

EUROPA 
SOSTENIBLE

LA ENERGÍA AZUL: Avances y desafíos de su generación

Ainara Alfaro, Blanca Sans, Laura Martínez, María Isabel Campo y,
Marina González

Editado por Cristina Garcia-Gassull y Yocandra Martínez

LA ENERGÍA AZUL: AVANCES Y DESAFÍOS DE SU GENERACIÓN

Autores/as: Ainara Alfaro, Blanca Sans, Laura Martínez, María Isabel Campo, y Marina Gonzalez

Editado por Cristina Garcia-Gassull y Yocandra Martínez, con apoyo de Natalia Sanz

© Equipo Europa 2024. Todos los derechos reservados. Esta propuesta refleja exclusivamente la postura de sus redactores, no la de Equipo Europa.

Este informe ha sido elaborado por analistas de la campaña Europa Sostenible, creada con el objetivo de facilitar un espacio de encuentro para el debate y la divulgación de las iniciativas europeas en materia de sostenibilidad y sus repercusiones para el medio ambiente.

Equipo Europa es la asociación de jóvenes europeístas de España, compuesta por más de 4.000 socios repartidos por toda España y varios países europeos. Su misión es acercar la Unión Europea a la juventud y fomentar su participación política a través de campañas, cursos y eventos que exponen el impacto de la Unión Europea en nuestras vidas y promueven la implicación de los jóvenes en la construcción del proyecto europeo.

Para más información, contacte con:

Yocandra Martínez, Vocal de Sostenibilidad y Campañas. Directora de Europa Sostenible

sostenibilidad@equipoeuropa.org

Cristina Garcia-Gassull, Subdirectora de análisis de Europa Sostenible
europasostenible@equipoeuropa.org

Resumen: La energía renovable marina es, como su propio nombre indica, la energía que se puede producir de forma renovable mediante el aprovechamiento de la fuerza marítima. A medida que la demanda de fuentes de energía sostenibles sigue en aumento, la atención se ha centrado cada vez más en las tecnologías que aprovechan los recursos marinos para la generación de electricidad y de otras formas de energía. En el presente informe explicaremos las diferentes formas de energía marina, así como su desarrollo en Europa y en particular en España.

Abstract: Marine renewable energy is the energy that can be produced in a renewable manner by harnessing the power of the sea. As the demand for sustainable and renewable energy sources continues to rise, the focus on technologies that harness marine resources for electricity generation and other forms of energy has increased. In this report, we will explore the various forms of marine energy, as well as their development in Europe and particularly in Spain.

Índice

Glosario de términos y abreviaturas	4
Introducción	5
Fuentes primarias de la energía del mar	6
Europa ante la energía marítima	8
Regulación	8
El camino hacia una normativa que impulsa las energías renovables marinas	10
Introduciendo <i>Ocean Energy Europe</i> y el <i>Ocean energy forum strategic roadmap de 2016</i>	12
España ante la energía marina	18
Regulación	18
Aplicación de la energía eólica marina	20
Aspectos negativos de la energía eólica marina flotante	22
España ante la falta de regulación de la UE	22
Desafíos de la energía marina	24
Conclusiones	28
Bibliografía	31

Glosario de siglas y abreviaturas

Sigla	Inglés	Castellano
EEE	European Economic Area	Espacio Económico Europeo
PMI	Integrated Marine Policy of the European Union	Política Marítima Integrada
UE	European Union	Unión Europea
OEE	Ocean Energy Europe	Asociación Europea de las Energías Oceánicas
AEE	Spanish Wind Energy Association	Asociación Empresarial Eólica
PNIEC	National Integrated Energy and Climate Plan	Plan Nacional Integrado de Energía y Clima
ELP	Long Term Strategy	Estrategia a Largo Plazo
OTEC	Ocean Thermal Energy Conversion	Conversión de Energía térmica del Océano

Introducción

La energía renovable marina es, como su propio nombre indica, la energía que se puede producir de forma renovable mediante el aprovechamiento de la fuerza marítima, como pueden ser las siguientes: olas, mareas y diferencias de salinidad y temperatura en mares y océanos. Estas fuentes de energía son particularmente atractivas debido a su disponibilidad constante y predecible, su impacto ambiental más reducido en comparación con las fuentes de energía convencionales, así como su potencial para proporcionar una energía limpia y segura a comunidades costeras y regiones insulares.

El gran potencial energético contenido en los océanos ha suscitado creciente interés en las últimas décadas, a medida que la demanda de fuentes de energía sostenibles y renovables sigue en aumento, la atención se ha centrado cada vez más en las tecnologías que aprovechan los recursos marinos para la generación de electricidad y de otras formas de energía. En este contexto, los proyectos de energía marina representan un área de investigación y desarrollo prometedora que busca capitalizar el poder del océano en sus diversas formas para abastecer nuestras necesidades energéticas de manera limpia y eficiente. Además estos proyectos también tienen el potencial de generar empleo, impulsar la innovación tecnológica y promover el desarrollo económico en las comunidades costeras.

Debido a su potencial, la Comisión fomentará la adopción mundial de estas tecnologías a través de la diplomacia del Pacto Verde, de su política comercial, y de los diálogos de la UE en materia de energía con los países socios. Los océanos podrían, en definitiva, convertirse en el motor clave para una economía europea azul¹, descarbonizando no solo el sistema energético de la Unión Europea sino también todos aquellos sectores que dependen de esta economía emergente.

Sin embargo, como cualquier proyecto de energía renovable, enfrenta desafíos únicos, tanto de carácter ambiental, como es el caso de la vida marina, como de

¹ El concepto de economía azul está basado en cualquier actividad económica directa o indirectamente relacionada con el mar y la costa. Este concepto está basado en la estrategia de «crecimiento Azul» europeo, para el apoyo al crecimiento sostenible de los sectores marino y marítimo y reconoce la importancia de los mares y océanos como motores de la economía europea por su gran potencial para la innovación y el crecimiento.

carácter técnico y económico, relacionados con la implementación y la integración en la red eléctrica.

FUENTES PRIMARIAS DE LA ENERGÍA MARINA

Las fuentes primarias de energía del mar incluyen una variedad de fenómenos y procesos que pueden ser aprovechados para generar electricidad, calor y otras formas de energía. Desde las poderosas corrientes de mareas hasta el constante movimiento de las olas y la diferencia de temperatura entre las aguas superficiales y profundas, el océano alberga una riqueza de potenciales recursos energéticos renovables.

A continuación, se explica de manera concreta cuáles son las fuentes de energía marina más importantes a nivel español y europeo:

- I. **Energía undimotriz** (energía de las olas): se deriva del movimiento de las olas en la superficie del océano. Se utilizan diversos dispositivos, como boyas flotantes, columnas de agua oscilantes o dispositivos anclados al fondo marino, para capturar y convertir la energía cinética de las olas en electricidad. Es una fuente renovable prometedora debido a su alta densidad energética y su disponibilidad constante en las costas oceánicas.
- II. **Energía mareomotriz:** proviene de las corrientes de mareas. Se genera aprovechando la fuerza cinética del movimiento del agua causado por las mareas. Esto se logra mediante la instalación de turbinas submarinas u otros dispositivos en áreas con corrientes fuertes y constantes. Estas turbinas capturan la energía cinética del agua en movimiento y la convierten en electricidad. La principal ventaja de esta tecnología es su previsibilidad, ya que las mareas son fenómenos predecibles y regulares.
- III. **Conversión de Energía Térmica del Océano** (OTEC, por sus siglas en inglés): se aprovecha la diferencia de temperatura entre las capas superficiales y profundas del océano para generar electricidad. Este proceso implica el uso de un fluido de trabajo, como el amoníaco o el agua, que se evapora en el lado caliente (superficial) y se condensa en el lado frío (profundo) de un ciclo termodinámico. La energía térmica transferida durante este proceso se convierte en energía mecánica y luego en electricidad mediante un generador. El OTEC es más

eficiente en regiones tropicales y subtropicales, donde la diferencia de temperatura entre las capas oceánicas es mayor.

- IV. **Energía eólica marina:** se aprovechan las corrientes del viento que se producen en altamar, mediante molinos similares a los que se sitúan en zonas terrestres. Debido a la ausencia de barreras, el viento alcanza una velocidad mayor y es más constante y, por tanto, más eficiente.

Esta tipo de energía se subdivide en dos tipos:

- Energía eólica fija: son estructuras montadas sobre suelo marino; así ofrecen estabilidad estructural y permiten la instalación de generadores en ubicaciones diversas.
- Energía eólica flotante: este subtipo se erige como solución a la complejidad de instalar estructuras fijas, ya que esta no puede instalarse en zonas muy profundas o con fondos marinos complejos. En este caso, se utilizan estructuras flotantes que se anclan al fondo marino a través de fondeos flexibles o cables de acero.

- V. **Energía fotovoltaica flotante:** consiste en la producción de energía a partir de la radiación del sol con paneles se sitúan sobre la superficie marina, generalmente en unas tarimas flotantes.

En este informe, explicaremos más a fondo en qué consiste la energía marina y los diversos aspectos de los proyectos que esta conlleva. También, destacaremos la importancia de los avances en tecnología y su viabilidad económica por la gran inversión que exigen y sus efectos en otras actividades industriales, incluyendo la energética. Por último, se analizarán los diversos impactos ambientales, ya sean positivos o negativos.

Europa ante la energía marina

REGULACIÓN

La Directiva Marco de estrategia marina

La Directiva Marco 2008/56/CEE sobre la Estrategia Marina, que entró en vigor el 17 de junio de 2008, es fruto de la Política Marítima Integrada de la Unión (PMI). Se trata de un instrumento clarificador sobre la política medioambiental marina en la costa y el litoral europeo. Tiene efectos en todo el Espacio Económico Europeo (EEE), esto es, sus efectos se despliegan por todos los Estados miembros de la Unión Europea con aguas marinas, así como en Islandia, Liechtenstein y Noruega.

La Unión aprovecha dicha Directiva para explicar qué se ha de entender por «buen estado medioambiental» en relación con el medio marino. Así, en el Anexo I de dicha norma, se enumeran los once descriptores cualitativos que han de utilizarse para determinarlo. De manera ejemplificativa mencionamos los siguientes: mantener la biodiversidad, preservar la integridad de redes tróficas marinas, minimizar la eutrofización, etc. El objetivo principal de estos descriptores es facilitar a los Estados comunitarios la elaboración de leyes en torno a la protección del medio marino. Por ejemplo, en el caso Español, la Ley 41/2010 de 29 de diciembre.

Desde un punto de vista innovador, la Directiva 2008/56/CE presenta la finalidad de un nuevo desarrollo normativo con respecto a las aguas litorales, incluyendo su lecho marino y subsuelo, no siendo estos previamente abordados por el marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, ni por otra legislación comunitaria.

Aplicación de la directiva marco de estrategia marina

En consonancia con todo lo anterior, la citada normativa europea compromete a los países a la elaboración de un programa de seguimiento para medir y evaluar los avances en la consecución de las medidas adoptadas para conseguir el ya mencionado

«buen estado medioambiental», estableciendo el límite temporal para el año 2020. Como resultado del periodo de implementación, la Comisión ha emitido dos informes.

El primer informe data del año 2014. Así, la Comisión informó que el 39% de las poblaciones en el Atlántico del Nordeste no tiene un «buen estado medioambiental». Además, el 88% de las aguas del Mediterráneo y el Mar Negro están sobreexplotadas. El estudio también resaltó el problema global de los desechos marinos, especialmente el plástico. Aunque la Comisión se comprometió a emprender acciones legales, no especificó los Estados a sancionar ni mencionó el país que no proporcionó información sobre sus aguas marinas.

La Comisión Europea emitió un segundo informe el 25 de junio de 2020, indicando que solo el 8% de las definiciones iniciales de buen estado «medioambiental» notificadas por los Estados miembros fueron consideradas adecuadas. Aunque el 56% de las medidas en 17 Estados estaban en curso, se destacó positivamente que los Estados propusieron 4.653 medidas para abordar deficiencias y mejorar la integración de acciones bajo la Directiva marco. Con perspectiva de futuro en este informe se enuncian cuales son las cuestiones que se encuentran pendientes para cumplir con las presiones del cuidado del medio marino. Quedan englobadas en cuatro bloques:

- I. Concentrarse en ofrecer respuestas apropiadas a las principales tensiones que afectan a cada región o subregión.
- II. Alcanzar un consenso respecto al nivel de detalle de las medidas que deben ser notificadas, centrándose en sus efectos previstos para mitigar las presiones medioambientales y sus consecuencias.
- III. Realizar una evaluación más exhaustiva de la eficacia y eficiencia de las medidas para alcanzar los objetivos propuestos.
- IV. Mejorar la coherencia entre las acciones de la Unión Europea y todos sus Estados miembros.

Comparando ambos informes, podríamos resaltar que aunque el informe del año 2020 es más favorable que el del año 2014, muchos Estados miembros, no habían elaborado una normativa estatal para cumplir con las exigencias de la Directiva marco, para el 2020, siendo ese año una fecha límite para realizarlo.

Para el año 2023 estaría propuesta una revisión de la Directiva, entendiéndose así la modificación de algún artículo o clarificación de otros. Desafortunadamente, esta revisión no ha sido llevada a cabo, si bien es cierto que en el año 2021 la Comisión emitió una consulta pública con la finalidad de recabar información, ideas y opiniones de las partes implicadas y afectadas por la normativa comunitaria.

EL CAMINO HACIA UNA NORMATIVA QUE IMPULSA LAS ENERGÍAS RENOVABLES MARINAS

En 2019, tras la aprobación del Pacto Verde, la Unión Europea se comprometió a alcanzar la neutralidad climática para el año 2050. En 2020 la Comisión Europea presentó la Estrategia de la UE sobre las Energías Renovables Marinas. De esta manera, la Unión plasmó su compromiso de alcanzar la neutralidad climática para 2050. Este nuevo instrumento propone aumentar la capacidad de producción de energía renovable marina distinguiendo entre la producción de energía eólica marina (fija y flotante) y energía oceánica (mareomotriz y undimotriz). Así, para la primera de ellas, pretende conseguir una producción de 300 GW para el año 2050 y, para la segunda, que supone un mayor reto, pasando de una producción nula en el año 2020 hasta conseguir 40 GW para el año 2050. En el siguiente gráfico (1) puede observarse su evolución.

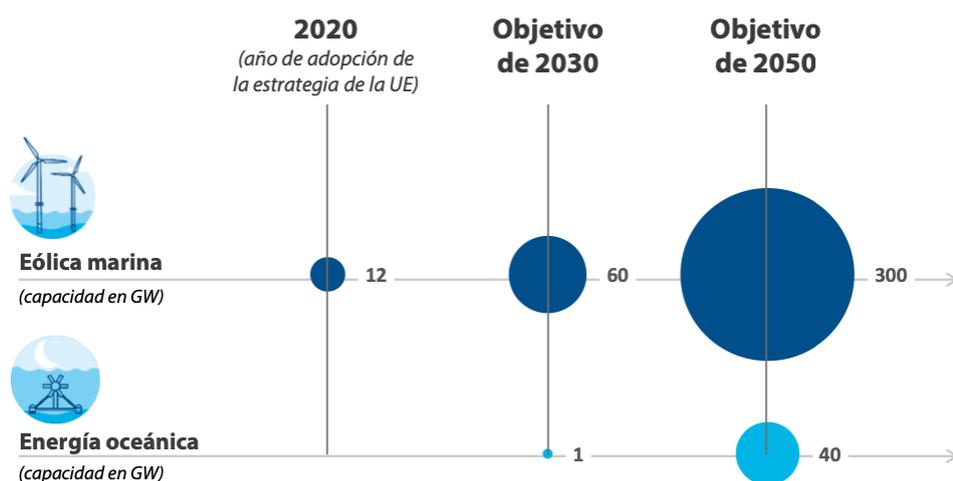


Gráfico 1. Evolución de la producción de energía marina. Fuente: Tribunal de Cuentas Europeo.

Para integrar el desarrollo de las energías renovables marinas a medio y largo plazo, y cumplir así con los objetivos de la Comisión, resultaba imprescindible atender a la construcción de redes eléctricas en alta mar, así como, la implantación de planes

estratégicos para asegurar el potencial de las capacidades de energía marítima. Todo se concretó a través del Reglamento (UE) 2022/869.

Con la finalidad de generar un gran impacto, el Reglamento impone a los países europeos la necesidad de establecer acuerdos no vinculantes, con ayuda de la Comisión, para lograr una cooperación sobre los objetivos en materia de producción de energía renovable.

Así, la influencia del marco político europeo en las normativas nacionales se tradujo en un aumento de la capacidad de desarrollo de energía renovable marina en los Estados con salida al mar a finales del año 2022, según publica el Tribunal de Cuentas Europeo, véase el gráfico (2).

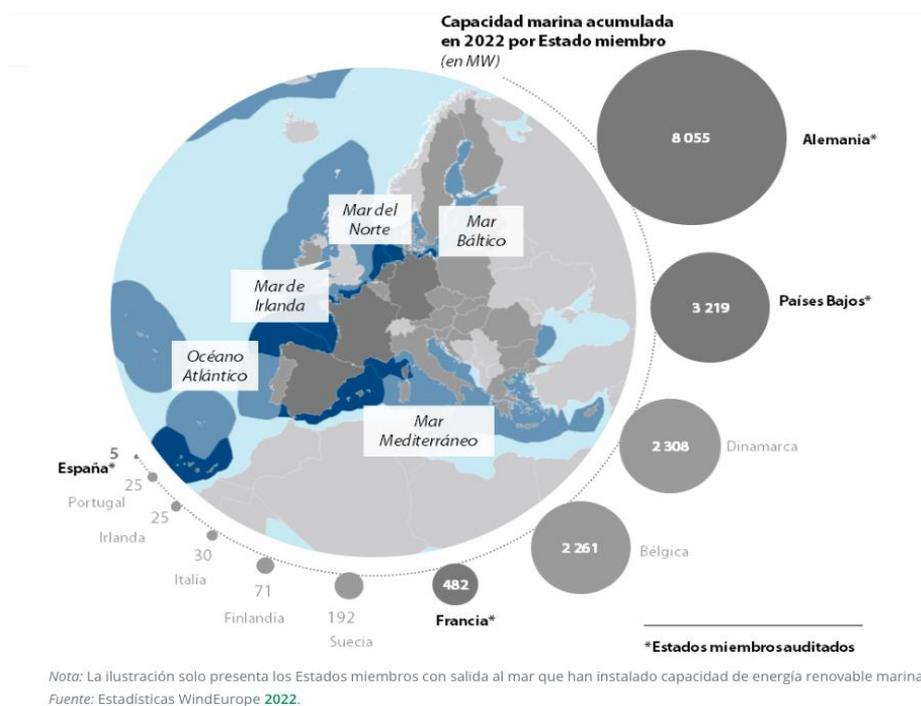


Gráfico 2: producción de energía marina de los Estados que pueden producirla. Fuente: Tribunal de Cuentas Europeo.

En base a esta información, se confirma que el 95% de los países tienen la capacidad de cumplir con los requisitos establecidos por la Estrategia Europea para 2030 en lo que respecta a la energía eólica marina.

Sin embargo, con respecto a la energía oceánica, los progresos tecnológicos no permiten un desarrollo notable que logre producir la energía necesaria para contribuir

a las exigencias europeas. Es por ello que la UE pretende centrar su financiación e investigación en avances tecnológicos que permitan el desarrollo de este tipo de energía según advierte el Tribunal de Cuentas Europeo.

Además, la financiación de la UE ayuda a los países miembros a alcanzar la sostenibilidad a partir de la producción de energía como por ejemplo a partir de la creación de la Agencia Ejecutiva Europea sobre clima, infraestructuras y medioambiente creada en abril de 2021.

INTRODUCIENDO OCEAN ENERGY EUROPE Y EL OCEAN ENERGY FORUM STRATEGIC ROADMAP DE 2016

Después de examinar detalladamente el marco normativo de la Unión Europea en el ámbito de la energía marina, resulta fundamental comprender cómo se traducen estas directrices en acciones concretas para impulsar el desarrollo de esta industria. En este sentido, la conexión entre el marco regulador y la implementación efectiva de políticas se encuentra en la colaboración activa y la sinergia entre diversos actores, donde la red de profesionales tanto de los sectores públicos como privados desempeña un papel crucial.

En particular, la Asociación Europea de las Energías Oceánicas (*OEE - Ocean Energy Europe* por sus siglas en inglés) emerge como el organismo de referencia que dirige y coordina los esfuerzos para llevar a cabo la visión de la UE en este sector. Así, surge la necesidad de analizar de manera más detallada cómo la OEE influye no solo en la formulación de estrategias, sino también en la ejecución de acciones concretas y en los avances realizados en la industria de energías marinas dentro de la Unión Europea. Cómo estas iniciativas impactan en este sector y qué papel desempeña la OEE en este proceso, son cuestiones cruciales que exploraremos en el próximo capítulo, centrado en las actuaciones específicas y los logros alcanzados en la industria de energías marinas de la UE.

La *Ocean Energy Europe (OEE) Network* nace en 2013. Se constituye como la red más grande de profesionales de energía marina del mundo, que representa a más de 120 organizaciones europeas. Anualmente, la OEE también organiza la *Ocean Energy*

Europe Conference & Exhibition, la principal reunión mundial de energía marina que busca fomentar avances en la industria europea de la energía marina y promover la cooperación internacional en este sector.

En 2016, la OEE presenta el *Ocean Energy Forum Strategic Roadmap*, reflejando la visión común del sector y destacando cuatro líneas de actuación que se convierten en el punto de partida para elaborar la estrategia que guiará a la Unión hacia su objetivo más ambicioso hasta la fecha: la transición hacia un sistema energético basado en recursos renovables, infinitos, nacionales e interconectados. Estas líneas de actuación además buscan maximizar las inversiones públicas y privadas de este nuevo sector puesto que, aunque la UE lidera la energía marina, aún se encuentra en diversas fases de desarrollo.

Líneas de actuación

ACCIÓN 1: La OEE propone un sistema de validación de fases para las tecnologías de energía marina que permita evaluar el rendimiento de sus componentes en condiciones reales en el mar y donde la financiación que se obtenga esté disponible solo cuando se hayan cumplido una serie de indicadores de rendimiento definidos por un panel experto independiente y multidisciplinario (Ocean Energy Forum, 2016, pg 43).

ACCIÓN 2: La OEE propone que la UE y las principales autoridades nacionales establezcan un Fondo de Apoyo a la Inversión de 250 millones de euros. Este fondo proporcionaría una financiación flexible (subvenciones, deuda, o capital) para adaptarse a perfiles diversos de proyectos y requeriría una debida diligencia que reduciría los riesgos del propio fondo brindando un acceso a financiación adicional a costos reducidos. La flexibilidad de estos fondos permitiría un enfoque más centrado en la innovación y una gestión eficiente de los recursos públicos.

ACCIÓN 3: La OEE propone que la UE y las principales autoridades nacionales establezcan un Fondo de Seguros y Garantías de 70 millones de euros. Este fondo financiará la conexión a la red eléctrica —«mutualizando» los costos entre todos los usuarios de la red— y cubrirá riesgos como la disponibilidad, el rendimiento de

producción, los fallos mecánicos y los defectos. Esto ayudará a reducir los costes de los proyectos y atraer inversiones privadas, acelerando el desarrollo de la energía marina.

ACCIÓN 4: Esta acción se centra en mejorar la claridad, eficiencia y consistencia de los procesos regulatorios, proporcionar herramientas que simplifiquen los procesos de planificación y autorización para los desarrolladores y garantizar que las comunidades se beneficien del desarrollo de la energía marina abordando a su vez las preocupaciones ambientales mediante la investigación y el monitoreo de cara a poder dar a conocer los beneficios socioeconómicos de la energía marina. La OEE propone actuar en base a 6 líneas clave para ello:

- I. Desarrollar orientaciones para la planificación y autorización de proyectos de energía marina. La idea es que las notas de orientaciones de la UE puedan adoptarse a nivel nacional para tomar decisiones.
- II. Crear una agenda de investigación y monitoreo paneuropea para abordar los efectos ambientales de las tecnologías de energía marina y fomentar la colaboración entre los grupos de interés.
- III. Implementar la Directiva de Planificación Espacial Marítima (PEM) para mejorar los procesos de planificación y autorización para la energía marina.
- IV. Revisar los procesos de planificación para aplicar la PEM en la selección de sitios y provisión de infraestructura para minimizar los riesgos del proyecto en la obtención de autorizaciones/licencias ambientales.
- V. Facilitar el monitoreo ambiental basado en el sitio y realizar investigaciones para generar datos empíricos que respalden las solicitudes de autorización.
- VI. Utilizar la asignación de arrendamientos, la provisión de tarifas y los procesos de autorización para explorar el potencial de la cadena de valor del desarrollo de energía marina. Con ello se podrán demostrar los beneficios socioeconómicos de estas energías.

La OEE también desarrolló en 2020, tras la aprobación del Pacto Verde Europeo, un nuevo informe con propuestas para impulsar las energías marinas en Europa. El informe recoge las propuestas hechas en 2016 y añade nuevas iniciativas para apoyar el Pacto Verde (Ocean Energy Europe, 2020). La OEE actualiza estas propuestas con 5 acciones adicionales:

- I. Crear una Estrategia Europea para la Energía Renovable en Alta Mar con objetivos ambiciosos para 2030.
- II. Asegurar un apoyo continuo a nivel europeo para la investigación y la innovación, con el fin de avanzar en la tecnología.
- III. Al igual que en 2016, insistir en la creación de un Fondo de Seguros y Garantía para reducir los costos de financiación y atraer a aseguradoras comerciales al mercado.
- IV. Crear una Estrategia de Exportación para asegurar el liderazgo europeo en un mercado anual de 53 mil millones de euros.
- V. Crear una Alianza de Energía Marina compuesta por autoridades europeas y nacionales que proporcionen apoyo financiero accesible y marcos de permisos de obra favorables para proyectos de demostración.

Logros y avances, ¿qué se ha conseguido hasta ahora?

Atendiendo a los últimos informes de la OEE, parece que a nivel mundial se ha conseguido avanzar considerablemente tanto en temas de financiación como en temas de respaldo social y político. Esto ha permitido impulsar e implementar una gran cantidad de dispositivos de energía mareomotriz y de olas que estaban tanto en etapas de investigación o innovación, como en etapas más cercanas a su comercialización (Dupont, 2023, pág 25). El panorama europeo, sin embargo, muestra una historia muy diferente.

En primer lugar, en el plano político, en 2022 debido a la presión en los suministros de energía, agravada por la guerra en Ucrania, ha destacado la importancia de buscar fuentes innovadoras e independientes, como la energía marina, para fortalecer la seguridad del suministro y la autonomía estratégica. Y, aunque existe un mensaje de urgencia, éste aún no ha sido plenamente comprendido a nivel político. El apoyo político en la UE ha disminuido, y la comunidad se enfrenta a dificultades para coordinar los marcos de financiación propuestos en 2016 y necesarios para llevar la energía marina al siguiente nivel.

Respecto a la implementación de las tecnologías de energía marina en sí, el 2022 ha dejado un escenario algo preocupante. En cuanto a la energía mareomotriz, se desplegaron 67 kW de nueva capacidad de corrientes de marea en Europa, la cifra más

baja desde 2010 (Dupont, 2023), de manera comparativa debemos referirnos a un país como China, que con el despliegue de un solo dispositivo nuevo superó estas capacidades añadidas por Europa en 2022.

En cuanto a los 30.2 MW de tecnologías de energía maremotriz instaladas en Europa desde 2010, 13 MW están ya en funcionamiento y 17.2 MW han completado exitosamente sus programas de prueba permitiendo retirar y desbloquear para nuevos proyectos la financiación que habían recibido para su fase de demostración. Sin embargo, los nuevos proyectos en fase de demostración que se consiguieron desplegar en 2022 no han conseguido producir una generación de MW suficientemente alta.

Haciendo ahora referencia a la energía de las olas, las capacidades añadidas en 2022 fueron las más bajas registradas desde 2010 también (Dupont, 2023). De esta manera, la ventaja acumulativa de Europa se redujo nuevamente en 2022.

Por otro lado, se han dado primeros e importantes pasos en el ámbito de la financiación gracias al proyecto *Horizon Europe Work Programme 2023-2024*. Este programa ha permitido que los Estados miembros firmaran acuerdos no vinculantes para desarrollar estas tecnologías en sus respectivas cuencas marítimas, lo que muestra un importante avance en colaboración, uno de los puntos clave de la **acción 4** del 2016 *Roadmap* (Dupont, 2023). No obstante, estos pasos aún son pequeños y probablemente sean insuficientes de cara a lograr la visibilidad de mercado necesaria para alcanzar los compromisos financieros fijados o ya adquiridos.

En relación con el problema al que se enfrentan los desarrolladores de energías marinas a la hora de asegurar un flujo de inversiones estables y asequibles para innovar o lanzar todos aquellos proyectos que ya están en fase de precomercialización, la UE también ha sufrido una disminución de estas respecto al año anterior debilitando su posición de ventaja estratégica en la carrera de patentes. Aun así, a día de hoy la UE aún retiene la mayor parte de las patentes de «alto valor» en energía marina en general (Dupont, 2023). En 2021 la OEE celebraba que la energía marina atrajo tanto a inversores públicos como privados con unas inversiones anunciadas que totalizaron los 70 millones de euros, esto suponía un aumento del 50% respecto a 2020, muestra clara del creciente

atractivo de la energía marina como la próxima gran oportunidad en energías renovables (Collombet, 2022).

También ha habido avances en cuanto a apoyo social, económico y político con respecto a la facilitación de unos marcos de autorización y permisos de obra más asequibles que fomenten la investigación y los proyectos en fase de demostración. En esta área cabe destacar que el progreso en materia de nueva legislación dirigido a este objetivo ha sido favorable. En 2020 se adoptaron importantes legislaciones para respaldar el desarrollo de la energía marina: por ejemplo, en Francia el gobierno lanzó un nuevo mecanismo que permite a los desarrolladores de proyectos innovadores de energías renovables negociar el respaldo de ingresos de manera bilateral con el regulador de energía francés, y en España el gobierno nacional lanzó una nueva hoja de ruta de energías renovables marinas (Collombet, 2022).

En resumen, a pesar de haber aprovechado el impulso generado por las exportaciones, el respaldo legislativo, el aumento de los fondos del presupuesto de Horizon Europe, y aun manteniendo la ventaja de más de 20 años de inversión en I+D para impulsar este sector, el progreso es más lento de lo anticipado.

La OEE identifica dos razones que explican esta situación: (i) la implementación lenta de la Estrategia de la UE sobre las Energías Renovables Marinas en Alta Mar y sus objetivos; y, (ii) la ausencia actual del Fondo de Seguros y Garantías, que está creando un cuello de botella al limitar el acceso a una financiación fluida y asequible que permitiría desplegar toda la energía mareomotriz y de oleaje que actualmente se encuentra estancada en la fase de desarrollo (Dupont, 2023; Collombet & Cagny, 2022).

II

España ante la energía marítima

España emerge como un actor clave en el ámbito de la energía marina. En este apartado, exploraremos la evolución de la eólica marina y las demás energías marinas en nuestro país, examinando las razones que le han llevado a destacar en el contexto europeo, y cómo contribuye a la ambiciosa agenda de la UE en materia de energías renovables.

La Estrategia de la Unión Europea, abordada anteriormente, destaca la necesidad de incorporar los objetivos de desarrollo de energías renovables marinas en los planes nacionales de ordenación del espacio marítimo. Con este fin, España ha elaborado una Hoja de Ruta para el avance de la Energía Eólica Marina y las Energías del Mar. Cabe destacar que en 2025 esta Hoja de Ruta va a ser revisada y actualizada en base a los progresos y los errores que se hayan cometido hasta la fecha indicada.

Los principales propósitos de este documento son los siguientes:

- I. Posicionar a España como un referente a nivel europeo e internacional en el ámbito del desarrollo tecnológico y la innovación en energías renovables enfocadas en el entorno marino.
- II. Estimular el progreso de la energía azul dentro de parámetros de sostenibilidad.
- III. Establecer un marco normativo a nivel estatal que facilite la implementación ordenada de fuentes de energía renovable marina.

REGULACIÓN

España ha implementado diversas normativas y estrategias que abordan específicamente el desarrollo de la Energía Eólica Marina y las Energías del Mar.

A continuación, se analizarán algunas de las principales, destacando su enfoque en estas formas innovadoras de energía y su papel dentro de la agenda nacional de sostenibilidad.

I. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030:

El PNIEC propone la transición energética y el despliegue de renovables como oportunidades para fortalecer la cadena industrial y el desarrollo tecnológico nacional. El plan incluye una "Estrategia española para el desarrollo de la eólica marina y las energías del mar" coordinada con los Planes de Ordenación del Espacio Marino.

II. Descarbonización a Largo Plazo 2050:

La estrategia de descarbonización a largo plazo es una respuesta coherente y contundente a la emergencia climática que busca aprovechar las nuevas tecnologías y la competitividad económica. Una de las herramientas para lograr la neutralidad climática es el desarrollo y mejora de las energías renovables, dando lugar a la creación de la Hoja de Ruta para el desarrollo de la energía eólica y otras energías del mar en España.

III. Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética:

Esta ley establece el marco institucional y las señales regulatorias y económicas para lograr la neutralidad climática en España. Impulsa el desarrollo de energías renovables, incluyendo la eólica marina, mediante subastas con criterios específicos y objetivos de penetración renovable.

IV. Estrategia de Transición Justa:

Busca optimizar la transición ecológica para generar empleo y asegurar que ninguna región se quede rezagada. La estrategia destaca la importancia de la energía eólica marina y las energías renovables marinas para la generación de empleo, la dinamización de industrias tradicionales y el aprovechamiento de infraestructuras y conocimientos existentes.

V. Marco Legal sobre Protección Ambiental del Medio Marino:

Se establece como prioridad alcanzar el objetivo del 30% de superficie marina protegida en 2030, en consonancia con la Estrategia de Biodiversidad de la Unión Europea. España, rica en biodiversidad marina, aspira a liderar la protección y

conservación del océano, siendo parte de la Coalición de Alta Ambición y la Alianza Global de los Océanos.

APLICACIÓN DE LA ENERGÍA EÓLICA MARINA EN ESPAÑA

Como se ha introducido, la energía eólica marina consiste en la producción de energía eléctrica aprovechando la energía cinética del viento. A diferencia de la energía eólica convencional, estos molinos se sitúan en alta mar, donde el viento alcanza mayor velocidad y es más constante debido a la inexistencia de barreras físicas, por lo que es más eficiente.

En cuanto a las fases del desarrollo de la energía eólica marina en España, se pueden identificar varias etapas:

- I. **Exploración y Evaluación del Potencial:** se realizan estudios y evaluaciones para identificar las zonas con mayor potencial eólico marino en las aguas territoriales españolas. Estos estudios consideran factores como la velocidad y la consistencia del viento, la profundidad del agua y la proximidad a la infraestructura existente.
- II. **Planificación y Autorización:** se lleva a cabo la planificación detallada de los parques eólicos marinos, incluyendo la selección de ubicaciones específicas, el diseño de la infraestructura y la evaluación de los impactos ambientales y sociales. Se solicitan las autorizaciones necesarias de las autoridades competentes, lo que implica cumplir con los requisitos legales y ambientales establecidos.
- III. **Desarrollo de Infraestructura:** se inicia la construcción de los parques eólicos marinos, lo que incluye la instalación de aerogeneradores en plataformas fijas o flotantes, la construcción de subestaciones eléctricas marinas y la instalación de cables submarinos para la transmisión de energía. Los elementos clave de un parque eólico marino incluyen los aerogeneradores, las subestaciones eléctricas marinas, los cables submarinos, las plataformas de apoyo (fijas o flotantes) y los sistemas de control y monitoreo.
- IV. **Operación y Mantenimiento:** una vez que los parques eólicos marinos están en funcionamiento, se lleva a cabo la operación y el mantenimiento regular para

garantizar un rendimiento óptimo y una larga vida útil de los equipos. Esto incluye inspecciones periódicas, reparaciones y reemplazos según sea necesario.

Este desarrollo implica la colaboración entre el gobierno, las empresas energéticas y otros actores relevantes. En efecto, ha comportado el establecimiento de marcos regulatorios y de incentivos para fomentar la inversión en este sector. Así como de licitaciones y subastas para la adjudicación de proyectos, lo que implica la presentación de propuestas por parte de los desarrolladores y la selección de los proyectos más competitivos.

Los elementos clave de un parque eólico marino incluyen los aerogeneradores, las subestaciones eléctricas marinas, los cables submarinos, las plataformas de apoyo (fijas o flotantes) y los sistemas de control y monitoreo.

A continuación se detallan algunas de las instalaciones españolas de referencia en energía azul:

Madrid

El Centro de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR) está especializado en hidrodinámica. Se realizan proyectos, experimentación e investigación para diversos sectores, como organismos gubernamentales, astilleros, navieros y fabricantes.

Canarias

La Plataforma Oceánica de Canarias (PLOCAN) tiene el objetivo de impulsar la investigación marina y marítima, especialmente en energías renovables marinas, facilitando el acceso al océano para pruebas y validación de prototipos.

Vizcaya

La Plataforma de Energía Marina de Vizcaya (BiMEP) opera y gestiona la plataforma de ensayos en mar abierto, ya que la localización proporciona un área para la demostración de la viabilidad técnica y económica de prototipos de captadores de energías marinas y sistemas eólicos marinos.

ASPECTOS NEGATIVOS DE LA ENERGÍA EÓLICA MARINA FLOTANTE EN ESPAÑA

La energía eólica marina flotante en España enfrenta diversos desafíos y amenazas que han obstaculizado su desarrollo y posicionamiento en la Península Ibérica.

En términos de debilidades, a pesar del interés manifestado por varios desarrolladores, aún no se ha traducido en una cartera de proyectos concretos en la región. Los Planes Nacionales de Energía y Clima en España y Portugal hasta 2030 presentan objetivos poco específicos para la energía *offshore*, lo que limita la planificación a largo plazo. Además, la necesidad de inversiones en el desarrollo de nuevos proyectos y la cadena de suministro requiere una perspectiva política a largo plazo. La normativa existente también demanda una actualización en términos de planificación del espacio marítimo, procedimientos administrativos ágiles y un marco retributivo adecuado.

En cuanto a las amenazas, la competencia de la energía eólica flotante con otras fuentes de energías renovables representa desafíos significativos. Además, la competencia con otros centros tecnológicos e industriales potenciales y la existencia de países o regiones mejor posicionados para el desarrollo de la eólica flotante plantean amenazas adicionales para la Península Ibérica.

ESPAÑA ANTE LA FALTA DE REGULACIÓN DE LA UE

Algunos Estados miembros como España han tomado la iniciativa y se han posicionado como líderes en el desarrollo y la implementación de tecnologías relacionadas con las energías azules. La geografía costera extensa de España, sumada a su firme compromiso con la investigación y desarrollo en el sector de las energías renovables marinas, le ha permitido destacarse como un actor clave en este escenario emergente.

La falta de una respuesta unánime de la UE para el desarrollo de las energías renovables marinas ha otorgado a nuestro país la oportunidad de diseñar y ejecutar políticas y estrategias que impulsen eficientemente estas tecnologías. Este liderazgo no solo contribuye al avance tecnológico, la mejora de la competitividad económica y a la generación de energía sostenible a nivel nacional, sino que también proyecta a España

como un referente en la UE en términos de innovación y desarrollo en el ámbito de las energías renovables marinas.

Al destacarse como un pionero en la integración de tecnologías de energías azules, España se erige como un actor clave en la transición hacia un futuro energético más sostenible y responde a los desafíos globales de mitigación del cambio climático. En este sentido, su liderazgo se perfila como un catalizador para inspirar y orientar futuras iniciativas y regulaciones dentro de la UE en el ámbito de las energías renovables marinas.

III

DESAFÍOS DE LA ENERGÍA MARÍTIMA

Las energías renovables ofrecen grandes beneficios en términos de generación de energía limpia y avance en la transición ecológica. No obstante, también presentan desventajas y desafíos, sin estar exentas de generar externalidades negativas. Refiriéndonos a la energía renovable marina, a menudo estos impactos desfavorables pasan desapercibidos, debido a su ubicación subterránea u oculta, a diferencia de situaciones más evidentes, como la deforestación de un bosque.

En este epígrafe analizaremos algunos de los posibles retos y externalidades negativas que este tipo de energía renovable genera. En ese sentido, el último informe de la Corte Europea de Auditores: «Offshore renewable energy: EU auditors highlight green dilemma», advierte que una rápida expansión de la instalación de energía renovable descontrolada puede dañar el medio marino.

La enumeración de causas analizadas a continuación no implica necesariamente que se produzcan todas ellas a la vez o que se tengan que dar en la totalidad de los casos.

Impacto ambiental

La instalación de infraestructuras renovables puede llegar a desplazar especies o generar sobrepoblación en los alrededores de dichas infraestructuras. En específico, los molinos, debido a sus dimensiones y al ruido generado por su rotor, palas o aspas, pueden llegar a producir contaminación acústica que afecta a la fauna marina. Además, la construcción de sus cimientos puede implicar la alteración del fondo marino, afectando la ecología o ecosistema local.

Unido a ello se encuentra la posibilidad de desarrollo de la minería submarina, cuyo fin no es otro que el de extraer recursos naturales del fondo marino con instrumentos altamente perjudiciales, que tendrían consecuencias irreversibles para el equilibrio ecológico de las profundidades marinas. Estas prácticas podrían llegar a arrasar ecosistemas enteros.

Costes y desafíos técnicos

Costes de implementación

La instalación y el mantenimiento de las infraestructuras en entornos marinos pueden ser más costosos y técnicamente más desafiantes que en tierra firme.

Ante esto, el director técnico de la Asociación Empresarial Eólica - Tomás Romagosa-, declaró que «la eólica de cimentación fija es económica y se ha puesto sin necesidad de subvenciones e incentivos en otros países. Sin embargo, la marina es más cara que otras renovables y, por ahora, aunque existe interés por parte de empresas, las subvenciones se necesitan» (Sarmiento, M., 2022)

La inversión inicial requerida para la instalación de parques eólicos es significativa, por lo que han de presentarse estudios que garanticen la rentabilidad a largo plazo del proyecto. Tanto la viabilidad como la rentabilidad del proyecto son esenciales para obtener financiación, y aún más teniendo en cuenta que el mercado de la energía eólica marina, aunque bastante avanzado, aún está en desarrollo. A esto se suman los prolongados procedimientos de permisos nacionales (procedimientos administrativos y burocráticos) que representan otra barrera.

Condiciones ambientales adversas

Las condiciones del entorno marino, como las tormentas, los vientos fuertes y la corrosión, pueden aumentar la complejidad y los costes de operación y mantenimiento.

Los componentes tribológicos de las turbinas eólicas marinas sufren un mayor deterioro: erosión y daños causados por el choque con animales o factores ambientales como el granizo o la arena; la acumulación de hielo en las palas, haciéndoles tener que soportar más resistencia; y, la degradación de los lubricantes, en especial por razón del agua salada y la corrosión atmosférica y/o filtraciones.

Materias primas de materiales de construcción

En el informe previamente mencionado destaca la dependencia por parte de la Unión Europea respecto de las materias primas que en su mayoría provienen de países como China. Ello puede provocar una desaceleración del despliegue de esta energía.

Emplazamiento

La cuestión geográfica, es uno de los factores más importantes a la hora de decidir dónde construir un proyecto de tal envergadura, debiendo tener en cuenta todas las actividades concurrentes en la zona.

En el caso de las turbinas marinas eólicas, para la instalación de una de tipo fijo, la distancia con el suelo no puede superar los 50 metros, pudiéndose instalar una de tipo móvil (es decir, energía eólica flotante) si la distancia es superior, que, aunque también requiere cierto anclaje, puede alcanzar los 500-1.000 metros. No obstante, los molinos de viento *offshore* presentan una ventaja respecto a los terrestres, ya que estos no necesitan alcanzar una altura tan elevada porque la velocidad del viento es suficiente incluso a menor altitud.

Ante esto, se están dando casos de creación de parques de energía marinos para un mejor aprovechamiento del espacio e infraestructuras en los que se combinan los paneles solares junto a los molinos eólicos marinos, lo que genera además un apoyo a la creación y protección de los hábitats en los que se encuentran y las especies que allí habitan. (Buljan, A., 2023).

Impacto visual y paisajístico

La presencia de parques eólicos marinos puede tener impactos visuales negativos, afectando así a la estética de las áreas costeras, pudiendo alterar las vistas panorámicas y/o la línea del horizonte. Esta problemática podría desembocar en una disminución del turismo, y es especialmente relevante si se trata de una región particularmente relevante como destino. El impacto estético también puede ser nocivo y generar malestar entre los habitantes y las comunidades locales, por lo que una solución podría ser potenciar los aerogeneradores off-shore, que se instalan en mar abierto.

Interferencia con actividades marítimas

La presencia de estructuras marinas puede interferir con actividades de navegación y pesca, lo que puede generar preocupaciones entre las comunidades pesqueras y la industria del transporte marítimo.

A este respecto, se han desarrollado varios proyectos, entre los que se encuentran el cultivo de algas entre los molinos o el aprovechamiento de la tecnología solar flotante para la acuicultura, que además de generar energía solar, sirve como piscifactoría. Las placas solares se colocan sobre una especie de flotador y, bajo ella, se desarrolla la piscifactoría. Los peces se encuentran protegidos de las aves, creando espacios propicios para la vida y reproducción, o incluso sobrepoblación.

Estas iniciativas optimizan el espacio, y potencian la sinergia entre la creación de energía renovable limpia y la contribución a la seguridad alimentaria.

Desde la Corte de auditores, en el informe previamente mencionado, afirman que no existe ningún problema relativo a interferencias porque «las renovables marinas rara vez conviven con otras actividades», aunque sí reconocen que existen conflictos con la industria pesquera aún sin resolver.

Desafíos logísticos y de infraestructura

La instalación, el mantenimiento y la reparación, puede ser más complicado y costoso que en tierra, lo que plantea desafíos logísticos. No solo porque se encuentre en el mar o en zonas más remotas, sino también porque los aerogeneradores se suelen instalar en zonas de grandes corrientes y fuertes vientos, lo cual complica una navegación o transporte seguro.

IV

Conclusiones

El camino hacia la implementación efectiva de la energía marina, en sus diferentes subtipos, esto es: eólica marina, energía fotovoltaica flotante, energía mareomotriz, energía undimotriz, entre otros, enfrenta desafíos significativos. La competencia con otras fuentes de energías renovables y centros tecnológicos, junto con la escasez de inversiones y una política de apoyo a largo plazo, ralentiza su implantación como energía renovable. A ello se le añade uno de los principales desafíos relacionados con la energía marina, el importante impacto, a la vez que desconocido, que esta tiene sobre el medio marino.

Sentado lo anterior, queremos ahora referirnos a las medidas legislativas que rodean al aprovechamiento del potencial oceánico para canalizarlo en energía. Si bien existen algunos instrumentos normativos como la Estrategia de la UE sobre las Energías Renovables Marinas y el Pacto Verde Europeo, es patente la falta de un acuerdo común entre los Estados miembros focalizado únicamente en la energía azul. En otras palabras, no existe un paquete de medidas concretas, equiparables al Pacto Verde —por más que este establezca la estrategia «Proteger el medio ambiente y los océanos—, que concentre su atención en los mares y océanos, cómo podría ser la firma de un Pacto Azul Europeo.

A partir de esta herramienta, más específica, podría lograrse tanto un mayor compromiso por el mantenimiento del medio marino como medidas que permitan el aprovechamiento de esta fuente de energía renovable. No obstante, un instrumento de esas características no solo se centraría en los océanos, sino que también supondría una oportunidad para una efectiva transición hídrica hacia prácticas más sostenibles, pues no debe olvidarse que la escasez de agua es un fenómeno transfronterizo.

Más allá de las cuestiones relativas al marco jurídico conveniente, y en lo que se refiere a la inversión, es evidente la necesidad de aumentar la financiación en tecnología para la obtención de energía marina. Tal y como publica el Tribunal de Cuentas², los

² Véase a este respecto, el informe del Tribunal de Cuentas Europeo: «Offshore renewable energy: EU auditors highlight green dilemma»

esfuerzos económicos deben ir destinados a la mejora de infraestructuras que permitan la obtención de energía oceánica ya que permitiría un desarrollo tecnológico y del mismo modo una mayor producción de energía que con cualquier otro modo de obtención. En la misma línea que el Tribunal de Cuentas, la OEE destaca la necesidad de poner en marcha el Fondo de Seguros y Garantías europeo, con el objetivo de promover y resguardar la innovación en proyectos de energías marinas. De esta manera, se lograría, además, avanzar de manera congruente con la Estrategia de la UE sobre las Energías Renovables Marinas.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la energía marina enfrenta desafíos significativos y multidimensionales. Entre ellos se encuentran los impactos ambientales, como la alteración de los ecosistemas marinos, y la dependencia de materias primas que no son locales, así como los elevados costes de implementación y mantenimiento. Además, existen obstáculos técnicos y logísticos considerables. Aunque estos retos no parece que vayan a resolverse en el corto plazo, se observan progresos significativos, especialmente desde el sector privado, donde también se están desarrollando colaboraciones entre entidades públicas y privadas. Estas sinergias son cruciales para avanzar en la explotación de la energía marina y superar los obstáculos actuales.

Esta colaboración entre actores públicos y privados, especialmente en organizaciones como la OEE, se configura como elemento esencial para realizar la visión de la UE en el sector de la energía marina. Son interacciones fundamentales para catalizar aquellos avances que por otro lado ya han comenzado a tomar forma (p. ej., los acuerdos no vinculantes en el proyecto Horizon Europe Work Programme 2023-2024) y asegurar un impulso continuo en el desarrollo de esta industria.

Finalmente queremos trasladar el foco de atención a nuestro país. España, con su extensa geografía costera y su compromiso con la investigación, tiene la oportunidad de liderar en el ámbito de las energías azules a nivel europeo. Este liderazgo no solo avanza la sostenibilidad y la competitividad económica a nivel nacional, sino que también establece a España como un modelo a seguir en la innovación de energías renovables marinas dentro de la Unión Europea.

Este contexto invita al análisis y al pensamiento crítico sobre cómo España puede superar estos desafíos para consolidar su posición como líder en energías marinas y cómo su enfoque podría influir en futuras políticas y estrategias de energías renovables marinas en la Unión Europea. ¿Cómo pueden equilibrarse la innovación y el desarrollo sostenible con la necesidad de una regulación coherente y apoyo a largo plazo? ¿Y de qué manera puede España inspirar a otros países de la UE a adoptar un enfoque más ambicioso hacia las energías renovables marinas? La capacidad de España para superar estos retos regulatorios y tecnológicos determinará su éxito en la consolidación de un modelo energético renovable y marino que no solo beneficie al medioambiente, sino que también tenga un impacto positivo en la sociedad y un incremento en la competitividad de nuestra economía.

Bibliografía

Buljan, A., & Buljan, A. (2023). The clean energy pursuit: speeding up build-out while continuing to innovate. *Offshore Energy*. <https://www.offshore-energy.biz/the-clean-energy-pursuit-speeding-up-build-out-while-continuing-to-innovate/>

EU Blue Economy Observatory: Ocean Energy, EU Blue Economy Observatory. Edited by Joint Research Centre – Ispra. https://blue-economy-observatory.ec.europa.eu/eu-blue-economy-sectors/ocean-energy_en (Accessed: 24 November 2023)

Collombet, Rémi. (2022) “Ocean Energy Key Trends and Statistics 2021” <https://www.oceanenergy-europe.eu/category/publication-library/>

Collombet, Rémi. (2021) “Ocean Energy Key Trends and Statistics 2020” <https://www.oceanenergy-europe.eu/category/publication-library/>

Collombet, Rémi, and Donagh Cagney. (2022) *Last Stop to 2025 a 2022 Action Plan to Deliver on the Offshore Strategy’s Ocean Energy Target*. 28 June 2022. <https://www.oceanenergy-europe.eu/category/publication-library/>

Comisión Europea. (2020) *Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité económico de las Regiones. Una Estrategia de La UE Para Aprovechar El Potencial de La Energía Renovable Marina Para Un Futuro Climáticamente Neutro* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2020:741:FIN&qid=1605792629666>

Comisión Europea. 19/11/2020. *Impulsar las energías renovables marinas para conseguir una Europa climáticamente neutra*. [Comunicado de prensa] https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_20_2096

Comisión Europea. (2023). *Factsheet – The European Green Deal – Delivering the EU’s 2030 Climate Targets*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/FS_23_4813

Directiva 2008/56/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de junio de 2008 por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:02008L0056-20170607>

Dupont, Valentin. (2023) "Ocean Energy Key Trends and Statistics 2022" <https://www.oceanenergy-europe.eu/category/publication-library/>

El MITECO asigna 147 millones para ensayo y demostración de renovables marinas. (s. f.). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/2023/10/el-miteco-asigna-147-millones-para-ensayo-y-demostracion-de-reno.html>

Energías del mar. (s. f.). Instituto Catalán de Energía. <https://icaen.gencat.cat/ca/inici/>

Energy Transition Investment Trends 2024 | BloombergNEF. (2024, 30 enero). BloombergNEF. <https://about.bnef.com/energy-transition-investment/>

European Commission - Have your say. (s. f.). European Commission - Have your say. https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12898-Proteccion-del-medio-marino-revision-de-las-normas-de-la-UE_es

González García, I., & Acosta Sánchez, M. A. (s/f). *Difícil aplicación de la estrategia marina europea y la protección del medio marino en la bahía de algeciras/gibraltar the difficult implementation of the european marine strategy and the environment protection of the bay of gibraltar/algeciras.* <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4371289.pdf>

Hoja de ruta eólica marina y energías del mar en España https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/prensa/211210hreolicamarinayenergiasdelmarenespana_tcm30-533945.pdf

Informe de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. Primera fase de aplicación de la Directiva marco sobre la estrategia marina (2008/56/CE) Evaluación y orientaciones de la Comisión Europea / COM/2014/097 final */.* (2014). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A52014DC0097>

Informe de la Comisión al Parlamento Europeo y al Consejo. *Relativo a la aplicación de la Directiva marco sobre la estrategia marina* (Directiva 2008/56/CE) (25/06/2020). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0259&from=FR>

Informe Especial 22/2023: Energía renovable marina en la UE. (s. f.). *Informe especial 22/2023: Energía renovable marina en la UE*. European Court of Auditors. <https://www.eca.europa.eu/es/publications?ref=SR-2023-22>

IRENA and GWEC (2023), Enabling frameworks for offshore wind scaleup: Innovations in permitting, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

La energía marina. (s. f.). Enel Green Power. <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-marina>

La política marítima integrada de la Unión Europea | Fichas temáticas sobre la Unión Europea | Parlamento Europeo. (s. f.) <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/121/la-politica-maritima-integrada-de-la-union-europea>

Ley española 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2010-20050>

Logístico, E. C. M. Y. (2023, 2 noviembre). La Eólica Marina se reunirá en las Palmas de Gran Canaria. *El Canal Marítimo y Logístico* <https://www.diarioelcanal.com/eolica-marina-gran-canaria/>

7th Meeting of the Collaborative Framework on Ocean Energy/Offshore Renewables. (2023, 26 octubre) <https://www.irena.org/Events/2023/Oct/7th-Meeting-of-the-Collaborative-Framework-on-Ocean-Energy-or-Offshore-Renewables>

North Sea seaweed gets greener with the world's first floating solar aquaculture project. (2020) Recharge | Latest renewable energy news. <https://www.rechargenews.com/energy-transition/north-sea-seaweed-gets-greener-with-worlds-first-floating-solar-aquaculture-project/2-1-924772>

Ocean Energy Europe. (2020) 2030 Ocean Energy Vision Industry Analysis of Future Deployments, Costs and Supply Chains

<https://www.oceanenergy-europe.eu/category/publication-library/>

United Nations. (s. f.). ¿Qué son las energías renovables? | Naciones Unidas
<https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy>

RISE. (s. f.). RISE.

<https://oceanenergy-sweden.se/wp-content/uploads/2018/03/oef-final-strategic-roadmap.pdf>

Soukissian, T., O'Hagan, A. M., Azzellino, A., Boero, F., Brito e Melo, A., Comiskey, P., Pennock, S, et al. (2023). European offshore renewable energy: towards a sustainable future.