

# La energía eólica marina: tecnología y contexto actual

La eólica marina, como la terrestre, aprovecha la fuerza del viento para generar electricidad renovable. En alta mar, la velocidad del viento es mayor y más constante.



Los parques marinos se construyen, en aguas poco profundas cercanas a la costa, anclando los aerogeneradores al lecho marino, o en instalaciones flotantes en aguas más profundas (superiores a 50 metros, actualmente).



La tecnología flotante es especialmente importante en regiones con aguas costeras profundas, como es el caso del Mediterráneo y gran parte de la costa de España. La tendencia actual es que los aerogeneradores se instalen en ubicaciones cada vez más alejadas de la costa.



### Los costes económicos

La construcción, mantenimiento, operación y transporte de los parques marinos tiene un coste más elevado que la de los terrestres, pero el nivel de generación y la vida media de los aerogeneradores son muy superiores. Los costes, además, se han reducido un 40% desde 2015.

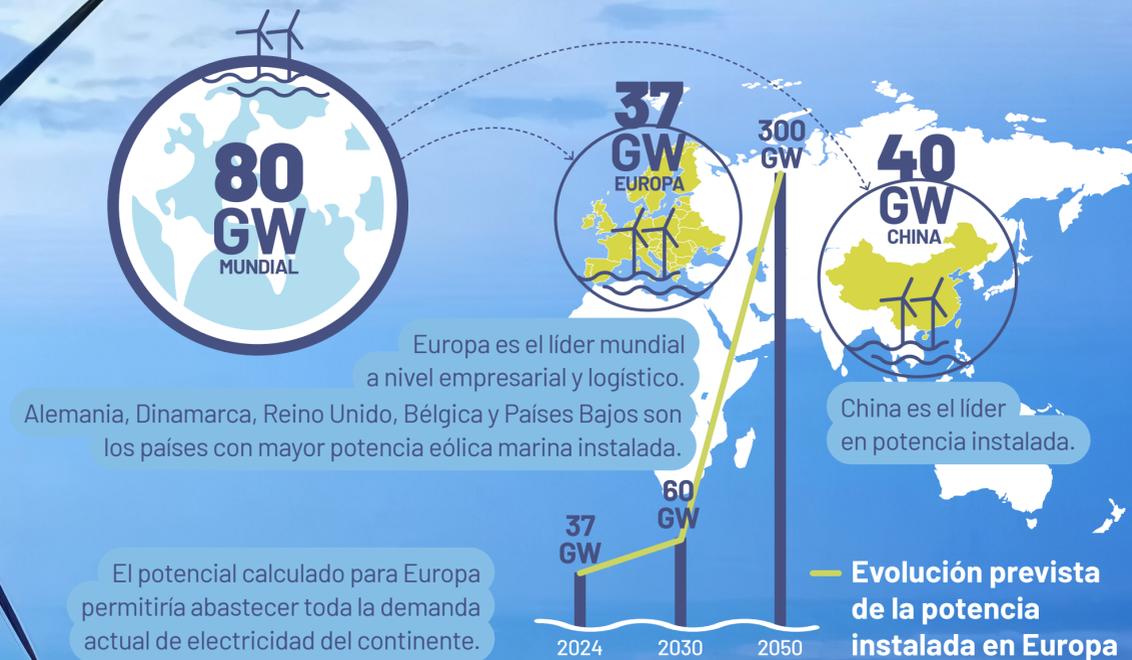


Los parques flotantes ofrecen mayores beneficios potenciales, sobre todo ambientales, que los fijos.

Los costes asociados con la distancia a la costa, por las conexiones a la red eléctrica, siguen siendo los factores limitantes.



## Potencial de eólica marina



## Planes de Ordenación de los Espacios Marinos (febrero 2023)

Establecen un marco para el desarrollo sostenible de los sectores marítimos de las áreas afectadas: pesca, acuicultura, turismo, patrimonio histórico, transporte marítimo y aprovechamientos energéticos y de materias primas en el mar, garantizando la conservación y protección del medio ambiente marino y la resiliencia a los efectos del cambio climático. Definen las **Áreas de Alto Potencial eólico marino (ZAP)**.

El objetivo de potencia eólica marina instalada en España a 2030: es de **3GW**

Total de la superficie marina española: **1.087.000 km²**

Total áreas ZAP: **0,46% 5.000 km²**

Estas zonas se han definido teniendo en cuenta:

- Disponibilidad del recurso eólico
- Defensa Nacional
- Impactos en la biodiversidad marina
- Mitigación de conflictos con otras actividades pesca, turismo, acuicultura
- Seguridad para la navegación y la aérea

# Buenas prácticas de diálogo social en Europa (3 ejemplos)

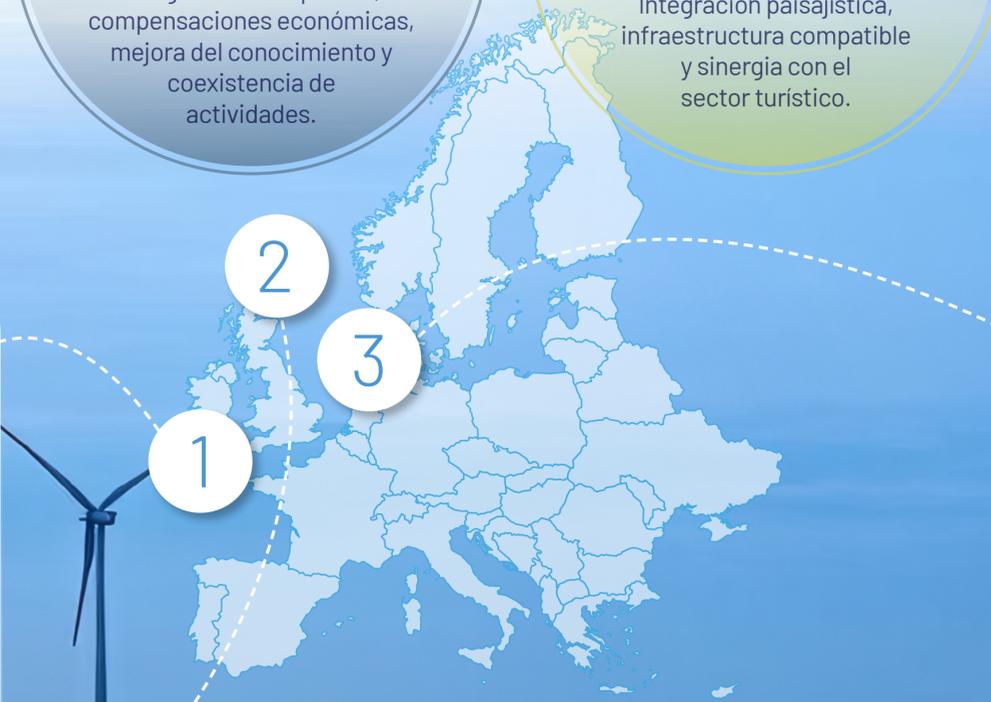
## ÁMBITOS DE VALORACIÓN

**COMUNIDAD LOCAL**  
Información y participación social, desarrollo local, educación y formación.

**SECTOR PESQUERO**  
Colaboración y comunicación, mitigación de impactos, compensaciones económicas, mejora del conocimiento y coexistencia de actividades.

**SECTOR TURÍSTICO Y PAISAJE**  
Integración paisajística, infraestructura compatible y sinergia con el sector turístico.

**PROTECCIÓN AMBIENTAL**  
Estudio y monitorización, minimización de impactos y medidas compensatorias.



### PARQUE DE CALVADOS NORMANDÍA, FRANCIA

**448 MW** en 45 km<sup>2</sup>  
**64** turbinas  
**a 10** km de la costa

Entrada en servicio: **2025**

- **Diálogo abierto y permanente** desde su planificación en 2007.
- Creación de un **organismo de consulta y seguimiento** por la prefectura regional.
- Las reuniones públicas se completan con un **debate conjunto** y con el equipo del proyecto.

- Relación con agentes locales de **empleo, formación e integración**, y participación en foros profesionales
- **Diálogo con los pescadores** para identificar una **ubicación adecuada** fuera de las zonas de mayor pesca
- **Apoyo a las empresas locales y nuevos empleos** en el mercado de la eólica marina
- **Alternar artes de pesca** estacionarias y de arrastre dentro del parque de forma segura
- Base de operación y mantenimiento en la **zona portuaria cercana**, con la participación de empresas locales
- **Estudios de identificación** de marsopas, delfines comunes, delfines mulares, focas grises y crías de foca; y de las especies de aves en las seis zonas de especial protección
- Estudio de la **integración visual en la costa** para delimitar los puntos clave desde donde sería visible
- **Programa de vigilancia** con prospecciones visuales, inmersiones, monitoreos con radar y observaciones aéreas

### SEAGREEN REINO UNIDO

**1.075 MW**  
**114** turbinas  
**a 27** km de la costa

Entrada en servicio: **2023**

- Creación de un **fondo comunitario para respaldar actividades** que:
  - Fomenten la conservación del medio ambiente
  - Mejoren espacios públicos, instalaciones y servicios comunitarios
  - Promuevan el bienestar y la salud
- Creación de **empleos cualificados en el puerto** para actividades relacionadas con la logística, clasificación y almacenamiento de los cimientos de las turbinas
- **La base de operaciones y mantenimiento generará empleos indirectos** y especializados para respaldar las operaciones del parque durante su vida útil

### HOLANDSE KUST ZUID PAÍSES BAJOS

**1,5 GW**  
**139** turbinas  
**18-36** km de la costa

Entrada en servicio: **2024**

Uno de los parques marinos más grandes del mundo.  
El Programa del Mar del Norte 2022-2027 define una **política de paso restringido en las áreas de energía eólica** con el fin de equilibrar el desarrollo de energías renovables con la seguridad marítima y la protección de infraestructuras críticas.

- **Creación de una zonificación de actividades.** Identificación de actividades compatibles con la generación de energía eólica, en favor de un modelo de uso múltiple del mar:
  - Acuicultura
  - Energías renovables complementarias
  - Pesca pasiva
  - Proyectos de conservación
- **Paso de barcos entre los aerogeneradores** de hasta 46 metros de eslora que cumplan con requisitos técnicos y distancia mínima de 150 metros de los aerogeneradores
- **Proyectos de conservación marina:** restauración y creación de arrecifes de roca artificiales y refugios para peces con el fin de recuperar ecosistemas marinos degradados
- **Circularidad de los materiales.** Turbinas con elementos fabricados con materiales reciclables y reutilizables
- **Pesca recreativa limitada y pesca pasiva** con métodos no invasivos



Este proyecto ha sido financiado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y será publicado en la web de la Fundación Renovables

# Recomendaciones para el desarrollo sostenible

Un modelo de buenas prácticas ideal aplicable a todos los parques eólicos no existe. Cada proyecto debe evaluar sus particularidades, analizar el ámbito local y adaptar las estrategias más adecuadas según las condiciones locales.

Esto garantiza un equilibrio entre generación renovable, protección del medio marino y bienestar socioeconómico de las poblaciones costeras (aceptación social).

## BIENESTAR LOCAL

### Comunicación, información y participación

- ✓ **Procesos de diálogo** desde las etapas iniciales.
- ✓ Organismo de **consulta y seguimiento** continuo.
- ✓ Acciones comunicativas.

### Desarrollo socioeconómico

- ✓ **Acuerdos** comunitarios entre promotor y administración local.
- ✓ **Servicios e infraestructuras** para el beneficio de la comunidad.
- ✓ **Contratación de empresas locales y desarrollo** de la cadena de suministro local.
- ✓ **Programas de formación** para residentes locales (personas en riesgo de exclusión y sin actividad laboral).
- ✓ **Fondo comunitario** de resiliencia para ayudar a hogares vulnerables.

### Educación y sensibilización

- ✓ Acciones de **sensibilización y educación** sobre energía eólica offshore.
- ✓ Visibilizar el papel de la mujer y la **igualdad de género** en los proyectos.
- ✓ Participación en **ferias** de empleo locales.
- ✓ Programas de máster en universidades locales y **becas y prácticas** en energía eólica.

## SECTOR PESQUERO

### Colaboración continua y comunicación abierta

- ✓ **Diálogo entre las comunidades pesqueras** y las empresas de eólica marina.
- ✓ **Participación de representantes pesqueros** en los procesos participativos.

### Compensaciones económicas y mejora del conocimiento

- ✓ **Fondo económico de compensación** por pérdidas para las embarcaciones pesqueras durante la vida útil del parque.
- ✓ **Compensación económica** directa por pérdidas productivas por la reducción de capturas en base al tipo de embarcación y registro de años anteriores.
- ✓ **Proyectos de investigación** del impacto del ruido submarino sobre diferentes especies marinas.

### Coexistencia de actividades

- ✓ **Optimización de las rutas marinas**; corredor marino para las embarcaciones de construcción.
- ✓ **Zonificación del área** para compartir usos y actividades marinas.
- ✓ **Distancia de seguridad** de 50 m alrededor de los aerogeneradores cuando el parque se encuentra en operación (sin zonas de exclusión).
- ✓ **Sinergias** con actividades de acuicultura dentro del parque.
- ✓ Aerogeneradores de mayor tamaño que **faciliten la coexistencia** con la pesca.

## SECTOR TURÍSTICO

### Integración paisajística

- ✓ **Estudio de integración** consensado mediante un debate público con los actores locales.

### Infraestructuras sostenibles

- ✓ **Soterramiento de los cables** de evacuación terrestres para minimizar el impacto visual.
- ✓ **Pantallas deflectoras y reforestación** alrededor de la subestación eléctrica en tierra para minimizar el impacto visual.

### Sinergias con el sector turístico

- ✓ Construcción de **infraestructura terrestre** durante la temporada baja.
- ✓ **Inversión en obras para la mejora** del paseo marítimo, aparcamiento y áreas de recreo y ocio.
- ✓ **Oferta turística e infraestructuras** que integren el parque eólico (miradores, paneles informativos, mobiliario, rutas, centros de visitantes...).

## MEJORA DEL MEDIOAMBIENTE

### Estudios y monitorización de poblaciones locales y migraciones

- ✓ **Monitorización**, muestreos locales e inventario de aves.
- ✓ Seguimiento de **flujos migratorios** y alturas de vuelo durante las temporadas de migración.
- ✓ **Telemetría** para analizar la actividad pesquera de las aves.
- ✓ **Investigación sobre la alimentación** de aves en la temporada no reproductiva.
- ✓ **Monitorización de murciélagos** durante las fases de construcción, operación y desmantelamiento.

### Minimización de impactos

- ✓ Minimización de la **contaminación lumínica y sonora** durante las fases de construcción.
- ✓ **Sistemas para evitar colisiones** con las aspas de los aerogeneradores.

### Medidas compensatorias

- ✓ **Programa estatal para la investigación** sobre la interacción de los parques eólicos marinos y la avifauna.

### Medidas relacionadas con la fauna y flora marinas

- ✓ Estudios sobre el **uso del área** por mamíferos marinos.
- ✓ **Evaluación del impacto del ruido submarino** durante la fase de construcción.
- ✓ Monitorización de **mamíferos marinos**.
- ✓ Monitoreo acústico pasivo de **cetáceos** en todas las fases del proyecto.
- ✓ **Estudio sobre la distribución de los hábitats** alrededor de los puertos utilizados por las embarcaciones de construcción y mantenimiento de parques eólicos.
- ✓ Creación de **nuevos hábitats, nidos y refugios temporales** para especies afectadas durante las obras de excavación terrestre.

### Innovación y aplicación de tecnologías sostenibles

- ✓ Dispositivos flotantes para **capturar plásticos y residuos** en el océano.
- ✓ **Combustibles sostenibles** en los barcos que trasladan a los operarios.

## Los desafíos de la energía eólica marina



### Innovación tecnológica

con nuevos materiales, métodos de fabricación y modelos comerciales. Asia y Europa son los principales impulsores.



### Estandarización y adaptación

de las cadenas de suministro y las líneas de productos para optimizar la tecnología y garantizar la sostenibilidad (los aerogeneradores son cada vez más grandes y especializados).



### Minimizar los potenciales impactos

sobre el paisaje, los ecosistemas marinos, la biodiversidad, el turismo y las actividades económicas locales.



### Diálogo y participación ciudadana

para buscar la aceptación social y reducir la oposición surgida en distintos países, debido a cuestiones socioambientales y/o económicas.