



Sistemas OPS

Onshore Power Supply

Solución para la
descarbonización
portuaria

Reflexión estratégica de IDOM

IDOM

Consulting, Engineering, Architecture



Somos una firma global e independiente de consultoría, ingeniería y arquitectura, al servicio de nuestros clientes, cuya propiedad está totalmente repartida entre un amplio número de personas que trabajan en la firma.

Arquitectura

.....

Ciclo del Agua

.....

Ciencia y Tecnología

.....

CONSULTORÍA

.....

Energía

.....

Industria

.....

Ingeniería

.....

MEDIO AMBIENTE

.....

Metalurgia y Minería

.....

Telecomunicaciones

.....

Transporte



Introducción

El suministro eléctrico en tierra, conocido como Onshore Power Supply (OPS), es una solución que permite a los buques atracados conectarse a la red eléctrica del puerto y apagar sus generadores diésel auxiliares. De este modo, el barco recibe la energía necesaria para sus operaciones (iluminación, climatización, refrigeración, bombeo de combustible, etc.) directamente desde tierra, idealmente a partir de fuentes renovables. Esta tecnología, también llamada cold ironing o shore power, elimina las emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero durante la estancia en puerto, además de reducir el ruido y las vibraciones, mejorando la calidad del aire en las zonas portuarias y urbanas cercanas.

La adopción de OPS es especialmente relevante en puertos próximos a ciudades, donde la presión social y regulatoria por reducir la contaminación atmosférica y acústica es mayor. Además, el OPS se ha consolidado como una de las principales medidas disponibles para avanzar hacia los objetivos de descarbonización del sector marítimo, junto con la eficiencia energética y el uso de combustibles alternativos. Su impacto es inmediato y significativo: por ejemplo, en España se estima que una instalación OPS puede reducir

hasta un 96% las emisiones de NO_x, un 94% de partículas y 64% de CO₂ de cada buque conectado.

El impulso normativo es claro: la legislación europea exige que los principales puertos con tráfico de contenedores y pasajeros dispongan de OPS antes de 2030, y que todos los puertos lo implementen para 2035. La Organización Marítima Internacional (OMI) lo incluye en su estrategia Net-Zero, y asociaciones como la CLIA (Asociación Internacional de Líneas de Cruceros) lo promueven como buena práctica en terminales de cruceros. Actualmente, existe un fuerte momentum en el mercado: numerosos puertos están en fases de viabilidad, planificación, diseño e implementación, y muchos ya operan OPS para distintos tipos de tráfico.

Los retos técnicos y económicos —disponibilidad de potencia, tarifas, impuestos, modelos operativos— se están resolviendo progresivamente, y el interés de inversores y operadores portuarios es creciente. El OPS se perfila así como una solución madura y estratégica, con beneficios ambientales, sociales y económicos, que será clave para cumplir los compromisos internacionales de sostenibilidad y transformar el futuro de la industria portuaria.



01 Sistemas OPS en puertos

Suministro eléctrico a buques atracados.

Un sistema OPS (también llamado *cold ironing* o *shore power*) consiste en conectar un buque atracado a la red eléctrica del puerto para que sus generadores auxiliares diésel puedan apagarse. Esto permite proveer al barco la energía necesaria (iluminación, refrigeración, climatización, bombear combustible, etc.) mediante electricidad, idealmente de origen renovable. De esta forma se eliminan las emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero (CO_2 , óxidos de nitrógeno, partículas, SO_x , etc.) de los motores auxiliares del barco mientras permanece en puerto. Además, se reducen el ruido y las vibraciones en el muelle, mejorando la calidad del aire en zonas portuarias y cercanas.

Beneficios ambientales, operativos y económicos.

El uso de *shore power* mitiga significativamente la contaminación local: el ente español Puertos del Estado estima que una instalación OPS puede reducir hasta un 96% las emisiones de NO_x , 8% de SO_x , 94% de partículas y 64% de CO_2 de cada buque conectado. A nivel agregado, se calcula que electrificar entre un 25% y 66% de los muelles en Estados Unidos generaría beneficios anuales de 70–150 millones USD por mejor calidad del aire. Para la Unión Europea se estimó un beneficio en salud pública cercano a 3 mil millones USD en 2020 y una reducción de 800.000 toneladas de CO_2 . Operativamente, el buque ahorra combustible (hasta 100% de consumo de diésel en el amarre) y reduce horas de operación de motores, lo que disminuye costos de mantenimiento de generadores. Estos ahorros y beneficios ambientales han motivado la adopción progresiva de OPS en grandes puertos de EE.UU., Europa y Asia.

02 Componentes de OPS

Una instalación típica de OPS consta de varios elementos clave:

- Subestación eléctrica: se toma energía de media o alta tensión (MT/AT) de la red portuaria o nacional. Suele incluir transformadores que adaptan la tensión (por ejemplo, de 132 kV/11 kV bajando a 6,6 kV u 11 kV según tensión barco) y transformadores de aislamiento. Si la frecuencia (50/60 Hz) difiere de la del barco, puede requerirse un convertidor de frecuencia.
- Paneles de control y protección: interruptores, relés y otros dispositivos para gestión segura de la potencia. Puede incluir sistemas SCADA de control, telemetría y monitorización (comunicación IEC61850, OPC-101/104, etc.) para supervisión en tiempo real.
- Cableado y conexiones: desde la subestación se despliegan cables de potencia hasta los puntos de conexión en muelle. Normalmente se usa cableado de MT (6.6–11 kV) hasta el manipulador en el muelle, y luego cables de baja tensión (400–690 V) dentro del barco. Es común

usar carros de cable retráctiles y sistemas de guías para el manejo.

- Sistema de gestión (CMS): los Cable Management Systems son estructuras móviles (basculantes, carros o grúas) que despliegan y recogen los cables de forma segura. Un CMS bien diseñado evita manipulación manual intensiva, facilita conectar barcos de distintas clases y minimiza interferencias con operaciones de terminal.
- Sistema de comunicación buque-tierra: el “panel de conexión” o *shore power* panel en el buque recibe la energía a alta tensión, que se transforma a bordo (mediante autotransformadores o transformadores de a bordo) a la tensión de los buses de distribución del barco (400 V/690 V típicamente).

En conjunto, un OPS integra arquitectura eléctrica fija (obra civil, contenedores prefabricados o contenedores ISO para salas eléctricas) y elementos móviles (cables, CMS). El mercado ofrece soluciones OPS modulares hasta 44 MVA, en bajas o medianas tensiones, con salas eléctricas fijas o contenedores prefabricados y opciones de SCADA. Esto permite atender buques de diversos tamaños (desde 1 MVA hasta decenas de MVA por conexión).



03 Sistema de gestión de cables (Cable Management System)

El CMS es un elemento crítico para la operativa. Sus principales retos son la manipulación de cables pesados de alta tensión y la compatibilidad con barcos de diferentes tallas y posiciones de atraque. Un CMS puede ser un brazo articulado, un carro guiado o una grúa especial que sostiene el cable desde el muelle hasta el buque. El objetivo es cubrir el punto de conexión del barco de forma rápida y segura, sin obstaculizar otras actividades del muelle.

En muelles nuevos, es más sencillo integrar CMS dedicados (altura del muelle, espacio y pasarelas preparadas), mientras que en terminales existentes a veces se improvisa con grúas de amarre o se instala cableado terrestre fijo. Esto implica más tiempo de operación y posibles interferencias con la carga/descarga. Un ejemplo reciente: el Puerto de Barcelona incorporó un CMS específico en la terminal ferry de Grimaldi, diseñado para «integrarse en la operativa de la terminal y ofrecer flexibilidad para conectar los distintos ferris» que lleguen allí. También

se recomienda un sistema de izado de cables para reducir la manipulación manual, mediante grúas móviles o fijas capaces de subir y bajar los cables al buque. En general, la implementación de un CMS eficiente permite conectar y desconectar buques más rápidamente y con menor riesgo de daños en los cables o accidentes laborales.

Impacto en operaciones del muelle
La presencia de cables de OPS y CMS requiere planificar el espacio en el amarre. En muelles existentes, a veces se deben modificar amarres o crear áreas libres adicionales. Además, la operación de conexión/desconexión debe coordinarse con el atraque/desatraque de remolcadores y grúas de carga. Sin embargo, una vez implementado correctamente, el impacto operativo suele ser menor: se puede habilitar un punto de conexión paralelo a la carga habitual, y con CMS bien diseñados se minimiza el bloqueo del pasillo del muelle.

04 Requerimientos de potencia según tipo de buque

El dimensionamiento de un sistema OPS depende del tipo de buques que atenderá. En general, los cruceros son los que demandan más potencia (por sus grandes sistemas hoteleros, A/C, etc.), seguidos de buques portacontenedores (por los refrigeradores de contenedores) y ferris o Ro-Ro, y por último buques más pequeños.

Según el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), las demandas típicas son:

- Ferris / Ro-Ro: hasta ≈ 3 MVA.
- Portacontenedores (granel, contenedor): $\approx 7,5$ MVA.
- Cruceros grandes: hasta ≈ 20 MVA por atraque.

Estos valores son orientativos. Algunos cruceros muy grandes pueden requerir picos superiores a 20–25 MVA, especialmente en puertos europeos que deben atender 6,6/11 kV y 50/60 Hz simultáneamente. Por ello, las instalaciones de puertos suelen prever transformadores de potencia (por ejemplo, 12–15

MVA cada uno) y capacidad para conectar varias fases o buques simultáneamente si es necesario. En la práctica, por ejemplo, el Puerto de Kiel (Alemania) instaló un OPS de 16 MVA para cruceros y ferris a 6,6/11 kV, 50/60 Hz.

En resumen, cada puerto evalúa la flota que le visita: cruceros turísticos requieren mayor capacidad (20 MVA y más por atraque), ferris y Ro-Pax suelen estar en el rango 2–5 MVA, buques de carga varían según refrigeración (unos 5–8 MVA), y otros buques (remolcadores, gabarras, barcos pesqueros) requieren menos (<1–2 MVA). Esta información determina el tamaño de transformadores y ancho de cable requerido para el OPS.

05 Inversión estimada de las instalaciones

El costo de instalar un OPS varía mucho con la escala y complejidad. Sin embargo, estudios indican rangos de orden de magnitud: por ejemplo, el WBCSD (Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible) cita un promedio de USD 4 millones por atraque instalado. Este costo de la parte tierra abarca subestación, transformadores, convertidor de frecuencia (si aplica), cableado y CMS. A ello se suman USD 0.1–1 millón por barco para adaptar generadores y paneles internos (transformadores o convertidores de frecuencia a bordo). En conjunto, un proyecto completo (OPS de varios atraques) puede requerir varios millones de dólares.

En la práctica europea reciente, informes señalan que la inversión total en OPS para electrificar todos los muelles principales de un puerto mediano puede superar decenas de millones de dólares. Por ejemplo, el Plan “Nexigen” del Port de Barcelona prevé unos 130 millones USD en total para su plan de electrificación. Otras referencias sugieren montos análogos: la fase inicial de un muelle de cruceros puede rondar 8–20 millones USD. En China, un estudio del puerto de Shenzhen estimó la inversión fija (puerto + barcos) en el rango mencionado.

Los costos operativos (OPEX) también son significativos: incluyen electricidad (factor de potencia, consumos reales, impuestos especiales –en España reducidos a ~0.05 cUSD/kWh –) y mantenimiento de equipos (se estima ~10–15% del CAPEX anualizado). Al tratarse de infraestructura fija, el puerto no puede reducir la inversión, aunque el uso sea bajo. Por tanto, se requiere un análisis de casos de negocio cuidadoso: la viabilidad depende de una alta tasa de utilización de la OPS y de la brecha entre coste de la electricidad y el coste de combustible diésel en barco.

06 Gobernanza del sistema OPS

La operación de OPS involucra a varios actores: autoridad portuaria, operador de la terminal, compañía eléctrica y distribuidora, y las navieras. En Europa, las autoridades portuarias suelen liderar la iniciativa, pues corresponde a servicios portuarios según la normativa europea, y la directiva de combustibles alternativos (UE/2014/94) obliga a los puertos a ofrecer OPS si lo solicita algún buque y no hay iniciativa privada. Por tanto, en ausencia de empresa privada, las autoridades portuarias deben implementar las instalaciones.

En la práctica, las infraestructuras OPS son invertidas o coordinadas por la Autoridad Portuaria (a veces en consorcio público-privado) usando fondos propios, subvenciones y financiamiento externo. Los proveedores de energía (compañías eléctricas o concesionarios locales) suelen participar suministrando la electricidad y, en algunos casos, instalando equipamiento como paneles de conexión o subsistemas. Por ejemplo, en Bilbao se firmó un préstamo con el Banco Europeo de Inversiones (BEI) de 80 M€ para expansión y electrificación portuaria (incluyendo OPS). En Rotterdam, la empresa portuaria creó una filial (Rotterdam Shore Power BV) y obtuvo otro préstamo de un entidad multilateral por 90 M€ para instalar OPS en contenedores.

En cuanto a quién paga, la instalación inicial (inversión de capital) la costea generalmente el puerto y/o sus financiadores. La operación corriente corre habitualmente por cuenta del operador portuario. Las navieras pagan por la energía consumida (a precio de mercado + un cargo de servicio) y en ocasiones reciben bonificaciones. Por ejemplo, el Ministerio de Hacienda español autorizó rebajas de impuesto eléctrico (de 5% a 0,05 c€/kWh) para buques en OPS, y varios puertos europeos ofrecen descuentos de tasas portuarias a barcos que usan OPS (en España las Autoridades Portuarias aplican bonificaciones en la tasa T1 para buques que emplean energías limpias). La CLIA y la Cámara Marítima Internacional promueven que las compañías navieras dispongan de los sistemas a bordo: ya hay inversiones millonarias para equipar buques con conectores, pues los armadores saben que serán requeridos por nuevas regulaciones.

07 Modelos de operación para sistemas OPS

La implementación de sistemas OPS en puertos requiere definir un modelo de operación y gobernanza que determine responsabilidades, financiación y gestión del servicio.

La elección del modelo depende de factores como:

- Nivel de inversión requerido y acceso a financiación.
- Grado de control público deseado sobre tarifas y estándares ambientales.
- Demanda prevista y perfil de los buques atendidos.
- Objetivos de sostenibilidad y cumplimiento normativo (ETS, FuelEU).

Existen tres enfoques principales, diferenciados por el grado de participación del sector público:

1.- Modelo Público:

En este esquema, la Autoridad Portuaria asume un rol central:

- Reglas de negocio: Define alcance del servicio, estándares técnicos, tarifas y marco regulatorio.
- Control y supervisión: Garantiza el cumplimiento normativo y la calidad del servicio.
- Construcción y financiación: Contrata y financia la infraestructura, pudiendo recurrir a fondos públicos o europeos.
- Gestión energética: Compra electricidad y factura a los buques, asumiendo riesgos de mercado.
- Mantenimiento: El operador actúa bajo supervisión directa de la Autoridad Portuaria.

- Este modelo se asocia a la figura de puerto landlord con obligación de servicio público, donde el interés privado es limitado.

2.- Modelo Híbrido (Concesión o Licencia):

Aquí se establece una colaboración público-privada entre la Autoridad Portuaria y el prestador del servicio:

- La Autoridad Portuaria define políticas y estándares, mientras que el concesionario diseña, construye y opera el sistema.
- La financiación proviene del concesionario, que puede usar deuda o capital privado.
- El concesionario gestiona la conexión y el suministro eléctrico, bajo contratos regulados y con indicadores de desempeño (SLA/KPI).
- Este modelo permite compartir riesgos y atraer inversión privada, manteniendo control público sobre tarifas y calidad.

3.- Modelo Privado:

En este caso, el propietario privado (puerto o terminal privado) controla el OPS de extremo a extremo:

- Define reglas internas (dentro del marco regulatorio nacional) y asume la construcción, operación y mantenimiento.
- Financia el proyecto con recursos corporativos o financiación privada.
- Retiene todos los ingresos y fija tarifas según el mercado, sin pagos a la Autoridad Portuaria.
- Este modelo se aplica en puertos donde el operador privado tiene control total sobre la infraestructura y la demanda justifica la inversión.



08 Financiamiento y ayudas disponibles

El alto coste inicial de los OPS ha motivado incentivos públicos y financieros. A nivel de la Unión Europea, el paquete «Fit for 55» respalda el OPS mediante el programa FuelEU Maritime y el Reglamento (UE) 2023/1805, así como fondos de cohesión y TEN-T. España recibió aprobación para eximir de impuesto eléctrico a barcos en puerto hasta 2030. Además, el programa Connecting Europe Facility (CEF) cofinancia infraestructura OPS: así, Puertos del Estado coordinó el “Proyecto OPS Master Plan” (CEF) para impulsar instalaciones en puertos españoles. Posteriormente se aprobó un segundo Plan (2022–24) para añadir 20 instalaciones nuevas. Existen también iniciativas de fondos verdes europeos o préstamos blandos para electrificación portuaria.

A nivel internacional, bancos multilaterales (Banco Mundial, BID, BEI, CAF, entre otros) o fondos de clima pueden apoyar proyectos OPS, especialmente en

países en desarrollo. También hay programas bilaterales: p.ej. EE.UU. financia proyectos limpios en puertos mediante su Agencia de Protección Ambiental; Japón (a través de JICA) financia plantas de energía para OPS en puertos del Pacífico; etc. En España, además, se plantean bonificaciones de tasas portuarias: la Ley de Puertos permite descuentos por estímulo ambiental. Por ejemplo, Baleària ha obtenido descuentos del 30–50% en tasas T1 en BCN por uso de OPS y GNL.

En resumen, hay varias vías de financiación: subvenciones nacionales/UE, préstamos verdes, bonificaciones fiscales, bonificaciones en tasas portuarias, y apoyo público directo a obras portuarias como parte de planes de descarbonización. Esto mitiga parcialmente el reto financiero, aunque los puertos deben planificar concursos público-privados que atraigan inversores.

09 Obligaciones normativas

El marco legal está evolucionando rápidamente:

- OMI (Organización Marítima Internacional): no existe obligación internacional de OPS, pero las estrategias de reducción de CO₂ (Estrategia inicial GHG 2023) alientan la electrificación en puerto. En 2023 el MEPC adoptó directrices de buenas prácticas OPS. Además, muchas normativas locales de Calidad de Aire (p.ej. zonas SECA, control de NO_x/PM) inducen indirectamente a usar OPS.
- Unión Europea (FuelEU Maritime): desde el 1 de enero de 2025 entra en vigor el Reglamento FuelEU que exige a los buques mayores (contenedores y pasajeros >5.000 TM) conectar a OPS en puertos UE para toda la demanda eléctrica mientras estén amarrados. Inicialmente aplicará a puertos designados en 2030 y, de forma más amplia, en 2035. Esto convierte a OPS en requisito: los armadores deberán adaptar los barcos para que puedan enchufarse (frecuencia/tensión) y las autoridades asegurar instalaciones.
- Caribe y Latinoamérica: no hay normas obligatorias de OPS. Algunos países latinoamericanos emulan regulaciones OMI o programas de puertos verdes, pero por ahora predominan incentivos suaves (subsidios o campañas) más que obligaciones.
- Asociaciones de la Industria: CLIA informa que en 2028 más de 210 barcos de crucero (≈70% de la flota CLIA) tendrán capacidad OPS. CLIA promueve su uso y publica informes técnicos sobre emisiones en puerto. La Cámara Marítima Internacional apoya iniciativas verdes, y algunas navieras han anunciado fechas límites (p.ej. 2030) para que toda su flota tenga OPS.
- En España, la Directiva 2014/94/UE (combustibles alternativos) transpuesta obliga a puertos de la red TEN-T a ofrecer OPS para 2025. La Regulación (UE) 2017/352 equiparó el suministro eléctrico en puerto a un servicio portuario, exigiendo que se oferte cuando un buque lo solicite. Puertos del Estado coordina planes nacionales OPS (“Nexigen”, OPS Master Plan) con apoyo legislativo. Asimismo, se han dictado normas técnicas (IEC 80005) que estandarizan las conexiones HV de buque-puerto.

10 Panorama global de la adopción de OPS

La adopción de sistemas OPS no avanza de manera homogénea en el mundo, sino que refleja diferencias marcadas en regulación, financiación y presión ambiental. Europa lidera claramente este proceso, impulsada por marcos normativos estrictos como el Reglamento AFIR y FuelEU Maritime, que establecen obligaciones concretas para la electrificación en puerto antes de 2030. Este liderazgo se sustenta en una alta conciencia ambiental, disponibilidad de fondos europeos y mecanismos de financiación verde, lo que ha permitido que puertos como Rotterdam, Hamburgo, Gotemburgo, Barcelona, Valencia o Marsella cuenten ya con instalaciones operativas o en construcción. Además, las navieras europeas anticipan estas exigencias y diseñan nuevos buques con capacidad OPS (6,6/11 kV), consolidando una transición acelerada.

En Estados Unidos y Canadá, el avance también es significativo, aunque responde a factores distintos: la presión regulatoria proviene de normativas estatales y locales (por ejemplo, California exige conexión eléctrica en puerto para reducir emisiones), sumada a incentivos fiscales y programas federales de descarbonización. Puertos como Los Ángeles, San Diego, Seattle, Miami y Vancouver ya disponen de OPS, y el ritmo de expansión se mantiene estable gracias a la combinación de regulación ambiental y disponibilidad de capital privado.

Por su parte, China y el Lejano Oriente muestran una estrategia orientada a grandes hubs, con Shanghái como referente y proyectos en desarrollo en puertos clave. El impulso proviene tanto de políticas nacionales de reducción de emisiones como de la necesidad de cumplir estándares internacionales para atraer tráfico de cruceros y carga. Sin embargo, la financiación depende en gran medida de inversión estatal y corporativa, con menor participación de mecanismos multilaterales.

En contraste, América Latina y el Caribe se encuentran en una fase incipiente: hasta la fecha no hay puertos con OPS operativo, aunque existen planes en países como Chile y México. Las barreras principales son la falta de normativa específica, redes eléctricas menos robustas y ausencia de fondos equivalentes a los europeos. La financiación dependerá de asociaciones público-privadas y programas multilaterales, posiblemente vinculados al marco de descarbonización de la OMI (Net Zero), que podría habilitar acceso a fondos internacionales. Mientras tanto, la región prioriza combustibles alternativos como GNL y mejoras en eficiencia portuaria.

Finalmente, África y otras regiones emergentes presentan desafíos similares: baja presión regulatoria, limitaciones de infraestructura eléctrica y dependencia de financiamiento externo. La adopción de OPS en estos mercados será más lenta y estará condicionada por proyectos piloto y cooperación internacional.

En síntesis, Europa lidera por regulación y soporte financiero, seguida por Norteamérica y Asia-Pacífico, donde la combinación de normativa local y capacidad de inversión impulsa el desarrollo. América Latina, el Caribe y África avanzarán más despacio, dependiendo de incentivos globales y esquemas de financiación que permitan superar las barreras estructurales.

11 Puertos con conexiones OPS para cruceros

A octubre de 2025, la infraestructura OPS para cruceros ha experimentado un crecimiento notable, con más de 90 puertos o terminales que cuentan con al menos una conexión OPS instalada o en fase de desarrollo. Este despliegue se concentra principalmente en Europa, donde destacan puertos del norte como Hamburgo, Kiel, Copenhague y Estocolmo, así como en el Mediterráneo con Barcelona, Marsella, Génova y Pireo. En América, los principales hubs son Miami, Port Everglades, Los Ángeles, San Diego y Nueva York, mientras que en Asia sobresale Shanghái, junto con casos puntuales en Canadá y Australia, como Toronto y Sídney. Esta tendencia responde a la presión regulatoria y a los objetivos de descarbonización, anticipando la obligatoriedad de conexión eléctrica en puerto para buques de pasaje en la próxima década.

Dentro del sector marítimo, los cruceros son probablemente el segmento con mayor presión para conectarse a puntos OPS, no solo por su perfil ambiental y visibilidad pública, sino también porque son los buques que más potencia demandan durante la estancia en puerto, lo que implica retos técnicos y económicos significativos. Del total de puertos identificados, 38 ya cuentan con OPS operativo, 20 tienen proyectos financiados en ejecución y 30 se encuentran en fase de planificación, lo que confirma una aceleración en la inversión y desarrollo de esta infraestructura crítica para cumplir con normativas como AFIR y FuelEU.

12 Interoperabilidad entre OPS y el suministro de combustibles alternativos

La electrificación en puerto mediante sistemas OPS llegará antes que la implantación masiva de combustibles alternativos, lo que implica que estas infraestructuras ocuparán posiciones estratégicas en los muelles y condicionarán la futura instalación de puntos de suministro para metanol, amoníaco u otros vectores energéticos.

Aunque ambas soluciones contribuyen a la descarbonización, sus objetivos son distintos: el OPS reduce emisiones durante la estancia en puerto, mientras que los combustibles alternativos permiten disminuirlas en navegación, especialmente en buques de gran porte.

Esta coexistencia plantea retos complejos, no solo por la limitación de espacios, sino también por la incompatibilidad potencial entre sistemas eléctricos de alta tensión y zonas ATEX requeridas para el

manejo de combustibles inflamables o tóxicos. Surgen interrogantes operativos clave: ¿debería desconectarse el OPS para realizar operaciones de bunkering?, ¿será necesario trasladar el buque a otro muelle para abastecerlo si está conectado al OPS? La respuesta exige nuevos procedimientos de seguridad y una planificación portuaria que garantice flexibilidad e integración de soluciones, tanto en puertos de nueva creación como en la adaptación de instalaciones existentes.

Solo una visión estratégica que contemple la interoperabilidad desde el diseño permitirá evitar cuellos de botella y asegurar la eficiencia en la transición energética marítima.

13 Riesgos y desafíos

Los principales riesgos al implementar OPS incluyen:

- **Demanda incierta:** si pocos buques solicitan conectarse, el retorno financiero es bajo. La inversión es fija; si sólo el 10% de los barcos usa OPS, el proyecto puede quedar subutilizado. Esto es crítico en puertos con tráfico minoritario de cruceros/ferries.
- **Desajuste tecnológico:** Muchos barcos no están adaptados (por tensión/frecuencia) o carecen de tomas de corriente. Hasta ahora no había obligación internacional, por lo que la flota mundial mayoritariamente no puede enchufarse sin modificaciones a bordo. Esto retrasa la demanda inicial.
- **Alternativas energéticas:** Con el auge de combustibles de transición (GNL, hidrógeno, baterías a bordo), existe riesgo de que las navieras inviertan en otras soluciones en vez de OPS. Por ejemplo, buques eléctricos (como ferries eléctricos) no necesitarán OPS, y barcos a GNL reducen emisiones de otro modo.
- **Costes operativos:** El OPEX de OPS (electricidad, factor de potencia, mantenimiento de cables y CMS) puede resultar alto si la tarifa

eléctrica es costosa o no hay incentivos fiscales. Si el precio de la electricidad es más alto que el combustible diésel (especialmente con impuestos bajos a combustibles), los barcos podrían rehusar usarlo.

- **Cambios tecnológicos rápidos:** Si en el futuro surgen tecnologías más limpias (pilas de combustible, baterías ultracapacitadas, nuevos combustibles) sin necesidad de infraestructura portuaria, la inversión en OPS podría quedar parcialmente obsoleta lo que pone en riesgo la amortización de la elevada inversión inicial en CapEx.

Estos riesgos apuntan a que OPS requiere un enfoque estratégico: elegir ubicaciones con tráfico adecuado, coordinar estándares (tensión/frecuencia comunes), asegurar incentivos (descuentos portuarios, exenciones de impuestos) y mantener la infraestructura moderna. El proyecto debe ser concebido con margen de flexibilidad, por ejemplo, considerando ampliaciones modulares y planes de integración de energías renovables en el puerto para abaratar energía.

14 Recomendaciones

- Las autoridades portuarias deben planificar el OPS dentro de su estrategia verde: actualizar normativa interna para ofrecer puntos OPS, incluir cláusulas en licitaciones de infraestructura, y establecer precios/incentivos claros. Es aconsejable diseñar instalaciones escalables, con posibilidad de conectar varios muelles, y coordinar con autoridades eléctricas la capacidad necesaria. Promover acuerdos con gobiernos locales para subvenciones o préstamos blandos será clave.
- Los operadores de terminales deben formar equipos técnicos especializados en OPS (instalación, operación, seguridad eléctrica) y realizar formación al personal de muelle. Deberían coordinar los horarios de conexión con las líneas navieras para optimizar el uso. Además, se recomienda establecer protocolos de operación (pasos de conexión y desconexión) y simulacros de emergencia.
- Las compañías navieras han de actualizar sus barcos con instalaciones OPS (transformadores de frecuencia, tomas conforme al estándar IEC 80005). Conviene planificar rutas y contratos para maximizar la utilización de OPS (p.ej. elegir puertos con OPS). También pueden colaborar en

programas sectoriales de investigación (por ejemplo, adaptar generadores auxiliares para arrancar con electricidad externa).

- Las entidades gubernamentales y públicas (ministerios de transporte, agencias medioambientales) deben impulsar regulaciones que incentiven el OPS (por ejemplo, exenciones fiscales como en España o subvenciones directas), así como incluir OPS en planificaciones de energía y puertos. La colaboración internacional (p.ej. UE, UN ECLAC para Latinoamérica) puede facilitar financiamiento y transferencia de conocimiento.

En resumen, la recomendación es una colaboración multisectorial: combinar liderazgo público (regulación e inversión inicial) con compromiso privado (adaptación de barcos y operación eficiente), apoyados por financiación verde.

Conclusiones estratégicas

El futuro del shore power parece irreversible en regiones avanzadas: las reglamentaciones obligarán a conectar cada vez más buques en Europa, y la presión social por puertos limpios seguirá aumentando. Aunque los costos y riesgos son altos, la tendencia a largo plazo favorece el OPS combinado con energía renovable. Las lecciones aprendidas (p.ej. de puertos como Rotterdam o Long Beach) muestran que es viable cuando hay alta demanda (cruceros frecuentes, ferris con economía de escala o portacontenedores) y apoyo institucional.

Para puertos en desarrollo o latinoamericanos, el camino es algo más lento. Sin embargo, dado el crecimiento previsto de tráfico y el compromiso global de descarbonizar, es previsible que eventualmente las normativas internacionales (o regionales, como acuerdos de la OMI) impulsen iniciativas locales.

Mientras tanto, se recomienda evaluar proyectos piloto en puertos con buena conectividad eléctrica y proyecciones de turismo o tráfico adecuados, aprendiendo de modelos europeos.

Finalmente, la resiliencia tecnológica es clave: cualquier inversión en OPS debe contemplar actualizaciones futuras (p.ej., adaptar sistemas a mayores tensiones o a gestión inteligente de red eléctrica). La integración de renovables (solar, eólica) y almacenamiento en puerto puede hacer que la electricidad de shore power sea cada vez más barata y limpia. En conjunto, el uso de OPS es un componente esencial de la descarbonización portuaria, pero su implementación exige planificación estratégica, cooperación público-privada y atención a los retos operativos y financieros.

IDOM Puertos y Transporte Marítimo

El sector marítimo y portuario se enfrenta a un futuro complejo, marcado por la ralentización del crecimiento y las tensiones comerciales, la necesidad de innovar en tecnología y las dudas sobre cómo afrontar adecuadamente la transición energética. Es por ello, que desde IDOM aportamos una visión estratégica en aspectos técnicos y económicos, acompañando a entidades públicas y compañías privadas en el proceso de toma de decisiones y su posterior implementación de retos vinculados a puertos, terminales y transporte marítimo.

Con capacidad para cubrir el ciclo completo de necesidades de nuestros clientes del sector marítimo y portuario, desde la formulación y planificación estratégica hasta la gestión y supervisión de operaciones, en IDOM nos caracteriza un saber-hacer cercano y personalizado, basado en el conocimiento y en la búsqueda de la eficiencia de los proyectos. Con un especial interés en el reto de sostenibilidad que afrontan todos los sectores, lideramos iniciativas y apoyamos a diferentes actores en la descarbonización del transporte marítimo, con estudios sobre combustibles alternativos y soluciones 100% eléctricas.

Ante cualquier reto, IDOM pone a disposición un equipo especializado que aporta soluciones adaptadas de calidad y con impacto positivo ayudando a entidades a navegar el complejo entorno marítimo y portuario.

En IDOM, nuestra experiencia nos capacita para atender a una amplia gama de clientes dentro de las industrias portuaria y de transporte marítimo.

Desde instituciones gubernamentales y multilaterales hasta fondos de inversión y entidades bancarias, autoridades portuarias, empresas privadas y operadores de terminales, IDOM ofrece una amplia gama de servicios estratégicos adaptados a las necesidades únicas de cada cliente. Nuestro enfoque se centra en ofrecer soluciones integrales en una industria competitiva y en constante evolución.

IDOM

Consulting, Engineering, Architecture

Our commitment, your success



#IDOMConsulting

IDOM CONSULTING
consultoria@idom.com

www.idom.com
info@idom.com