Sincromecanica, Evolventia y Cogaltra, estas dos últimas con la participación de socios externos. Este Grupo industrial y de servicios se caracteriza por su gran capacidad de innovación, alta diversificación, adaptación al mercado, y su cultura del servicio al cliente.

La historia de INTAF es un fiel reflejo de la vinculación y evolución entre una familia y una empresa con un territorio, Narón. Su modelo de negocio se adaptó de forma constante a las necesidades de sus clientes y a la evolución del mercado para prestar un servicio integral en el ámbito metal mecánico mediante inversión continua en infraestructuras, maquinaria, organización e innovación permanente, y contando siempre con una plantilla polivalente, flexible, profesional y comprometida.

Su estrategia está centrada en mantener la diversificación, la especialización y la ampliación de la cadena de valor en el producto y servicio prestado, que le permiten disponer de una capacidad multidisciplinar y multisectorial.

---

• **¿Dirías que ha cambiado la manera de competir en la actualidad?, ¿en qué sentido? Tanto en el mercado nacional como en el internacional, ¿consideras que se ha producido algún cambio significativo en la manera de hacer negocios, de conseguir contratos?**

El modelo de globalización intensiva ha dado lugar a patrones y estrategias, principalmente por parte de las grandes empresas y corporaciones, que han derivado en una mayor concentración de los procesos de compra, la contratación de mayores paquetes de obra en la mayoría de los casos, y a la obligada necesidad por parte de las empresas proveedoras de productos y servicios de adaptarse a esta nueva realidad. Todo esto, sumado en muchos casos a la centralización de la gestión y de las decisiones

de compras, ha derivado en una falta de contacto directo y de relación entre clientes, proveedores y colaboradores locales; y a un distanciamiento y falta de objetivos comunes entre las áreas demandantes (producción, mantenimiento, etc.,) y las áreas de compras, que por extensión afecta a las financieras.

Por otra parte, en muchos casos priman unos baremos de contratación que no tienen en cuenta el verdadero valor que aportan las PYMES, como cercanía y compromiso. Quizá en estos momentos, y después de los últimos acontecimientos derivados de la pandemia del COVID y la guerra de Ucrania se esté modificando esta estrategia de compra volviendo a tener más en cuenta a los proveedores locales, apostando por una cadena de valor local que sea más próxima a la necesidad.



- **¿Qué particularidades y retos tiene el sector naval desde vuestro punto de vista?, ¿qué clientes necesitamos atraer?**

Partimos de una posición de cierta ventaja, la que supone una industria naval que también se ha ido adaptando a las diferentes etapas de evolución del naval e industrial en la comarca de Ferrol desde hace 300 años. Por ejemplo, con la fabricación y reparación de buques para diferentes usos y servicios tanto en el ámbito civil como el militar; o con las construcciones destinadas al sector petrolífero y gasístico; o a la fabricación de componentes para el sector energético tanto convencional como renovable; y en este momento concreto la intensa actividad en las instalaciones de Navantia Fene destinadas a la eólica marina en colaboración con Windar y bajo la estrategia de la línea de negocio de Navantia *Seanergies*. Derivado de esta trayectoria hemos acumulado un conocimiento que nos permite afrontar con optimismo cualquier reto y superarlo. Debemos de seguir mejorando, y esto pasa por múltiples factores como son la mejora en la organización tanto interna de cada empresa como en la coordinación de toda la cadena de valor, desde la propia fase de oferta del cliente tractor en la que ya debería participar la industria complementaria, al propio programa de mantenimiento hasta el final de la vida útil.



Evidentemente en cada momento hay que dirigirse a clientes, sectores, y oportunidades que permitan explotar al máximo el conocimiento y recursos disponibles, por supuesto sin perder de vista nuevas líneas de actividad emergentes o tradicionales que con las inversiones adecuadas y la disponibilidad de capital humano podemos desarrollar con solvencia y rentabilidad.

- **¿Encontráis dificultades para el desarrollo de vuestra actividad: infraestructuras, transporte, logística, normativas medioambientales...?, ¿podrías indicarnos las ventajas y desventajas, fortalezas y debilidades de la región?**

Partimos de que el empresario no debe de ser conformista, vemos que hay mucho margen para la mejora, pero si echamos la vista atrás, hemos progresado mucho en todos los aspectos aunque ahora vivamos momentos complejos. Desde luego es necesario mejorar el transporte de mercancías y también el de viajeros por ferrocarril, mejorar la accesibilidad a los puertos y aeropuertos, y ser capaces de mantener en un adecuado estado las infraestructuras de transporte.

Considero que debemos de ser capaces como personas, empresas, y administración de obtener un mejor rendimiento de todo lo que tenemos ya, existe mucho margen de mejora. Es necesario reducir y mejorar la burocracia pública administrativa, ni los procesos ni los tiempos son los adecuados para la dinámica actual en la cual la velocidad de desarrollo de la economía nada tiene que ver con la situación de décadas anteriores.

Creo que Galicia es hoy una comunidad que crece, dispone de un tejido empresarial como nunca hemos tenido, hay empresas líderes en sectores como el siderúrgico, naval, automoción, aeronáutico, pesquero, textil, farmacéutico, TIC, etc.; por tanto, tenemos una gran fortaleza empresarial. Lo que nos hace falta es ganar mayor visibilidad tanto en Galicia como en el exterior y ser capaces de dar el salto de la pequeña a la mediana empresa de una forma natural y bien gestionada.

Desde mi punto de vista, las mayores debilidades son la excesiva burocracia y la carga administrativa que sufren las empresas en su día a día; la digitalización ha supuesto un gran avance, pero se ha visto mermada por un continuo incremento de procedimientos y obligaciones que suponen un coste adicional y la falta de aplicación de las tecnologías ya existentes y disponibles.

- **¿Cuáles son, en tú opinión, los puntos flacos de la construcción naval en Galicia?**

La pérdida de recursos humanos cualificados y con alta experiencia a lo largo de estos años; el lento avance en los sistemas de gestión y organización

que permitan a las diferentes partes de la cadena de valor planificar y ejecutar las actuaciones de una forma más optimizada; y la falta de interés en gran parte de la juventud, por las disciplinas profesionales que operan en la industria naval, están lastrando de forma intensiva la evolución de este sector.

Si lo anterior ya es grave y determinante en cuanto a la expectativa de futuro de este sector, lo es también a la hora de plantear nuevas inversiones, ampliación de capacidades y extensión de mercados, máxime si estas requieren de una alta participación de mano de obra cualificada, ya que tendría poco o nulo sentido embarcarse en proyectos cuya viabilidad depende precisamente de la disponibilidad de profesionales, en número y capacitación adecuada.



- **¿Qué diferencia a INTAF del resto de empresas competidoras en cuanto a productos y servicios concretos?**

Hemos crecido lentamente a lo largo de todos estos años, acumulando conocimiento, invirtiendo e innovando, para completar nuestras capacidades y poder ofrecer soluciones a medida en el ámbito metalmeccánico que pueden consistir en el desarrollo de ingeniería, la fabricación de equipos y componentes, el tratamiento térmico del acero, o el mantenimiento y reparación, entre otras. Una de las grandes ventajas es que podemos atender a cada cliente con gran flexibilidad y disponibilidad, adaptándonos a una demanda concreta de un producto u ofrecer el servicio de forma integral.

- **¿En qué forma tenéis pensado seguir desarrollando y expandiendo el negocio?, ¿qué objetivos tenéis de cara a 2024?**

El primer objetivo es mantener la permanente consolidación de la cadena de valor que hemos complementado con la planta de tratamiento térmico del acero.

Además, pretendemos continuar ganando mercado en el sector de las energías renovables y en concreto en el sector eólico, tanto en el terrestre como en el marino.

En el sector naval propiamente, estamos ya colaborando con Navantia en el desarrollo de componentes para las fragatas F-110, también de forma intensiva con el área de Reparaciones Carenas y en el área de eólica marina en dos líneas específicas, por una parte, colaborando en el desarrollo de mejoras en las líneas de producción, y por otra, en programas de I+D+i en la fabricación de componentes para las estructuras de apoyo.

Además, seguiremos apostando por la colaboración con otras empresas en línea de lo que venimos haciendo desde hace más de 10 años, con el desarrollo de planes e inversiones industriales destinadas a adquirir de forma mancomunada capacidades en las que somos deficitarios en Galicia y que formen parte de la cadena de valor estratégica de la empresa gallega. Dos muestras de esta política son Evolvientia en la fabricación de engranajes y Cogaltra en el tratamiento térmico del acero.



- **Se habla de la innovación como uno de los pilares para el desarrollo actual de las empresas, ¿en qué medida la I+D+i ha sido importante en la trayectoria de INTAF? Y, ¿hasta dónde os ha llevado?, ¿está una empresa como INTAF preparada para abordar esta transformación digital?**

La innovación es clave en cualquier empresa, supone adaptarse al cambio continuo del entorno; nosotros hemos trabajado de forma estable e ininterrumpida en este apartado a través de la inversión en maquinaria tecnológicamente avanzada y la participación en proyectos colaborativos, especialmente dedicados a la investigación de materiales y robotización de procesos, todo ello acompañado de una formación continua.

En cuanto a la palabra transformación digital, no creemos tanto en una disrupción como en el avance diario y continuo; en ese sentido, disponemos desde hace muchos años de un modelo integral de gestión empresarial apoyado en una plataforma central que da cobertura a todas las empresas del Grupo operando de forma transversal y cubriendo todas las fases del proceso, y a mayores una serie de soluciones periféricas que interactúan con el sistema central en aquellas áreas de gestión que requieren de una alta personalización, bien para dar cobertura interna, o para dar un mejor servicio a nuestros clientes.

Avanzamos ahora hacia una mayor robotización de algunas actividades como la soldadura y a la propia conectividad entre los diferentes sistemas en planta.

- **Otro desafío al que nos estamos enfrentando es a la renovación de las de trabajadores, ¿por qué los más jóvenes no se sienten atraídos por el sector?, ¿de qué manera pueden las empresas seducir a los jóvenes talentos?, ¿tenéis este problema/dificultad en INTAF?, ¿por qué crees que es?**

El sector naval tiene la tendencia a ser cíclico en cuanto a actividad y en consecuencia no genera puestos de trabajo estables, lo que ha dado lugar a que una parte del personal que se ha ido formando durante años se haya desplazado a otros sectores e incluso a otros lugares buscando principalmente la estabilidad en los puestos de trabajo que este sector no podía ofrecer.

Debemos de trabajar de forma conjunta en conseguir que la construcción naval sea un sector más

atractivo, en ser capaces de captar el interés de los y las trabajadoras. Es necesaria una mejora en la regulación de las condiciones laborales, también generar expectativas reales de mantenimiento del puesto de trabajo, y desarrollar planes de formación permanentes y adecuados a las necesidades reales, actuales y futuras, y por supuesto, tanto en puestos de oficio directo a través de la F.P. como a nivel universitario

En el caso de Ferrolterra, y en concreto en Navantia, una falta de renovación permanente y secuenciada del personal que se iba retirando ha dado lugar, por una parte, a que durante años no se hayan convocado plazas que paulatinamente fueran incorporándose a la plantilla y por consiguiente cogiendo el testigo estas personas, perdiendo el conocimiento acumulado; por otra, en que ahora se estén realizando convocatorias intensivas de plazas en el astillero público que en su mayor parte se están cubriendo con personal de la industria más próxima. Algo que nos está afectando a muchas empresas, perdiendo mano de obra cualificada en la que hemos invertido durante años en algunos casos.

En INTAF, precisamente para evitar esos picos hemos seguido una estrategia de diversificación tanto de sectores como de clientes, lo que nos ha permitido ofrecer una gran estabilidad laboral logrando una rotación mínima. Pero no podemos abstraernos de la situación y efectivamente es necesario un relevo generacional que en muchas ocasiones es muy difícil, más teniendo en cuenta que en algunos grados de ingeniería o ciclos de FP se matriculan pocos alumnos y finalizan muchos menos.





- **Los índices de productividad en España siguen siendo relativamente bajos comparados con los de la media europea. ¿De qué manera está relacionado este problema con la formación de los profesionales?**

Efectivamente está muy ligado, hemos pasado de unas escuelas de aprendices con magníficos resultados a una etapa en la que no había apenas formación en la empresa; sin embargo, ahora con la FP dual puede revertirse esta situación, y por lo que vamos viendo, la universidad está apostando por un modelo similar.

Con la perspectiva que da la experiencia, me gustaría animar a la gente joven a elegir estudios relacionados con esta industria, que es uno de los motores de la sociedad del bienestar, y que por otra parte, estamos seguros de que les permitirá llevar un adecuado nivel de vida.

Cabe señalar, que no en todos los casos, la posible falta de productividad esté vinculada exclusivamente al factor de la formación o la capacitación, prueba de ello es que los profesionales que salen de este sector y de muchos otros en diferentes puntos geográficos suelen tener una alta valoración tanto en España como en otros países. La productividad es consecuencia de muchos otros factores y que en cada caso requieren de un análisis más pormenorizado.



- **La protección del medioambiente es uno de los retos a los que se enfrenta la industria, ¿crees que se están tomando medidas al respecto, os afectan negativamente?, ¿en qué se podría mejorar?**

Es una realidad que en otro tiempo el medio ambiente no era una prioridad absoluta en el desarrollo de muchas actividades, entre ellas también el sector naval, sin embargo, hoy es impensable que este factor no sea determinante en la estrategia del sector y en todas sus actividades. Es una cuestión que podemos ver hasta en la orientación de las líneas de negocio; prueba de ello es Navantia *Seanergies* y la línea de actividad de eólica marina.

En cualquier caso, el sector y los agentes que en él operamos, desde los astilleros hasta la industria auxiliar, debemos fijar como prioridad hacer compatible el desarrollo de la actividad con un total respeto y protección al medio ambiente.

- **En un momento como el actual, ¿qué medidas considerarías urgentes/necesarias para potenciar y proteger el sector?**

Una ejecución ágil y adecuada del PERTE naval puede suponer una gran oportunidad de mejora; incrementar la colaboración público privada, planificar inversiones de forma coordinada, y buscar nuevos mercados de forma activa son pilares fundamentales.

En el caso de Ferrolterra y Navantia, una mayor integración de la industria de apoyo y una regulación laboral adecuada, rigurosa y estable. Inversiones que permitan proporcionar al sector unas adecuadas capacidades operativas, entre otros un nuevo dique seco, la renovación del parque de maquinaria, medios productivos y auxiliares, el parque de grúas exteriores, y por supuesto fundamental, un plan de formación permanente para acompañar a la incorporación también permanente y secuenciada de personal tanto a la industria principal como a la de apoyo.

- **La presencia de las mujeres es escasa en el sector naval. ¿Se está incentivando la participación de la mujer en el sector?**

Es uno de los problemas que hemos afrontado históricamente, la falta de mujeres en el sector metalmeccánico. En este sentido, creo que todos estamos abiertos y deseando una mayor participación de mujeres, que puedan elegir una formación re-

lacionada con el sector, además, estamos seguros de que les permitirá disponer de un gran abanico de oportunidades laborales. Las empresas debemos también asumir el desarrollo de las actuaciones necesarias para facilitar esta integración en el mayor abanico de puestos posible.

Quiero aprovechar para destacar el papel de la mujer en el sector que, aunque limitado en cuanto a número y tipología de puestos, en nuestro grupo empresarial y en la mayoría de las empresas que conozco han desarrollado y desarrollan su responsabilidad con la máxima eficiencia y compromiso.

- **¿Trabaja el sector naval de forma unida?, ¿cómo se ve desde una empresa auxiliar?**

Como ya señalé, considero que es uno de los grandes retos y con margen de mejora, cooperar, invertir de forma coordinada, aportar soluciones integradas por varias empresas, y facilitar a la industria tractora la ejecución de sus proyectos, son entre otras, algunas de las líneas a desarrollar y mejorar.

- **¿Cuál ha sido su receta para mantenerse tantos años siendo viables y competitivos?, la demanda a sus servicios, ¿cómo evolucionó en los últimos años?**

Los ingredientes han sido: mucho trabajo, esfuerzo, compromiso, fiabilidad e innovación. Con esto hemos logrado fidelizar clientes a los que acompañamos casi desde nuestro nacimiento y hemos logrado disponer de recursos humanos cualificados y comprometidos.

A partir de ahí, desde nuestro núcleo de negocio, nos hemos adaptado a la demanda con un servicio incremental en el que hemos pasado de entregar piezas o componentes bajo plano del cliente a diseñar soluciones completas de un producto, fabricarlo, montarlo en sus instalaciones, mantenerlo, y cuando llega el caso, desinstalarlo.

- **¿Habéis tenido que variar su estrategia o planes de futuro como consecuencia de la situación económica acaecida con la pandemia recientemente, y con la situación derivada de la guerra en Ucrania?**

Creo que como todas las empresas y sectores he-

mos sufrido el incremento de precios de la materia prima y de la energía fundamentalmente, así como desabastecimiento en algunos momentos, pero hemos logrado la confianza del sector y de nuestros clientes. Aunque ha supuesto un esfuerzo importante hemos ido gestionando lo mejor posible la situación, acordando precios con nuestros clientes y proveedores, y asumiendo el reto de la superación de esta crisis desde el primer momento.

- **Teniendo en cuenta los desafíos y retos que se plantean. ¿Es optimista de cara al futuro?**

He asumido el reto de la sucesión de una pequeña empresa familiar a los 16 años (1.972), con la excepcional colaboración de mi padre y de mi madre, en este caso como un claro ejemplo de mujer trabajadora y comprometida. Con el tiempo se ha incorporado mi mujer, y a día de hoy, dos hijos están integrados en la empresa. La vocación de empresa familiar, comprometida, y con vitalidad la llevamos en la sangre y, por lo tanto, no nos falta optimismo.

Tratamos de trasladar a nuestro entorno familiar, personal, colaboradores, proveedores, clientes, etc., nuestra vocación de permanencia y optimismo, incluso en un momento muy complejo en el cual parece que los empresarios, autónomos, profesionales liberarles, etc., no gozamos de un razonable aprecio por parte de algunas opciones políticas con alta capacidad de influencia y gobierno, y que está derivando en la creación de un clima social tendente a valorar negativamente a este colectivo y la condición mayoritaria que representamos y profesamos, que se basa en trabajo, esfuerzo, compromiso y creación de riqueza. Esperemos, que quienes tienen responsabilidades en este ámbito se den cuenta y se retome la senda adecuada que impida el abandono paulatino de quienes estamos en este momento; y lo que es más importante, que se estimule la cultura del emprendimiento y la creación de empresas.



# AGRADECIMIENTOS

**CONCELLO DE VIGO**

**CONCELLO DE VIGO**



**SIEMENS**

**SIEMENS**

**GEFICO**

**Gefico**

**GRUPO INTAF**



**grupo intaf**

**DETEGASA**



**detegasa**  
GRUPO ARGOS

**Va de Barcos.net**



**LIDOMARINE**

**LIDO MARINE**

**FERRI**

**FERRI**

**CT INGENIEROS**



**PIPEWORKS**



**PipeWorks**

**NDAR**





## Donde encontrarnos:

---



**Oficina de VIGO:** Montero Ríos nº38, 1º izquierda. 36201. Vigo, Pontevedra.

**Oficina de FERROL:** Edificio CIS Tecnoloxía e Deseño, A Cabana s/n,  
Desp.1.1-15590 Ferrol, A Coruña.

Teléfono: 981 57 82 06

Fax: 986 90 52 83

[www.aclunaga.es](http://www.aclunaga.es)