

EDICIÓN ESPECIAL

Transporte XXI

01 Noviembre 2026

SMART
PORTS



EVENTOS | CONFERENCIA 'SMART PORTS'

ESCAPARATE INTERNACIONAL DE INNOVACIÓN Y ECONOMÍA AZUL

BARCELONA SIGUE PONIENDO RUMBO AL FUTURO CON UNA NUEVA EDICIÓN DE LA CONFERENCIA 'SMART PORTS: PORTS OF THE FUTURE', QUE REÚNE A PUERTOS, STARTUPS, EMPRESAS, INSTITUCIONES E INVERSORES PARA ABORDAR GRANDES RETOS

Barcelona vuelve a reunir a algunos de los principales líderes internacionales en innovación portuaria, inversión en economía azul, sostenibilidad oceánica y desarrollo del talento marítimo. Se trata de la octava edición de la conferencia 'Smart Ports: Ports of the Future', organizada por el Port de Barcelona.

El encuentro se celebra bajo el paraguas del congreso 'Tomorrow. Blue Economy' del Smart City Expo World Congress (SCEWC), entre el 3 y 5 de este mes de noviembre, en las instalaciones de Gran Vía de Fira de Barcelona.

A la cita no faltan representantes de puertos, startups, empresas, instituciones públicas e inversores para abordar los grandes retos que marcarán el futuro del sector marítimo y portuario. Incorpora una zona de innovación con 50 startups de economía azul y da visibilidad a los programas de aceleración Lighthouse y New Latitude del Port de Barcelona.

Lighthouse es un programa internacional de aceleración para startups que

desarrollan soluciones innovadoras en los campos marítimo, portuario, logístico y economía azul en un sentido amplio. Por su parte, Port de Barcelona ha creado New Latitude para responder a desafíos reales en el sector portuario internacional identificando, evaluando y validando soluciones tecnológicas escalables



Operativa de instalación de una Life Boosting Unit del RegenPorts.

que puedan replicarse en otros entornos portuarios.

"La misma filosofía inspira a BlueTechPort y la Fundación BCN Port Innovation, dos iniciativas crea-

Inauguración de la pasada edición con el presidente del Port en el centro de la imagen.



das por el Port de Barcelona para consolidar un entorno donde las ideas puedan evolucionar en proyectos empresariales con un

nizado conjuntamente por el Port de Barcelona y el Cities Today Institute, que congrega a unos veinte gestores de innovación de enclaves portuarios que están apostando fuerte por la innovación, como son el propio puerto catalán, Los Ángeles, Hamburgo, Amberes-Brujas, Róterdam y Gotemburgo, para compartir experiencias, buenas prácticas y visiones sobre los retos que enfrentará el sector en los próximos años.

Una realidad en 2028

El Port de Barcelona y el World Trade Center Barcelona (WTCB) dieron a principios de año el pistoletazo de salida a la construcción del BlueTechPort, el nuevo espacio para la innovación que será una realidad en 2028. El BlueTechPort convertirá los antiguos tinglados del muelle Sant Bertran en un nuevo espacio de 25.000 metros cuadrados de super-

impacto real", señalan desde la Autoridad Portuaria.

La agenda de la conferencia incluye una reunión del Foro de Liderazgo sobre Innovación Portuaria, orga-



ficie para empresas y organizaciones vinculadas a la economía azul. *BlueTechPort*, que supone una inversión de unos 60 millones de euros, no será solo un edificio. “Será el epicentro de un ecosistema innovador que irá más allá del muelle Sant Bertran para

convertir la zona portuaria de Barcelona en un gran área de pruebas donde las innovaciones vinculadas al sector portuario y a la economía azul podrán convertirse en realidad”, añaden fuentes de la Autoridad Portuaria.

Un pilar complementa-

rio al espacio de economía azul es *BCN Port Innovation Foundation*, fundación privada y sin ánimo de lucro impulsada por el Port de Barcelona para acelerar la innovación. Y *BCN Port Innovation Foundation* ha promovido la primera instalación de *RegenPorts* para integrar la regeneración marina en la actividad portuaria y demostrar que los puertos pueden convertirse en espacios activos para la biodiversidad y la innovación.

RegenPorts está desarrollando un modelo integral para hacer posible la regeneración marina en entornos portuarios con garantías técnicas, científicas y operativas, además de que sea medible, escalable y replicable.

El programa ha desarrollado un protocolo operativo y un marco de seguros específico para garantizar que el despliegue de estas soluciones coexista con la actividad portuaria.

Este enfoque se complementa con un sistema triple de validación (técnico, científico y operativo) que garantiza el funcionamiento de las tecnologías, la acreditación por parte de los centros de investigación y la viabilidad del despliegue en el contexto real de

un puerto en funcionamiento.

El programa proyecta incorporar en su portafolios diferentes soluciones adaptadas a los distintos espacios portuarios. Las denominadas *Life Boosting Units*, que favorecen la recuperación de la biodiversidad en muros verticales de muelles, son la primera tecnología en la fase de comercialización dentro de *RegenPorts*.

Paralelamente, el programa continúa avanzando en la validación de nuevas soluciones dirigidas a otras áreas de intervención. Con este despliegue, el puerto de Barcelona tendrá alrededor de 100 unidades instaladas.

Según el Observatorio de la Economía Azul, impulsado por Ayuntamiento de Barcelona, el Port de Barcelona y la Universitat de Barcelona, este sector generó un volumen de negocio de más de 11.190 millones de euros en Barcelona en 2024, lo que representa el 5 por ciento de la actividad económica total de la ciudad. Se trata de un sector que engloba actividades de alto valor añadido con niveles de productividad más de un 20 por ciento superiores a la media de la ciudad.

€
11.190
MILLONES
DE FACTURACIÓN
APORTA LA
ECONOMÍA AZUL



OPINIÓN | CLARIFICANDO EL CONCEPTO

EL DATO Y SU GOBERNANZA, MOTOR DEL *SMART PORT*

FRANCISCO
TOLEDODirector de la Cátedra
Smart Ports

Desde la creación de la Cátedra Smart Ports en 2023, hemos hecho mucho hincapié en clarificar el concepto de *smart port*. En mi opinión, deberíamos plantearnos una cuestión: ¿estamos construyendo puertos genuinamente inteligentes o simplemente infraestructuras más o menos conectadas?

Un *smart port* no es un cúmulo de sensores de última generación, pantallas gigantes en centros de control o soluciones de inteligencia artificial sin un objetivo claro. Tampoco es transformación digital tener una app o escanear un impreso en papel para tramitarlo como PDF por correo electrónico. Sin un propósito estratégico unificado de poco sirve tener las herramientas más sofisticadas. Disponer de una terminal semiautomatizada o desplegar una red 5G en el recinto portuario es, sin duda, un avance técnico importante, pero si esos sistemas no conversan entre sí ni aportan un valor tangible a la comunidad logística y portuaria, poner la etiqueta *smart* simplemente no procede.

Entonces, ¿qué es un puerto inteligente? Desde mi punto de vista, es, sobre todo, gobierno de datos con el fin de compartirlos empleando tecnologías avanzadas para dar un mejor servicio y crear valor a los distintos agentes portuarios. En definitiva, conseguir con ello ser más eficientes, más seguros y más sostenibles.

A partir de un modelo de gestión estratégico, integral y sostenible, el puerto inteligente opera como un ecosistema hiperconectado e interoperable en el que la tecnología actúa como un medio, nunca como un fin. Y en este puerto el núcleo central es el gobierno eficiente del dato, es decir, transformar toneladas de información dispersa sobre tiempos de espera, trazabilidad de carga, consumos energéticos o flujos de tráfico pesado en inteligencia operativa en tiempo real que vaya incluso más allá del puerto y llegue a sus cadenas logísticas.

Así, un puerto inteligente predice cuellos de botella antes de que ocurran, permite no iniciar operativas si se prevé que tendrán que pararse por imperativo medioambien-

tal, optimiza la escala de un buque para reducir emisiones y garantiza que la mercancía fluya con la menor fricción posible a través de toda la cadena intermodal, por destacar algunas capacidades. Ya lo dije en su día y me reafirmo: los datos son el nuevo oro del siglo XXI y el gran activo del ecosistema portuario que aún está por explotar.

No hay que olvidar que este modelo debe abanderar la sostenibilidad económica, ambiental y social, aportando valor real no solo a las grandes navieras o a las autoridades portuarias, sino a transitarios, transportistas, operadores ferroviarios y ciudades.

Llegados a este punto, hay que plantearse una cuestión: la teoría está clara, pero ¿por qué cuesta tanto poner en práctica todo esto? La respuesta no está en la falta de *microchips*, sino en las barreras humanas e institucionales.

El primer obstáculo que destacaría es la resistencia cultural al cambio. Seguimos percibiendo la información como poder o como algo privativo y exclusivo, y no como un recurso compartido que multiplica su valor cuando circula.

La falta de interoperabilidad entre las plataformas del sector público y las herramientas del sector privado sigue creando brechas insalvables en la cadena logística digital. Esto es algo totalmente erróneo, porque en el ámbito de los puertos inteligentes, colaborar no es una señal de debilidad, sino una estrategia inteligente. A mí me gusta hablar de “cooperencia” (colaboración + competencia), es decir, colaboración con la competencia en ciertas áreas para lograr objetivos comunes, mientras se compite en otras. Esto implica reducir costes de desarrollo, acceder a nuevos mercados, compartir riesgos tecnológicos e impulsar estándares

industriales. En definitiva, es competir con inteligencia.

Un ejemplo de esa “cooperencia” se da en el *think tank* de la Cátedra Smart Ports donde once autoridades portuarias, que representan toda la diversidad del sistema portuario español, estamos colaborando para hacer medible la norma UNE de Puertos Inteligentes que impulsó Puertos del Estado. Eso permitirá autoevaluaciones que muestren a cada puerto conocer cómo está en cada uno de los 160 ítems que contiene, en cada una de las seis áreas y también globalmente. Permitirá compartir buenas prácticas, evitar caminos que otros han transitado sin el éxito esperado y trabajar en líneas complementarias en vez de repetirse.

Otro obstáculo importante es el déficit de talento digital capaz de entender de manera simultánea la complejidad operativa del muelle y el lenguaje de las nuevas tecnologías. A esto se suman las barreras en ciberseguridad, que generan recelos (comprensibles) a la hora de compartir datos críticos, al tiempo que las gobernanzas tradicionales y rígidas de nuestras administraciones avanzan a un ritmo diferente a las exigencias del mercado global.

Ser un puerto inteligente no es una meta, sino un camino constante de mejora y adaptación. No se trata de ejecutar megaproyectos con visos de ser revolucionarios, sino de aplicar pragmatismo, visión transversal y disposición a colaborar y compartir.

El futuro del *smart port* pasa por simplificar, conectar e integrar. La verdadera disrupción no la marcará el algoritmo más complejo, sino su capacidad para derribar obstáculos, confiar en el dato compartido y poner la innovación tecnológica al servicio de las personas, la eficiencia y la sostenibilidad.

UN SMART PORT NO ES ACUMULAR SENSORES NI UTILIZAR IA EN UNA APLICACIÓN, SINO ADOPTAR UN MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL, COLABORATIVO Y CENTRADO EN EL VALOR REAL PARA LA COMUNIDAD PORTUARIA

Somos parte del cambio

Como en casa

El *home port* para
los **barcos más sostenibles**

Transparente

Sostenible

Conectado

Eficiente



Port de Barcelona

www.portdebarcelona.cat

PUERTOS INTELIGENTES | EVOLUCIÓN

DEL LABORATORIO AL MERCADO PORTUARIO

EL FONDO DE INNOVACIÓN DE PUERTOS DEL ESTADO IMPULSA LA DISRUPCIÓN CON LA FINANCIACIÓN DE SOLUCIONES Y PROYECTOS QUE REFUERZEN LA COMPETITIVIDAD INTERNACIONAL DE LOS MUELLES ESPAÑOLES

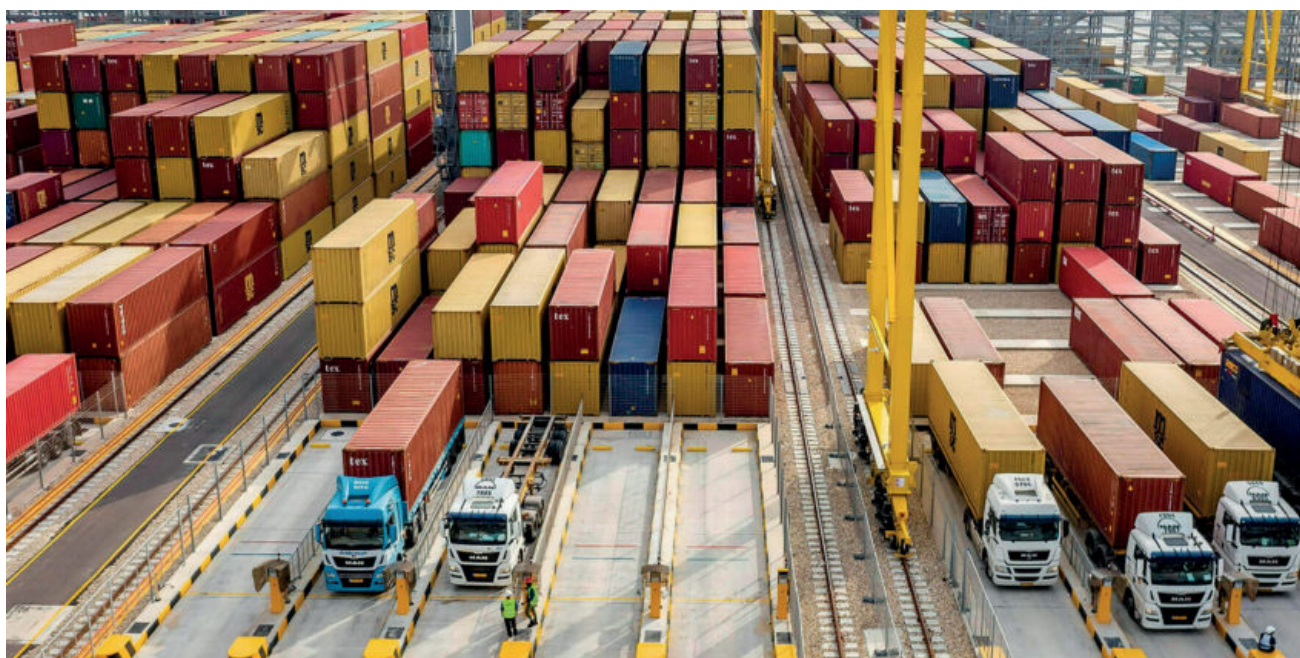
En un sector donde la conectividad marítima, la rapidez de las operaciones y la capacidad para reducir costes determinan buena parte de la elección de una escala o una ruta logística, la innovación ha dejado de ser un complemento para convertirse en un factor estratégico. Con esa premisa nació en 2020 Ports 4.0, el fondo de capital impulsado por Puertos del Estado y las autoridades portuarias para acercar el talento tecnológico a las necesidades reales de la cadena logístico-portuaria. Seis años después, el programa ha ampliado su alcance, ha movilizado decenas de millones de euros y ha construido un espacio de colaboración entre emprendedores, empresas tecnológicas, investigadores y gestores portuarios.

La evolución del fondo refleja también un cambio de prioridades en el sistema portuario español. Tras décadas en las que la inversión se concentró en ampliar muelles, terminales y conexiones terrestres, el reto consiste ahora en sacar más partido a las infraestructuras existentes, hacer más predecibles las operacio-

Proyectos Comerciales- para cubrir desde las primeras fases de desarrollo tecnológico hasta la preparación de una solución para su llegada al mercado. Esta arquitectura permite que una propuesta no dependa exclusivamente de la capacidad financiera de una *startup* para superar la distancia entre un prototipo y una aplicación industrial.

Las primeras convocatorias, lanzadas en 2020, sentaron las bases de este modelo de innovación abierta. En 2021 se amplió la dotación de las nuevas convocatorias y se reforzó la participación de las autoridades portuarias como facilitadoras de las iniciativas. El programa comenzó así a conectar a los desarrolladores tecnológicos con escenarios reales de las operaciones, una condición fundamental en un entorno donde una solución debe demostrar su

Reducir la huella ambiental y ofrecer servicios de mayor valor añadido a las navieras, es uno de los retos.



LA INNOVACIÓN Y LA TECNIFICACIÓN DE LOS PUERTOS, EL GRAN OBJETIVO

nes, reducir la huella ambiental y ofrecer servicios de mayor valor añadido a navieras, operadores logísticos y cargadores. Ports 4.0 pretende que esas mejoras no se queden en proyectos experimentales, sino que puedan convertirse en soluciones aplicables y comercializables dentro y fuera de España.

El diseño inicial de Ports 4.0 ya incorporaba una característica diferencial: acompañar la innovación durante sus distintas etapas de maduración. El fondo se estructuró en tres modalidades -Ideas, Proyectos Precomerciales y

utilidad en terminales, muelles, accesos o instalaciones sometidas a exigencias de seguridad y continuidad de los servicios.

La dimensión alcanzada confirma la consolidación del instrumento. A fina-

les de 2025, Puertos del Estado cifraba en más de 215 las ideas y proyectos financiados desde el lanzamiento del fondo, con una inversión superior a los 47 millones. En marzo de 2026, el organismo comunicó que el programa había recibido 164 propuestas en la última convocatoria de Ideas, un 88,5 por ciento más que en la edición de 2023. La cifra apunta a una creciente capacidad para atraer talento, aunque el verdadero indicador de éxito será que las soluciones financiadas se traduzcan en mejoras operativas y nuevos servicios con recorrido comercial.

El salto de escala también se aprecia en la financiación. El programa ha ido incorporando nuevas convocatorias para mantener el flujo de proyectos en distintas fases de desarrollo y facilitar que las tecnologías que superan la experimentación puedan avanzar hacia su explotación. El objetivo ya no es únicamente identificar ideas prometedoras, sino reducir el riesgo de su implantación y favorecer su adopción por los operadores.

Proyectos destacados

Entre las iniciativas impulsadas por Ports 4.0 destacan propuestas que abordan problemas muy concretos de la actividad portuaria. No existe una clasificación única que permita establecer cuáles son las mejores en términos absolutos, pero algunos proyectos sobresalen por su grado de desarrollo, su aplicación práctica o su potencial para

extenderse a otros enclaves. Uno de los ejemplos más representativos de la orientación ambiental del fondo es PERSEO, desarrollado por Sensia Solutions y Fundación ValenciaPort. El proyecto emplea un sistema de imagen

multiespectral de alta sensibilidad, con cinco cámaras especializadas, para detectar y cuantificar gases asociados a la combustión de buques, vehículos y maquinaria.

Las campañas experimentales realizadas en Valencia, Sagunto y Gandía han permitido probar la tecnología en entornos portuarios reales.

Su valor comercial reside en transformar la medición de emisiones en información útil para las autoridades portuarias y los operadores. Identificar las fuentes más contaminantes permite orientar medidas correctoras, evaluar resultados y avanzar hacia una gestión ambiental basada en datos, en lugar de depender exclusivamente de estimaciones generales.

Por su parte, *5G Radar for Smart Transport* es una iniciativa, impulsada por 5G Communications for Future Industry Verticals, Advanced Algorithms 4 Radar y Fundación ValenciaPort, que combina comunicaciones 5G, radar de alta precisión, inteligencia artificial, procesamiento en tiempo real y gemelo digital. Su planteamiento contempla aplicaciones como la asistencia inteligente al atraque de embarcaciones y el control de la movilidad terrestre y marítima. La posibilidad de obtener información precisa y actualizada sobre los movimientos en el recinto puede ayudar a mejorar la seguridad, coordinar flujos y reducir ineficiencias en la interacción entre los distintos modos de transporte.

Asimismo, el proyecto OASIS, vinculado a Ocean Ecosystems y sus colaboradores, propone transformar infraestructuras marinas convencionales en espacios capaces de favorecer la biodiversidad. Su enfoque combina soluciones de regeneración ecológica con plataformas de captación de datos, inteligencia artificial y modelos digitales para monitorizar los resultados. La propuesta amplía la noción de sostenibilidad portuaria: no se limita a reducir el impacto de la actividad, sino que busca generar beneficios ambientales medibles.

Si sus resultados pueden verificarse y replicarse, abre una vía de innovación aplicable a diques, muelles y otras estructuras marítimas.

Por su parte, el proyecto *Steel Free Heavy Pontoons* trata de repensar la

construcción portuaria. La iniciativa liderada por Ronáutica Marinas, junto con Aquática Ingeniería Civil y la Universidad de A Coruña, desarrolla pantanones de hormigón cuyo núcleo estructural prescinde del acero, según el planteamiento del proyecto. Su demostración final se realizó en el puerto de Vigo en julio de 2026. La propuesta representa otra vertiente del fondo: innovar no siempre significa incorporar inteligencia artificial o sensores. También implica revisar materiales, diseños y



Operaciones en la terminal semiautomatizada de TTI Algeciras, una de las perlas tecnológicas del sistema portuario español.

procesos constructivos para buscar infraestructuras más adecuadas a las necesidades de explotación y mantenimiento del entorno marítimo.

Por último, entre las iniciativas seleccionadas en las primeras convocatorias comerciales figura CYBERCOP, un proyecto de robot autónomo de vigilancia. Su planteamiento conecta con una de las necesidades estructurales de los recintos portuarios: supervisar espacios extensos y heterogéneos, reforzar la capacidad de detección de incidencias y apoyar las tareas de seguridad.

La automatización de la vigilancia puede contribuir a mejorar la cobertura y la disponibilidad de información para los equipos responsables. Su interés estratégico está en explorar cómo la robótica puede complementar los procedimientos de seguridad existentes, siempre bajo los requisitos operativos de cada instalación.

Estos cinco casos representan distintas líneas de evolución: control ambiental, digitalización de movimientos, regeneración ecológica, innovación constructiva y automatización de la seguridad. Su interés no reside solo en la tecnología que incorporan, sino en que responden a necesidades reconocibles del sector.

EL RETO PENDIENTE: CONVERTIR LA INNOVACIÓN EN NEGOCIO COMPETITIVO

El balance del programa muestra una evolución significativa desde su creación, pero también señala el desafío de la siguiente etapa. Fi-

no se limite a producir pruebas de concepto, sino que pueda desarrollar productos y servicios sostenibles desde el punto de vista económico.

La prueba definitiva será la capacidad de las soluciones para demostrar ahorros, mejoras de productividad, reducción de emisiones o nuevos ingresos. Y, después, para extenderse a otras instalaciones y mercados internacionales. En ese escenario, Ports 4.0 puede actuar como una herramienta de diferenciación: no sustituye las in-

versiones en capacidad, conectividad o accesos, pero añade una capa tecnológica que puede hacer más competitiva la infraestructura existente.

La evolución desde 2020 dibuja, en definitiva, un cambio de escala y de enfoque. El fondo ha pasado de impulsar la experimentación a construir un itinerario de desarrollo tecnológico

con vocación comercial, mientras amplía la comunidad de empresas e instituciones que participan en la transformación del sector. Su aportación más relevante será conseguir que esa innovación se traduzca en operaciones más eficientes, servicios más sostenibles y propuestas de mayor valor para los clientes. Porque, en la competencia portuaria global, disponer de buenas infraestructuras sigue siendo imprescindible, lograr que funcionen mejor y ofrezcan servicios diferenciados puede ser lo que incline la balanza.

PORTS 4.0 IMPULSA UN MODELO PORTUARIO DISRUPTIVO

nanciar una idea, desarrollar un prototipo y completar una demostración son hitos relevantes, no equivalen, por sí mismos, a consolidar un producto en el mercado. Para que Ports 4.0 contribuya de forma sostenida a la competitividad comercial de los puertos españoles, será necesario que las soluciones lleguen a implantarse, generen resultados verificables y encuentren demanda entre los operadores.

En esa transición, las convocatorias comerciales desempeñan un papel decisivo. La resolución provisional anunciada en octubre de 2025 para 16 proyectos comerciales, con seis millones de euros de ayudas y participación de 13 autoridades portuarias como agentes facilitadores, refleja la voluntad de llevar la innovación hacia aplicaciones más próximas al mercado. La continuidad de las convocatorias y el refuerzo de la financiación deben servir para que el ecosistema

47

MILLONES DE EUROS SE HAN INVERTIDO EN PROYECTOS DE INNOVACIÓN



PUERTOS INTELIGENTES | EVOLUCIÓN

UN GUARDIÁN VIGILA LA EFICIENCIA DE LA ESTIBA

LA EMPRESA SIBRE CULMINA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA TECNOLÓGICO DONDE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL SE ALÍA CON LA MAQUINARIA PORTUARIA PARA ANTICIPAR RIESGOS Y ELEVAR LA PRODUCTIVIDAD OPERATIVA EN LAS TERMINALES DE CONTENEDORES

La empresa Sibre Brakes Spain, filial del grupo alemán Sibre, ha culminado en España un desarrollo tecnológico que supone una revolución para la gestión de las terminales de contenedores. La compañía ha creado un guardián silencioso, invisible, que vigila la estiba antes de que la fricción, el error humano o el azar provoquen un accidente. Ese vigía es Guardian IIoT, la solución que la compañía ha desarrollado con la intención de que las grúas portuarias piensen antes de actuar, anticipen antes de errar y se detengan antes de fallar.

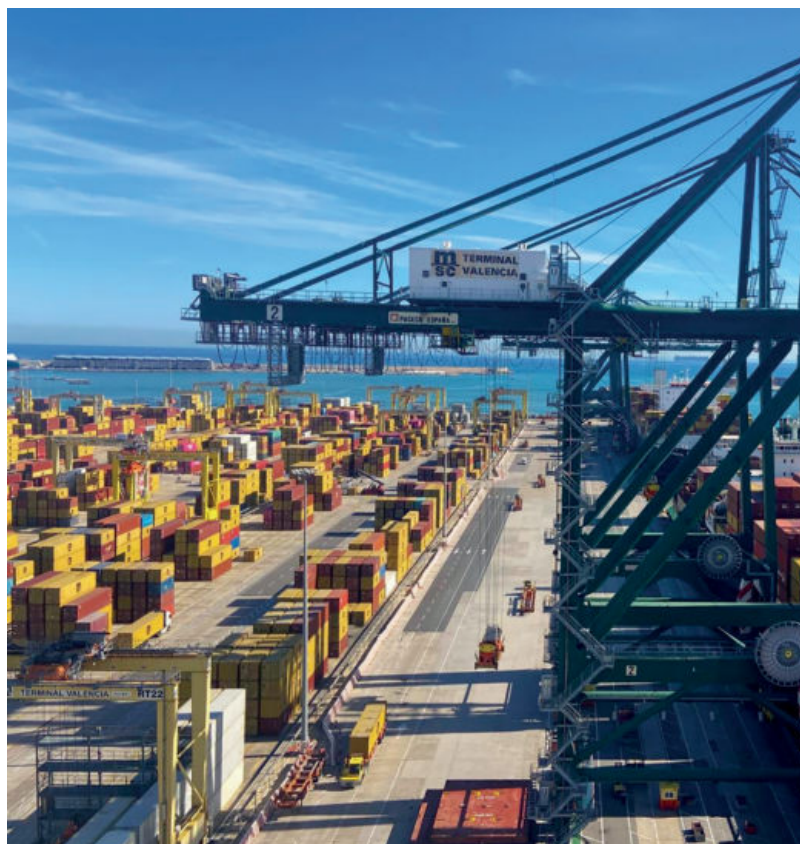
EL SISTEMA FUE TESTADO EN MSC TERMINAL VALENCIA

El sistema, impulsado por el programa Ports 4.0 de Puertos del Estado, ha sido testado con éxito en la terminal dedicada de MSC en el puerto de Valencia, “un proyecto que aspira a cambiar la relación entre máquina y operativa y que descubre cómo trabajan los gruistas, su calidad y su excelencia operativa”, según explicaron a

Transporte XXI fuentes del organismo público.

El proyecto Guardian IIoT surgió de un principio sencillo pero profundo: la unión entre la Tecnología de la Operación (TO) y la Tecnología de la Información (TI), dos mundos que durante décadas caminaron paralelos y que ahora convergen para dotar a la maquinaria portuaria de un sexto sentido, según han explicado sus promotores.

Imagen de la terminal dedicada de MSC en el puerto de Valencia.



produzca. “No detecta un fallo: lo presente”, confirman desde Puertos del Estado. Su inteligencia artificial analiza microdesvíos, vibraciones mínimas, patrones de comportamiento que para el ojo humano pasarían desapercibidos, pero que

El segundo pilar es Guardian_Analytic, una vasta plataforma de datos que recoge, ordena y analiza flujos masivos de información procedentes de sensores inerciales, cámaras de vídeo y sistemas de seguimiento. En la nube se construye un

retrato dinámico del puerto, una memoria digital de cada movimiento, cada vibración y cada anomalía. Allí, mediante analítica avanzada, inteligencia artificial y herramientas de búsqueda automática, el sistema identifica patrones, reconstruye eventos y “permite que las grúas hablen entre sí a través del dato, revelando comportamientos que ayudan a mejorar su mantenimiento y aumentar su seguridad”, indican desde el Puerto de Valencia.

Nueva narrativa

El resultado no es solo eficiencia. Fuentes portuarias explican que “asistimos a una nueva narrativa para la operativa por-



Una de las reuniones del proyecto realizado en Valencia.

esconden la antesala del incidente. En esos segundos cruciales, la herramienta avisa, y el operario puede detener la operación antes de que un contenedor quede atrapado y la cadena de trabajo se detenga con estrépito.

La esencia del sistema se sostiene en dos pilares complementarios. Por un lado, Guardian_SLP, un algoritmo que observa los movimientos de la grúa con la precisión de un artesano, capaz de predecir un enganchón antes de que este se

TECNOLOGÍA | RÉPLICA VIRTUAL

EL MAR ACELERA EN GEMELOS DIGITALES

PUERTOS ESPAÑOLES Y OPERADORES PRIVADOS DESARROLLAN APLICACIONES PARA SIMULAR OPERACIONES, OPTIMIZAR RECURSOS Y MEJORAR LA TOMA DE DECISIONES EN TIEMPO REAL



tuaria, donde la prevención sustituye a la reacción y donde la anticipación evita las interrupciones que tanto afectan a la productividad”.

A lo largo del desarrollo del proyecto, Puertos del Estado explica que Sibre ha logrado reducir los tiempos de inactividad de las grúas, minimizar incidentes y ofrecer a operarios y terminales un entorno más seguro y controlado. La demostración confirmó lo avanzado del sistema: las ocho grúas STS de MSC Terminal, como si hubieran adquirido un nuevo sentido, “procesaron la información con fluidez y revelaron en tiempo real la utilidad de un ecosistema que ya ha dejado de ser un prototipo para convertirse en una herramienta madura”, indican desde el Puerto.

Este sistema ya está instalado en varios enclaves, dentro de la transición de terminales tradicionales a inteligentes. En concreto, junto a MSC Valencia el sistema funciona en APMT Algeciras, APMT Valencia y APMT Barcelona, además de terminales en Estados Unidos, Panamá, Emiratos Árabes, Dinamarca, Croacia e India, según ha confirmado a Transporte XXI, Javier Toscano, director general de Sibre Brakes Spain.

Los puertos españoles trabajan desde hace tiempo en el desarrollo de gemelos digitales, una tecnología que está ganando peso en la transformación digital del sector marítimo. “La revolución digital en el sector marítimo avanza a gran velocidad, y uno de los conceptos que más impacto está generando es el del *digital twin* (gemelo digital)”, señalan desde Prodevelop.

En el ámbito de las terminales portuarias, esta tecnología permite crear una réplica virtual de los procesos y equipos, facilitando una nueva forma de gestionar la complejidad operativa y mejorar la eficiencia, añade la empresa tecnológica española especializada en la digitalización del sistema portuario.

Frente a la simulación tradicional, que permite predecir escenarios hipotéticos bajo condiciones determinadas, el gemelo digital se actualiza en tiempo real y puede incorporar de forma continua los datos generados por sensores, sistemas operativos y fuentes externas. Esta capacidad convierte al gemelo digital “en una herramienta tanto predictiva como prescriptiva para la simulación de operaciones portuarias”.

El Port de Barcelona ha sido uno de los primeros del sistema portuario español en trabajar en diversos proyectos de *digital twin*. Una de estas iniciativas ha sido el desarrollo de un gemelo digital para calcular las emisiones producidas por los buques que entran y salen de la dársena, ampliando el uso de estas herramientas hacia la monitorización ambiental y la gestión energética. La Fundación Valenciaport es otra de las entidades que lidera proyectos de descarbonización del transporte marítimo a través de gemelos digitales.

Por su parte, el Puerto de Vigo está desarrollando su primer gemelo digital mediante un proyecto piloto que se llevará a cabo en las instalaciones de O Berbés. El objetivo es crear una plataforma digital es-

calable capaz de replicar y simular en tiempo real la actividad portuaria. El sistema permitirá optimizar la toma de decisiones, mejorar los procesos logísticos y administrativos y aprovechar de forma más eficiente los espacios portuarios.

El Puerto de Sevilla articula su gemelo digital a través del proyecto Guadaltwin, cuyo objetivo es facilitar y optimizar el acceso de buques con mayor calado y volumen de mercancías. La herramienta integrará datos hidrográficos, ambientales y operativos para optimizar la navegación mediante una planificación y gestión más precisa de la canal, así como mejorar la operativa y la maniobrabilidad de los buques.

Por su parte, la Autoridad Portuaria de Cartagena también trabaja en el desarrollo de un gemelo digital. Typsa desarrolla para la dársena murciana una plataforma de gemelo digital y visor geográfico (BIM y GIS) para integrar sensores, controlar buques y mejorar la gestión, mantenimiento y seguridad de los activos portuarios.

Los operadores también están incorporando esta tecnología. TTI Algeciras combinará la ampliación de capacidad de su terminal con la implantación de una plataforma integral de gestión y un gemelo digital para optimizar una operativa semiautomatizada.

TTI Algeciras ha confiado el desarrollo de esta arquitectura digital a la tecnológica surcoreana CyberLogitec, que suministrará su sistema operativo OPUS Terminal y una plataforma de gemelo digital para supervisar en tiempo real la actividad de la instalación.

El denominador común de proyectos como el de Vigo, Sevilla, Cartagena, Barcelona o TTI Algeciras es trasladar una parte creciente de la gestión portuaria al entorno virtual para simular antes de ejecutar y tomar decisiones a partir de datos actualizados.



Los gemelos digitales ganan peso.



La terminal de BEST, la primera del contenedores del sur de Europa que se conectó a un OPS.

ELECTRIFICACIÓN DE LOS PUERTOS | TECNOLOGÍA OPS

ENCHUFES A PIE DE MUELLE

LOS PUERTOS ESPAÑOLES ACELERAN EL DESPLIEGUE DEL OPS, CON MÁS DE 950 MILLONES DE INVERSIÓN

Las autoridades portuarias han acelerado la electrificación de sus muelles para que buques portacontenedores, cruceros y ferris puedan conectarse a la red eléctrica terrestre sin mantener encendidos los motores auxiliares. Una carrera a contra reloj para cumplir las exigencias de la Unión Europea, con una fecha marcada en rojo: 2030.

La inversión pública prevista hasta dicho horizonte supera los 950 millones, según las cifras recogidas en los planes de empresa consensuados entre Puertos del Estado y los organismos portuarios, incluida la financiación de mecanismos europeos.

El reto es mayúsculo. No se trata únicamente de ins-

talar conexiones eléctricas a pie de muelle. El despliegue de los sistemas OPS (*On-Shore Power Supply*), requiere nuevas subestaciones, redes de distribución,

tuarias con la planificación de la red eléctrica, en un escenario en el que la disponibilidad de potencia se convierte en una condición indispensable.



A.P. DE CÁDIZ

equipos de transformación y sistemas de conexión adaptados a las características de los distintos buques. También exige coordinar las inversiones por-

Las cifras dan una idea de la magnitud del desafío. En 2024, los puertos españoles disponían de una potencia eléctrica instalada de unos 200 MW y registraban

un consumo anual próximo a 1 TWh. Para cumplir los objetivos europeos, Puertos del Estado estima que se necesitará más de 1 GW adicional antes de 2030 y atender un consumo que superará los 2 TWh anuales. Es decir, las necesidades energéticas de los recintos portuarios se duplicarán con creces.

La carrera ya está en marcha, aunque a velocidades diferentes. Barcelona, Baleares y Cádiz cuentan con conexiones operativas para distintos tipos de buques, mientras otras dársenas ejecutan o preparan sus instalaciones.

La Autoridad Portuaria de Cádiz ha sido la primera del sistema portuario español en ofrecer OPS a cru-

El Puerto de Cádiz y Endesa inauguraron en marzo el primer OPS para cruceros de España.



A.P. DE BARCELONA

También en Cataluña, el Puerto de Tarragona avanza en la descarbonización de la actividad de cruceros con el inicio de los trabajos de electrificación del muelle de las Islas Baleares y la apertura de nuevas licitaciones para el despliegue del sistema de suministro eléctrico terrestre (OPS). La inversión asciende a 22 millones de euros, de los cuales casi 6,6 millones cuentan con financiación europea.

En Bilbao, el Plan de Transición Energética también ha cogido velocidad de crucero. La Autoridad Portuaria ha completado ya la primera fase del proyecto de electrificación de los muelles (BilbOPS), desarrollada en el Espigón central, con dos puntos de conexión en el muelle A5 para los tráfico ro-ro. La segunda fase de BilbOPS tiene un salto de escala. La electrificación alcanzará los muelles A1, A2, A6 y AZ3, además de las terminales de cruceros, para dar co-

ques en distintos puntos de ataque.

En el País Vasco, el puerto de Pasaia también dispone ya de conexión OPS.

Igualmente, la Autoridad Portuaria de Baleares también ha dado un nuevo paso en su estrategia de descarbonización de la actividad portuaria con la primera conexión eléctrica de baja tensión realizada a un buque en el puerto de Alcúdia.

El *fast ferry* Som Menorca, de la naviera Menorca Lines, se convirtió en el primer buque en utilizar

la infraestructura de suministro eléctrico en puerto.

La Autoridad Portuaria de Algeciras concentra el 29 por ciento de toda la infraestructura de suministro eléctrico en tierra instalada para ferris en Europa. Con unas inversiones programadas en electrificación que superan los 90 millones de euros, el enclave andaluz tiene en estado avanzado 20 de las 35 conexiones OPS proyectadas.

1 GW

DE POTENCIA
ADICIONAL
NECESITARÁN
LOS PUERTOS

ceros, mediante una actuación desarrollada con Endesa en el muelle Alfonso XIII. La inversión conjunta asciende a 8,25 millones de euros y la reducción prevista ronda las 5.000 toneladas de CO2 anuales.

Barcelona, por su parte, avanza en el plan Nexigen, cuya inversión superará los 200 millones. La reciente

EL RETO ES ASEGURAR POTENCIA ELÉCTRICA EN LOS PUERTOS

llegada de un transformador de 80MVA supone un nuevo paso para la nueva subestación. La dársena catalana ya cuenta actualmente con dos sistemas OPS en funcionamiento en la terminal de contenedores BEST, la primera terminal de contenedores del Mediterráneo en contar con esta tecnología, y en la terminal de ferris de Grimaldi.

apertura a tráfico de contenedores, ferris y cruceros. La actuación permitirá añadir 30 MW de potencia mediante tres centros de distribución y un total de once puntos de conexión OPS, con 20 tomas para un servicio flexible a los bu-

que Valencia también acelera el paso. La Autoridad Portuaria prevé electrificar ocho de los diez muelles susceptibles de contar con OPS antes de finales de 2028. Impulsa conexiones para portacontenedores, cruceros y ferris.

LOS PUERTOS ESPAÑOLES, CON EL FOCO EN LA SOSTENIBILIDAD

El Ministerio de Transportes, a través del Consejo Rector de Puertos del Estado, ha aprobado el proyecto de presupuesto consolidado del sistema portuario de titularidad estatal para 2027, que incluye inversiones públicas por valor de más de 1.500 millones de euros. La principal partida es la destinada a infraestructuras e instalaciones para actuaciones de mejora de la capacidad portuaria ligadas a la evolución de la demanda, la cual asciende a 913,8 millones de euros. No obstante, la sostenibilidad, con 321,8 millones de euros, es el segundo capítulo en importancia, con especial relevancia para los proyectos de OPS, en gran parte ligados a fondos europeos.

Esta cifra supone que un 20 por ciento de las inversiones totales tendrán este objetivo, lo que representa un significativo incremento frente al 17,5 por ciento que supuso en el presupuesto 2026 y el 13 por ciento del ejercicio 2025. Este hecho refleja el compromiso del sistema con unos puertos más verdes y con el cumplimiento con los objetivos europeos e internacionales en esta materia.

La estrategia de sostenibilidad de

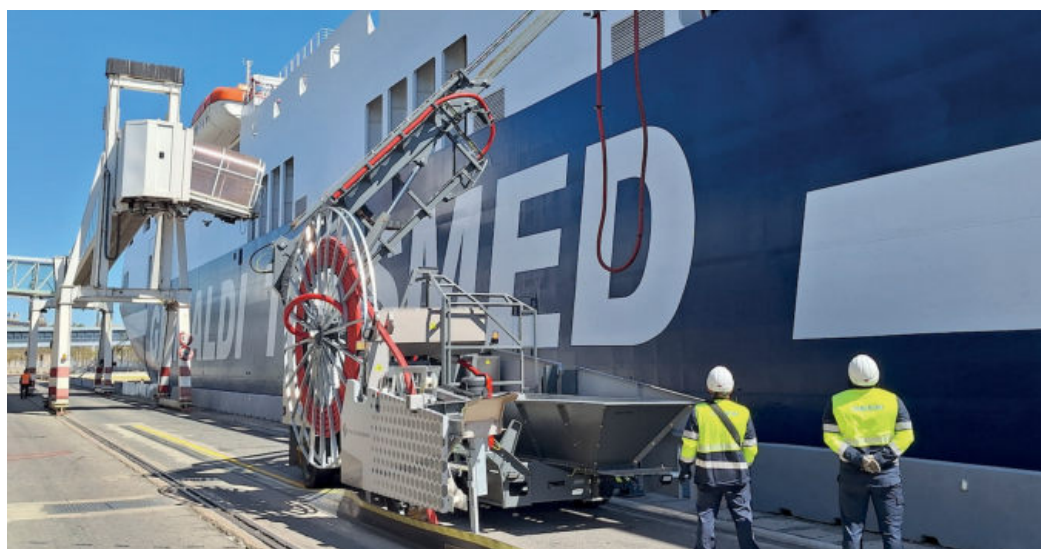
Puertos del Estado no solo busca la reducción de emisiones de CO2 ligada a la actividad portuaria, sino también de las cadenas de transporte marítimas y terrestres que confluyen en los puertos.

En este sentido, el sistema portuario también ha aprobado inversiones por 179,7 millones de euros en 2027 (11 por ciento del total del plan) para el desarrollo de nuevos accesos terrestres, fundamentalmente ferroviarios,

o mejora de los ya existentes, con el fin de incrementar el porcentaje de mercancía que entra o sale de los puertos por tren.

Con ello, las entidades portuarias esperan reducir las emisiones ligadas al movimiento de mercancías, así como contribuir a la descongestión de los nudos de transporte urbanos.

OPS en la terminal de ferris de Grimaldi en el puerto de Barcelona.



A.P. DE BARCELONA

GREEN PORTS | COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS

NAVEGAR CON BAJAS EMISIONES

EL BIOGNL Y EL METANOL SON LOS COMBUSTIBLES QUE SE SITUAN A LA VANGUARDIA PARA LA DESCARBONIZACIÓN DEL TRANSPORTE MARÍTIMO Y EL CUMPLIMIENTO DE LAS EXIGENCIAS REGULATORIAS



El Reglamento FuelEU Marítimo obliga a reducir progresivamente la intensidad de emisiones de los combustibles utilizados por los buques que operan en puertos europeos entre 2025 y 2050. Entre las soluciones que están más disponibles se sitúa el bioGNL, que posibilita aprovechar la actual flota y sus motores para ofrecer unos registros de emisiones compatibles con las directrices marcadas por la Unión Europea.

España y Portugal cuentan con todos los ingredientes para liderar el despliegue del bioGNL en Europa, al tener experiencia operativa, demanda real, productores emergentes de biometano y una regulación que empuja en esa dirección.

Durante el pasado ejercicio, el bioGNL ha dejado de ser una alternativa emergente para convertirse en una solución plenamente operativa. El suministro de este combustible de origen

renovable se ha disparado en la península ibérica hasta alcanzar una cuota de doble dígito (cerca de 12 por ciento) en el mix de suministro de gas marino.

Este salto cualitativo ha sido el resultado de una combinación de varios factores decisivos, entre los cuales, se sitúan la incorporación de nuevos buques de suministro y la determinación de varias navieras por anticiparse a las exigencias climáticas del sector.

Enagás se consolida como armador de referencia en el *bunkering* de GNL del sur de Europa. Junto con Axpo, presentó, el pasado marzo, en el puerto de Huelva el buque de suministro de GNL y bioGNL Alisios LNG, que cuenta con una capacidad de almacenamiento de 12.500 metros cúbicos.

Axpo, que también opera con los buques Avenir Aspiration y Green Pearl,

Operativa de suministro de Axpo en el puerto de Barcelona para un buque de MOL.

ha sido seleccionada como proveedor para el suministro de bioGNL a MOL en todo el Mediterráneo, proporcionando servicios de abastecimiento en los puertos españoles de Málaga, Algeciras y Barcelona.

Alisios LNG se sumó a la flota en servicio de Enagás, conformada por Levante LNG, gestionado comercialmente por Península, y Haugesund Knutsen, fletado para Shell. Este grupo energético británico también gestiona el barco New Frontier 1. Además, Enagás tiene en construcción al Mistral LNG, lo que posibilitará la entrada de Naturgy en este segmento del suministro marítimo.

Al mismo tiempo, Baleària se sitúa entre las navieras que han dado un nuevo paso adelante en su hoja de ruta hacia la descarbonización del transporte marítimo a través de la incorporación de manera regular del bioGNL a su operativa. Así, sus buques Margarita Salas, Abel Matutes y Rusadir, que disponen de motores duales a gas, están navegando exclusivamente con es-

12%

RONDA
LA CUOTA DEL
BIOGNL EN EL MIX
DE GAS MARINO



te combustible renovable desde inicios del mes de septiembre.

UECC también está firmemente encaminada a superar los requisitos de la OMI y la UE en materia de reducción de emisiones para 2030 con una adopción acelerada del bioGNL. El cambio a biometano licuado en sus nuevos buques propulsados por GNL en el marco de su iniciativa *Sail for Change*, ha posibilitado que su proporción se haya duplicado con creces durante el último año, alcanzando una cuota del 71 por ciento en su flota alimentada por gas natural licuado. También ha sido determinante el acuerdo de suministro con Titan Clean Fuels para el abastecimiento de combustible bioGNL en el puerto de Róterdam.

Además, otros armadores como Brittany Ferries, CLdN y los principales operadores de portacontenedores y de cruceros de pasajeros también incluyen el bioGNL en sus operativas para reducir su huella de carbono.

Por otra parte, el metanol está subiendo sus posiciones en el proceso de

descarbonización marítima. Este combustible puede reducir las emisiones de CO2 entre un 40 y un 70 por ciento, además de eliminar prácticamente las emisiones de óxidos de azufre (SOx), reducir de forma muy significativa las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) y minimizar la emisión de partículas.

Grupo JSV ya tiene operativo su primer buque que incorpora la tecnología *Methanol Ready* tras recibir, el pasado mes de agosto, el MilaGreen en su *hub* del puerto de Alicante. Este portacontenedor, con una capacidad nominal de 1.200 TEU, y al que en los próximos meses se sumará el buque gemelo MirandaGreen, posibilita a Grupo JSV dar los primeros pasos en el impulso de una nueva "autopista verde" entre la península y Canarias, reforzando su compromiso con la reducción de emisiones y la descarbonización del transporte marítimo.

Flota de Grimaldi

Grupo Grimaldi contempla una inversión de 1.321 millones de euros en la construcción de 9 buques *ro-pax*, equipados con motores compatibles con metanol, para el transporte de carga y pasajeros, que se incorporarán a la flota entre 2028 y 2030. Sus navieras Grimaldi Lines, Minoan Lines y Finnlines operarán con esta nueva flota en sus rutas en el Mediterráneo y el Báltico.

X-Press Feeders encargó, a partir de 2021, una serie de 14 portacontenedores, con capacidad para 1.200 TEU, equipados con motor dual para emplear metanol verde. La naviera, con sede central en Singapur, ya emplea alguna de estas nuevas unidades en sus escalas en los puertos de Algeciras, Barcelona, Valencia, Bilbao y Vigo.

WALLENIUS WILHELMSSEN CUENTA CON BIOMETANOL DE EQUINOR

Por su parte, Wallenius Wilhelmsen firmó en marzo un contrato de dos años para el suministro de combustible verde con Equinor. Se trata de biometanol producido en Noruega para su entrega en los puertos de Amberes y Brujas. Equinor también tiene firmados acuerdos de suministro de biometanol con Maersk y North Sea Container Line (NCL).

€
1.321
MILLONES
INVERTIRÁ
GRIMALDI EN 9
BUQUES

Para dar soporte en el *bunkering* de metanol, Suardiaz Energy ha firmado un acuerdo para poner a disposición de Moeve el buque químico RS Onza, adquirido este año. Esta unidad cuenta con clasificación IMO2 y capacidad para transportar metanol. El RS Onza está centrado en dar servicio de *bunkering*, principalmente, en los puertos españoles.

Por otro lado, la naviera Mureloil se ha reforzado este año con el buque químico diésel-eléctrico Bahía Candel, construido en el Astillero Murueta. Este barco, de 8.000 TPM, está fletado por Repsol y dispone de 12 tanques con una capacidad aproximada de 8.000 metros cúbicos para el suministro de todo tipo de biocombustibles. Así, suministró, el pasado julio, 2.800 toneladas de bioetanol al portacontenedores Antonia Maersk, en el puerto de la capital catalana.

Astilleros de Murueta también tiene en sus gradas de Erandio al Bahía Beatriz, un químico híbrido diésel-eléctrico construido para el armador Mureloil. El buque estará fletado por Repsol y destinado al suministro de nuevos combustibles como metanol, etanol y biocombustibles en la zona de Algeci-

SUARDIAZ ENERGY TIENE EL BUQUE RS ONZA PARA MOEVE



Imagen de dos buques químicos de Mureloil en las gradas de Astilleros Murueta.

ras. Tiene prevista su entrega para finales de este año. Además, la naviera Mureloil ha firmado un contrato para la construcción de un nuevo químico de similares características para realizar operaciones de *bunkering* en aguas portuguesas.

OPINIÓN | PROYECTOS DE TRANSPORTE DE DOBLE USO

LA PREPARACIÓN DUAL NO PUEDE ESPERAR

ALBERTO CAMARERO ORIVE

Universidad Politécnica de Madrid



NICOLETTA GONZÁLEZ CANCELAS

Universidad Politécnica de Madrid



España debe acelerar la evaluación de sus capacidades portuarias duales y convertirla en planificación, inversiones y preparación operativa.

¿Conocemos realmente la capacidad de nuestros puertos para absorber una demanda extraordinaria de movilidad militar sin interrumpir los servicios comerciales? Hasta hace poco, esta pregunta habría parecido propia de un ejercicio académico. Hoy forma parte central de la agenda europea de infraestructuras y obliga a revisar el propio concepto de puerto inteligente. El paradigma *smart ports* (digi-

talización, sensorización, gemelos digitales y analítica de datos) no puede limitarse a optimizar escalas y reducir tiempos de estancia. También debe servir para conocer capacidades, anticipar necesidades y coordinar respuestas ante escenarios de crisis.

La capacidad dual de un puerto no puede darse por supuesta: debe evaluarse y acreditarse. Disponer de muelles, explanadas y conexiones terrestres no garantiza que puedan movilizarse en los plazos requeridos. Tampoco garantiza que su uso pueda compatibilizarse con los tráficos comerciales. Hablar de puertos inteligentes exige, por tanto, preguntarse para qué escenarios están preparados.

La Unión Europea ha financiado ya, a través del Mecanismo Conectar Europa, 95 proyectos de transporte de doble uso en 21 Estados miembro, con una dotación aproximada de 1.700 millones de euros. No se trata exclusivamente de actuaciones portuarias, pero la señal es inequívoca: la movilidad militar ha dejado de ser un apéndice de la política de transportes y se ha convertido en uno de sus ejes. El paquete de movilidad militar que la Comisión presentó en noviembre de 2025 refuerza esa orientación y plantea un incremento sustancial de recursos en el próximo marco financiero plurianual. Conviene recordar, no obstante, que buena parte de esas medidas son todavía propuestas sujetas a negociación. La dirección es clara, y las decisiones portuarias españolas deben incorporarlas.

Tres referencias europeas ilustran decisiones concretas. No son modelos acabados ni una clasificación de puertos.

Róterdam ha reservado 15 hectáreas en Maasvlakte para una terminal vinculada al programa nacional de espacio para Defensa. La lección es incorporar las necesidades futuras a la planificación del suelo portuario, un recurso escaso y difícilmente

reversible. Por su parte, Bremen-Bremerhaven recibirá, según el Senado de Bremen, una dotación federal de 1.350 millones de euros para el *Deployment Hub* entre 2026 y 2031. El caso muestra que la preparación requiere financiación específica y coordinación entre niveles de gobierno. Finalmente, Gotemburgo realiza más de cuarenta ejercicios anuales de protección portuaria y defensa total, algunos con la OTAN y las Fuerzas Armadas suecas. Enseña que un procedimiento solo existe realmente cuando se ha ensayado.

Estos ejemplos muestran cómo traducir la preparación dual en decisiones concretas sobre suelo, financiación y operativa portuaria. España debe avanzar en esa misma dirección con una actuación coordinada del conjunto de su sistema portuario.

Córdoba: pensar en red

España no parte de cero. La Base Logística del Ejército de Tierra (BLET) en Córdoba es un ejemplo relevante de transformación de la logística militar, con un uso intensivo de tecnologías 4.0. Además, en 2026 se han convocado becas de formación en Dirección Logística 4.0 para personal del Ejército, lo que confirma que el proyecto también atiende al capital humano.

Sin embargo, un nodo interior, por avanzado que sea, solo aporta todo su valor si se integra en una red capaz de sostener flujos. La modernización de la base debería ir acompañada de una evaluación del sistema en su conjunto: corredores ferroviarios y viarios, plataformas intermodales y, de forma destacada, puertos. Hasta donde conocemos, esa integración no figura hoy en ningún programa específico, y es precisamente lo que aquí se propone.

España necesita evaluar de

forma coordinada la preparación dual de sus puertos de interés general, con especial atención a los nodos de mayor relevancia estratégica. Esta evaluación debería abordar cinco dimensiones:

1. Infraestructura: adecuación de muelles, rampas, superficies y medios de manipulación.
2. Conectividad: continuidad ferroviaria y viaria, interoperabilidad y rutas alternativas.

3. Disponibilidad: compatibilidad con los tráficos comerciales y necesidades de adaptación.

4. Gobernanza: reparto de responsabilidades, coordinación civil-militar y procedimientos.

5. Validación: ejercicios y simulaciones que comprueben los tiempos de respuesta.

Esta evaluación debe proporcionar una metodología común, prioridades de actuación y mecanismos de seguimiento, garantizando la confidencialidad de la información sensible.

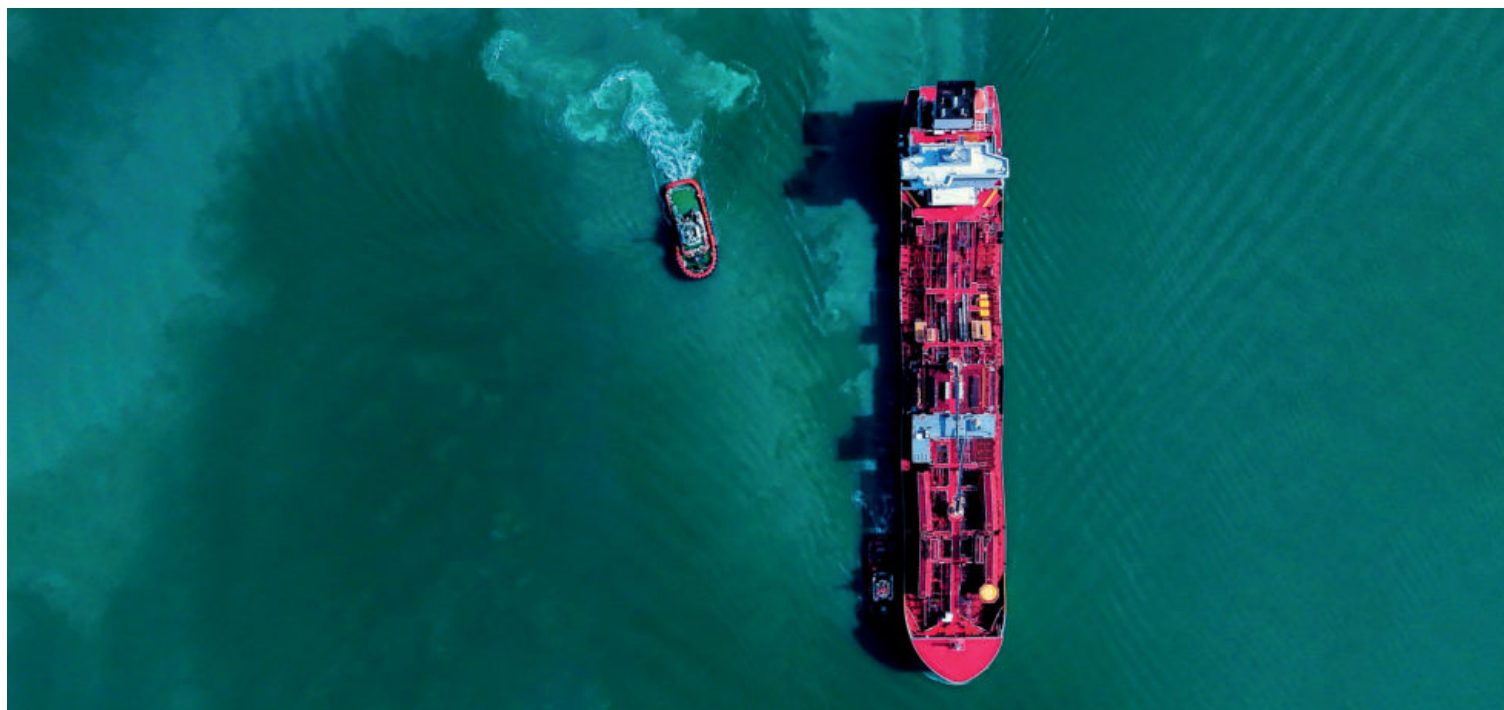
Un estudio que no desemboque en decisiones es un ejercicio estéril. El diagnóstico debe traducirse en in-

versiones priorizadas, responsables identificados, un calendario verificable y un programa de ejercicios. Aquí es donde *smart ports* recupera todo su sentido. Los datos actualizados, los gemelos digitales y la simulación permiten modelizar escenarios de demanda extraordinaria, identificar cuellos de botella y evaluar alternativas antes de que la necesidad sea real.

La posición geográfica de España, con fachadas atlántica y mediterránea y cercanía al flanco sur, le ofrece oportunidades estratégicas evidentes.

Pero la geografía no basta: aprovecharla exige acreditar capacidades operativas. Europa ya ha empezado a hacerlo. España debe acelerar y demostrar su preparación.

LA MOVILIDAD MILITAR HA DEJADO DE SER UN APÉNDICE DE LA POLÍTICA DE TRANSPORTES Y SE HA CONVERTIDO EN UNO DE SUS EJES



La OMI prevé incorporar el Código MASS al Convenio SOLAS el 1 de enero de 2032.

TECNOLOGÍA | REGULACIÓN

HITO EN EL MARCO NORMATIVO PARA LOS BUQUES AUTÓNOMOS

LA OMI FIJA LAS REGLAS VOLUNTARIAS QUE ESTABLECEN REQUISITOS PARA EL DISEÑO, CERTIFICACIÓN Y OPERACIÓN SEGURA DE ESTE TIPO DE BARCOS CON EL CÓDIGO MASS, QUE ENTRÓ EN VIGOR EL 1 DE JULIO

La Organización Marítima Internacional (OMI) ha dado un paso decisivo hacia la regulación del transporte marítimo autónomo con la adopción del Código Internacional de Seguridad para Buques de Superficie Marítimos Autónomos (Código MASS), el primer marco normativo mundial específico para este tipo de buques.

La norma, de carácter no obligatorio, entró en vigor el pasado 1 de julio. Se aplica a los buques de mercancías de más de 500 GT que realizan rutas internacionales. La hoja de ruta de la OMI prevé comenzar en 2028 el desarrollo del Código MASS obligatorio y contempla su adopción antes del 1 de julio de 2030, con una entrada en vigor prevista para el 1 de enero de 2032,

mediante su incorporación al Convenio SOLAS.

El nuevo marco regulatorio establece un enfoque basado en objetivos “para garantizar que los buques autónomos y controlados a distancia alcancen niveles de seguridad, protección y protección medioambiental equivalentes a los de los buques convencionales”, señala un comunicado del organismo internacional. El Código MASS aborda aspectos como el diseño, la aprobación, la evaluación de riesgos, la navegación, la conectividad, las operaciones remotas, la protección contra incendios, la búsqueda y salvamento y la ciberseguridad.

La OMI considera MASS (*Maritime Autonomous Surface Ships*, por sus siglas en

inglés) a los buques que pueden operar, en distinto grado, de forma independiente de la intervención humana y en los que las tecnologías autónomas o de control remoto sustituyen o complementan funciones que normalmente desempeña las tripulaciones.

La mera incorporación de sistemas avanzados de automatización no convierte a un buque en MASS. Para obtener esta consideración debe superar el correspondiente proceso de aprobación y disponer de un Certificado de Seguridad MASS válido.

La regulación llega mientras las pruebas de navegación autónoma van avanzando, “el nuevo marco regulatorio busca facilitar la coexistencia de estas tecnologías con la navegación convencional”, añade la OMI.

Prototipo en Valencia

Precisamente, el puerto de Valencia ha sido uno de los escenarios que ha acogido una prueba piloto relacionada con la navegación autónoma. Los *Opentop Living Labs*, entornos de prueba en condiciones reales impulsados por el *hub* de innovación de la Fundación Valenciaport (Opentop), han acogido la validación del sistema de control de vuelo autónomo de un prototipo de hidroala no tripulada desarrollado por Caponnetto Hueber.

El objetivo principal de las pruebas realizadas en el puerto valenciano ha sido validar un novedoso sistema de control autónomo de hidroala en un entorno portuario. Estas pruebas han permitido verificar parámetros críticos previamente definidos en el entorno virtual, ajustando los algoritmos de control ante condiciones reales de navegación para minimizar riesgos en las fases de desarrollo posteriores de industrialización del prototipo.

Algeciras Port

Innovation Lighthouse, Bridge to Europe, Gateway to the World

Operational excellence through
digital transformation

```
// Public Constructors  
public Blockchain() {  
    this.blocks = new Block();  
    this.index = 1;  
    this.difficulty = difficulty;  
}  
  
// Public Instance Methods  
public void applyPattern (String newPattern);  
public Object[] getPatterns();  
public double getLimit();  
public void setChoices (double[] limits,  
String[] formats);  
public String toPattern();
```

Data Analytics

```
// Public Methods Overriding NumberFormat  
public Object clone();  
public boolean equals (Object obj);  
public String format (long number);  
public StringBuffer appendTo (StringBuffer sb);  
public String format (long number);  
public NumberFormat getFormat();  
public String getStatus();
```

Artificial Intelligence

```
for (let i = 0; i < this.blocks.length; i++) {  
    const currentBlock = this.blocks[i];  
    const previousBlock = this.blocks[i - 1];
```

Teleport 2.0. Port Community System

```
// Public Class Methods  
public static double diffDouble  
(double d, boolean positive);
```

Port CDM

```
addBlock(data) {  
    const index = this.index;  
    const previousHash = this.getLastBlock().hash;
```

Port Management System

Algeciras BrainPort

```
class Blockchain {  
    constructor() {  
        this.blocks =  
            [new Block()];  
        this.index = 1
```



www.apba.es

