

REOLTEC.NET

I+D+i PLATAFORMA EÓLICA
TECNOLÓGICA

Impulso a la Innovación en Eólica marina



Secretaría Técnica de REOLTEC

Junio 2020

Índice

1. Introducción	2
2. Antecedentes	3
2.1 Contexto Internacional.....	3
2.2 España, líder en capacidades de I+D+i para eólica marina.....	5
2.3 Etapas para la demostración de tecnologías innovadoras	8
2.4 Situación actual de la tecnología española.....	10
3. Regulación y financiación de proyectos de I+D+i de eólica marina	12
3.1 Análisis del Marco Regulatorio.....	12
3.2 Análisis de los Mecanismos de Financiación	13
3.2.1 Antiguo marco retributivo para parques eólicos experimentales.....	14
3.2.2 Programa NER300 de la UE.....	15
3.2.3 <i>Innovation Fund</i> (Fondo de Innovación)	16
3.2.4 Programas de ayuda a la inversión cofinanciados con Fondos FEDER	17
3.2.5 Compra Pública de Innovación.....	18
3.2.6 Programa Marco Europeo - Horizonte Europa	19
3.2.7 Programa <i>Green Deal</i>	20
3.2.8 Programa Misiones	21
4. Propuestas del sector	22
4.1 Desarrollo de proyectos de demostración de prototipos. TRLs 6-7	23
4.2 Desarrollo de parques precomerciales. TRLs 7-8 (P < 50 MW)	27

1. Introducción

Este documento se encuadra dentro de la Hoja de Ruta para el desarrollo de la eólica marina en España, que el Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (en adelante MITERD) y el IDAE están elaborando como parte de las actuaciones derivadas del Plan Nacional de Energía y Clima (PNIEC).

A pesar del elevado potencial innovador existente en eólica marina y de los esfuerzos ya realizados en determinados ámbitos, en España, la instalación de prototipos demostrativos a escala real y conectados a red sigue siendo una asignatura pendiente, así como la implementación de parques precomerciales flotantes, que permitan validar las tecnologías españolas en curso de desarrollo y habilitar su entrada en el mercado.

Esta situación contrasta con la de otros países europeos, en los que sí se está realizando una apuesta firme por impulsar la tecnología eólica flotante, en línea con los objetivos de la UE para liderar esta tecnología, a través del establecimiento de marcos regulatorios y retributivos específicos que permiten desarrollar proyectos innovadores de eólica marina.

El presente documento parte de un breve diagnóstico del I+D+i en eólica marina, de la regulación actual y de los mecanismos de financiación públicos existentes, para plantear a continuación una serie de medidas que la Plataforma Tecnológica REOLTEC considera necesarias para acelerar el desarrollo de las soluciones tecnológicas españolas y obtener resultados a corto plazo. El objetivo final es que estas medidas puedan integrarse en la estrategia de impulso a la eólica marina, para que el potente tejido tecnológico, industrial y de investigación español pueda aprovechar el momento de oportunidad actual y participar con éxito en el gran despliegue de la eólica flotante previsto para la próxima década.

2. Antecedentes

2.1 Contexto Internacional

La eólica marina es una industria con gran potencial de crecimiento, desarrollo tecnológico y capacidad de generación de empleo, y se está consolidando en el mundo como una tecnología de generación muy eficiente, capaz de competir en igualdad de condiciones con otras tecnologías. Países como Reino Unido, Alemania, Holanda, Bélgica, Dinamarca, Francia, Portugal, Estados Unidos o Japón están desarrollando proyectos importantes en este ámbito, tanto que se prevé que la eólica marina alcance en los próximos años a la eólica terrestre en cuanto a nueva potencia instalada.

Se espera que el mercado de la energía eólica marina continúe experimentando un fuerte crecimiento durante la próxima década en Europa y a nivel mundial. Muchos países europeos contemplan objetivos ambiciosos de instalación de eólica marina en sus Planes Nacionales de Energía y Clima, y algunos de ellos ya se han lanzado al desarrollo de la eólica flotante, después de más de una década instalando parques eólicos marinos de cimentación fija.

La utilización de soluciones flotantes está adquiriendo cada vez mayor protagonismo, ya que permite la instalación de parques eólicos marinos en emplazamientos de aguas profundas (más de 50 metros), precisamente aquellos que mejor se ajustan a las características del litoral español. Los costes de la eólica marina flotante se han reducido significativamente en los últimos años, y, con la evolución actual, se prevé que en el medio plazo se convierta en una alternativa competitiva. Además, la eólica flotante multiplica varias veces el potencial energético de esta forma de energía, ya que obtiene un mejor aprovechamiento del recurso eólico y factores de capacidad mucho más elevados.

Dentro de su estrategia de descarbonización y de lucha contra el cambio climático, la Unión Europea ha realizado una apuesta importante por la eólica marina. El **Plan Estratégico Europeo en Tecnologías Energéticas (SETPlan)** adoptó como objetivo estratégico consolidar el liderazgo global de la UE en energía eólica marina, y en su Plan de Implementación de Energía Eólica

Marina¹ se identifica al desarrollo de la eólica flotante como una de las acciones prioritarias para alcanzar dicho objetivo. Hay que destacar que España, a través del antiguo Ministerio de Economía y Competitividad (MITECO), fue la encargada de coordinar la acción en eólica flotante dentro del Plan de Implementación, gracias a su experiencia en el desarrollo de tecnologías e I+D+i en este ámbito.

Más recientemente, el gran **Pacto Verde Europeo o Green Deal**², aprobado por la Unión Europea en diciembre de 2019, establece el objetivo de que Europa sea climáticamente neutra en 2050. Para ello, una de las acciones prioritarias es potenciar aún más a la eólica marina, en línea con el objetivo anterior de consolidar el liderazgo de Europa en esta tecnología a nivel mundial.

El **Plan de Recuperación "Next Generation EU"**³, presentado recientemente por la Comisión Europea, con el objetivo de reactivar las economías y frenar el impacto de la pandemia del COVID-19, basa gran parte de su estrategia en la acción climática y en el impulso de las energías renovables, con prioridad para la eólica marina por su capacidad de generación de empleo, tractor económico e implantación industrial. El plan prevé un estímulo económico de 750.000 millones de euros (recientemente se han anunciado otros 600.000 millones adicionales), coordinado con la iniciativa anterior del *Green Deal* para estimular la economía y combatir el cambio climático. Las medidas para el Relanzamiento de la Economía en España están igualmente alineadas con los objetivos anteriores.

En resumen, la evolución tecnológica reciente, la reducción de costes y el marco internacional actual son claramente favorables para el desarrollo de la eólica marina flotante como tecnología para el cumplimiento de los objetivos nacionales y europeos. Esta coyuntura ofrece una oportunidad única en el

¹ Plan de Implementación en Energía Eólica Marina aprobado por el Comité Directivo del SET Plan en Bruselas el 18 de junio de 2018.

² Un pacto verde europeo https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es

³ The EU budget powering the Recovery Plan for Europe https://ec.europa.eu/info/files/eu-budget-powering-recovery-plan-europe_en

El momento de Europa: reparar los daños y preparar el futuro para la próxima generación https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_20_940

ámbito español del I+D+i, industrial y energético, que es necesario aprovechar como uno de los vectores para la recuperación económica y el impulso de la industria de componentes marinos y de su tejido innovador.

2.2 España, líder en capacidades de I+D+i para eólica marina

España es un país con una gran capacidad de desarrollo tecnológico e industrial en el sector marítimo y, en particular, en el de las energías renovables marinas. En la actualidad, nuestro país cuenta con un importante desarrollo en eólica terrestre, así como con elevadas capacidades en diseño y fabricación en otros sectores estratégicos para nuestra economía, con los que la eólica presenta sinergias importantes. La dilatada y contrastada experiencia española en disciplinas como la energía eólica, la construcción naval, la ingeniería civil, la construcción de grandes infraestructuras (metálicas y de hormigón), la industria marítima auxiliar, el transporte marítimo, o la gestión portuaria se presenta ahora de aplicación directa al desarrollo innovador de la cadena de suministro de la eólica marina.

Adicionalmente, en España existen importantes centros de investigación marino-marítimos, proyectos eólicos marinos singulares y grupos de investigación punteros, así como varios centros de ensayos de tecnologías de generación de energías del mar del máximo nivel y apoyados desde la Administración del Estado. Prueba de ello es la constancia del apoyo financiero, nacional y comunitario a iniciativas de I+D+i españolas en este ámbito en los últimos años.

España ofrece infraestructuras de referencia internacional para el desarrollo tecnológico de la eólica marina. Agrupadas por el Ministerio de Innovación a través del programa de **Infraestructuras Técnico-Singulares (ICTS), MARHIS (Maritime Aggregated Research Hydraulic Infrastructures)** ofrece infraestructuras y servicios tecnológicos de modo coordinado. Está formada por:

- **Gran Tanque de Ingeniería Marítima de Cantabria / Cantabria Coastal and Ocean Basin (GTIM-CCOB)** ubicado en el Parque Científico y Tecnológico de Cantabria (PCTCAN, Santander) y gestionado por la Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental.
- **Infraestructuras Integradas Costeras para Experimentación y Simulación / Integrated Coastal Infrastructures for Experimentation and Modelling**

(ICIEM) (ICIEM), gestionada por el Laboratorio de Ingeniería Marítima, centro específico de investigación de la Universidad Politécnica de Cataluña BarcelonaTech (LIM/UPC) y distribuida en diferentes localizaciones del área litoral de Barcelona.

- **Centro de Experiencias Hidrodinámicas de El Pardo (CEHIPAR)**, dependiente del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y localizado en El Pardo (Madrid)
- **Plataforma de Energía Marina de Vizcaya / Biscay Marine Energy Platform (BiMEP)**, empresa pública del Ente Vasco de la Energía (EVE) y el Instituto para el Ahorro y la Diversificación Energética (IDAE) localizada en mar abierto, cuenta con un área restringida de navegación de 5,3 Km² en mar abierto frente a la costa de Armintza (Lemoiz, Vizcaya).
- **Plataforma Oceánica de Canarias gestionada por el Consorcio PLOCAN** (cofinanciado a partes iguales por la Administración General del Estado y el Gobierno de Canarias). Se trata de una instalación única en el mundo, ubicada en mar abierto en el noreste de la isla de Gran Canaria, en un área de 23 km² reservada para la experimentación científico-técnica y la validación de prototipos. Precisamente en PLOCAN se encuentra instalado el único aerogenerador marino existente en España (proyecto Elican de la empresa Esteyco), y que gracias a su diseño de torre telescópica presenta la singularidad de ser el primer aerogenerador marino de cimentación fija que se ha instalado en el mundo sin la necesidad de grandes buques o grúas marinas.

Este ecosistema tan propicio para la innovación, difícilmente comparable al de otros países del mundo, ha contribuido a que varias empresas españolas se hayan lanzado al desarrollo de tecnologías flotantes que, actualmente, se encuentran en diferentes fases de avance, entre TRL-4 y TRL-6, y que aspiran a alcanzar el estado precomercial en los próximos años. En concreto, de las 27 soluciones flotantes identificadas actualmente a nivel mundial, 7 son patentes españolas:

	Manufacturer/developer	Concept Name	Country	Material
Semi-submersible	Principle Power	WindFloat	US	Steel
	Naval Energies	Semi-submersible	France	Hybrid
	Mitsubishi Heavy Industries	MHI 3 column V-shape	Japan	Steel
	Mitsui Eng. & Shipbuilding	Compact semi-sub	Japan	Steel
	GustoMSC	Tri-Floater	Netherlands	Steel
	Aqua Ventus Maine	VoltturnUS	US	Concrete
	SAIPEM	HexaFloat	Italy	Steel
	Nautilus	Nautilus	Spain	Hybrid
	Dolphins	TrussFloat	France	Steel
	EOLINK	EOLINK	France	Hybrid
UoU, Mastek, Unison & SEHO	UOU 12-MW FOWT	South Korea	Steel	
Barge	IDEOL	Damping Pool	France	Concrete
	SAITEC	SATH	Spain	Concrete
Spar-Buoy	Equinor & Navantia	Hywind	Norway	Hybrid
	TODA Corporation	TODA Hybrid spar	Japan	Hybrid
	JMU	Advanced Spar	Japan	Steel
	Stiesdal	TetraSpar	Denmark	Steel
	SeaTwirl Engineering	SeaTwirl	Sweden	Hybrid
	ESTEYCO	TELWIND	Spain	Concrete
TLP	SBM & IFP Energies Nouvelles	Inclined-leg TLP	France	Steel
	FloatMast	FloatMast	Greece	Steel
	GICON GmbH	GICON-SOF	Germany	Steel
	Iberdrola	TLPWIND	Spain	Steel
	X1WIND	X1WIND	Spain	Hybrid
Multi-platform	Pelagic & EnerOcean	W2Power	Spain	Steel
	Hexicon	Hexicon	Sweden	Steel
	FLOW Ocean	FLOW	Sweden	Steel

Ilustración 1: Tecnologías flotantes activas, en curso de desarrollo o en el mercado, a nivel mundial (Fuente: WindEurope's Working Group Floating, 2020)



2.3 Etapas para la demostración de tecnologías innovadoras

Las nuevas tecnologías desarrolladas a partir de la investigación y orientadas a la comercialización atraviesan distintas fases de evolución:

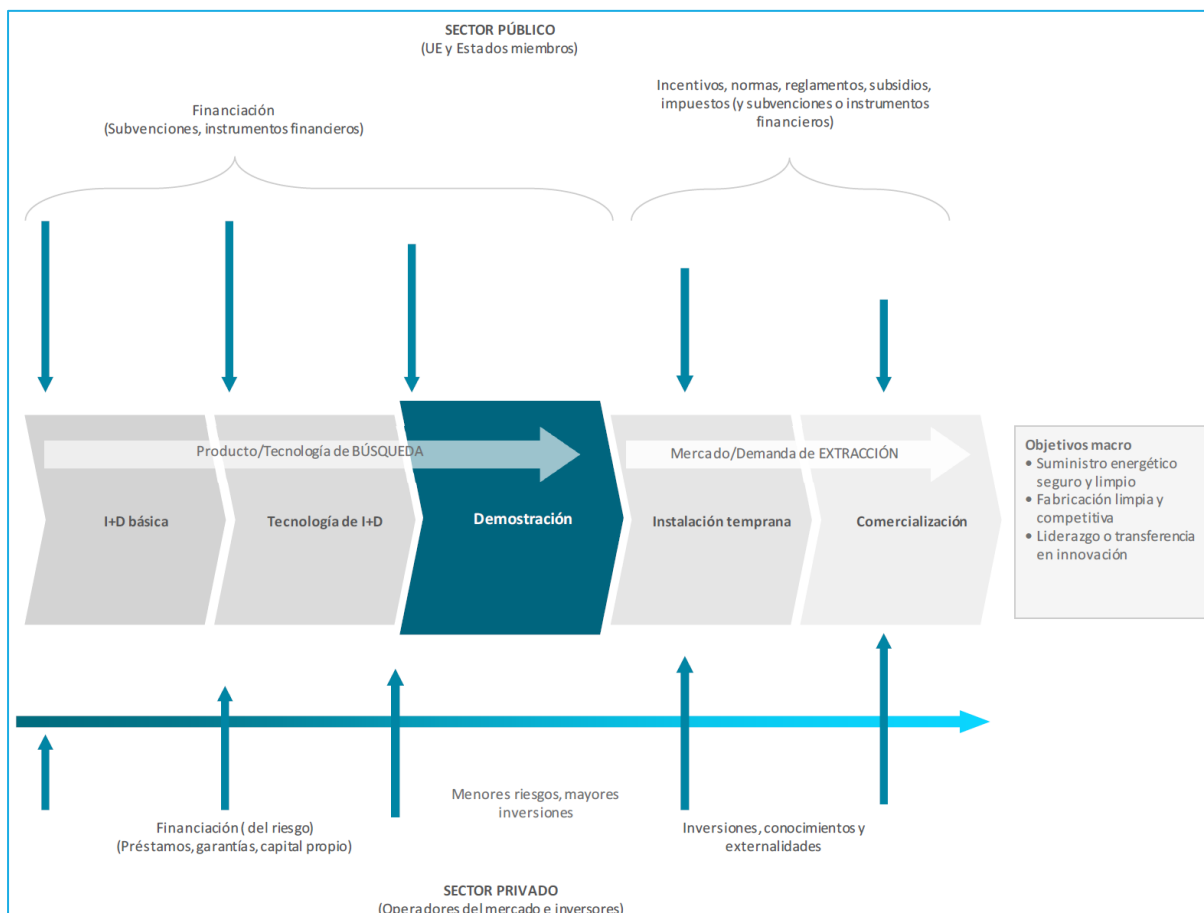


Ilustración 2: Ciclo de desarrollo tecnológico
(Fuente: IPCC – Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático)

El objetivo de toda nueva tecnología es superar la fase de demostración, considerada como la fase en la que una tecnología se ha sometido a pruebas suficientes y está lo bastante avanzada como para alcanzar una dimensión comercial. Si la tecnología tiene éxito, el mercado invertirá en ella y permitirá su incorporación plena al mercado. De esta forma, los proyectos de demostración que tienen éxito ayudan a proporcionar a la sociedad tecnologías asequibles para conseguir un suministro energético limpio, seguro y competitivo.

A menudo, los proyectos de demostración experimentan dificultades para superar esta fase. Los desafíos a los que se enfrentan suponen elevadas

inversiones de capital necesarias debido a su escala y también riesgos tecnológicos e inseguridad sobre sus realizaciones y posibles beneficios. Por lo general, son demasiado arriesgados como para atraer suficiente inversión privada y se necesitan diversas formas de apoyo estatal para que la tecnología salga adelante. Cuando las tecnologías no consiguen progresar más allá de esta fase, se quedan estancadas en el denominado “valle de la muerte” comercial.

Los niveles de TRL (*Technology Readiness Levels*) son un método para medir la madurez de la tecnología a lo largo de sus fases de evolución, desde el inicio de la investigación, desarrollo, hasta su despliegue comercial. Permiten disponer de datos consistentes de referencia para comprender la evolución tecnológica, independientemente de su trasfondo tecnológico.

A continuación, se muestra la escala de niveles de TRL, así como la equivalencia al desarrollo de soluciones de eólica marina, habitualmente utilizada:

TRL	NIVEL DE DESARROLLO	EQUIVALENCIA EÓLICA MARINA
1	Basic Principles observed	Formular y probar el concepto con modelos numéricos y computacionales. Rápido y de bajo coste del diseño gráfico y numérico y a la prueba del concepto en laboratorio.
2	Technology concept formulated	
3	Experimental proof of concept	
4	Technology validated in lab	Pequeño prototipo a escala testado en tanques de prueba o laboratorios
5	Technology validated in relevant environment	Prototipo a escala en un entorno offshore real. Normalmente a escala entre 1/3 y 1/8.
6	Technology demonstrated in relevant environment	Prototipo a escala real en condiciones reales. Se necesita el doble de tiempo que en cualquier otra fase. Período de media de casi 4 años, conocido como Valle Muerte
7	System prototype demonstration in operational environment	
8	System complete and qualified	“Proyecto precomercial”, e incluye varias turbinas con una capacidad total de menos de 50 MW
9	Actual System proven in operational environment	Proyectos destinados a la comercialización

Ilustración 3. Niveles de TRL
(Fuente: TWI y EC) y adaptación a la eólica flotante (Fuente: REOLTEC)

La aplicación del ciclo de innovación anterior al caso concreto de eólica marina deja tres etapas de evolución tecnológica claramente diferenciadas, y cada una requiere de una estrategia y de unas medidas diferentes por parte de la Administración.

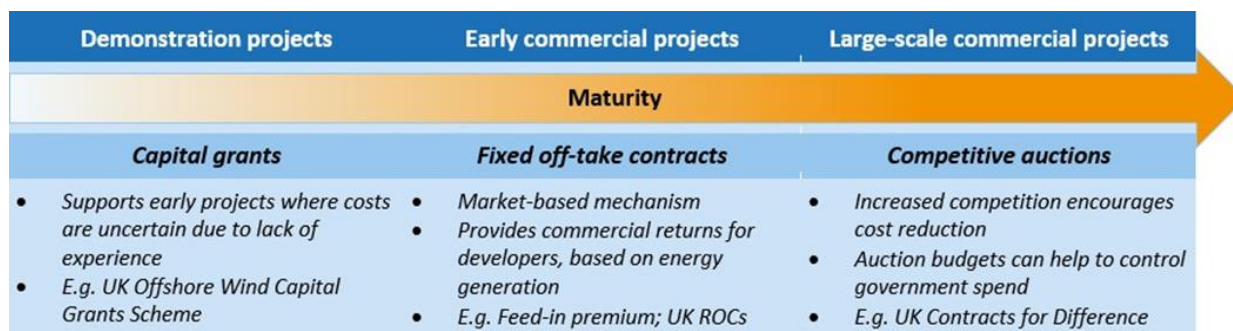


Ilustración 4: Fases del desarrollo tecnológico en eólica marina
(Fuente: IEA-RETD)

Desde REOLTEC resaltamos la necesidad de que en España se impulsen las dos primeras etapas, al ser claves para que las tecnologías españolas puedan llegar a estar presentes en los grandes proyectos comerciales de los próximos años:

- Demostración de Prototipos (TRLs 5-7)
- Parques Precomerciales (TRLs 7-8), limitados a P < 50 MW

2.4 Situación actual de la tecnología española

En España, a pesar de la gran capacidad innovadora existente en eólica marina, únicamente contamos con un aerogenerador *offshore* instalado en nuestras aguas, como ya mencionado anteriormente, (prototipo ELICAN de cimentación fija y torre telescópica de la empresa Esteyco, instalado en PLOCAN).

En lo que se refiere a la eólica flotante, en España aún no se ha podido demostrar ningún prototipo a escala 1:1 conectado a red.

Esta situación contrasta con el despegue de otros países con mucho menos potencial, como Reino Unido, Portugal o Francia, que ya han iniciado el desarrollo de los primeros parques precomerciales flotantes de decenas de megavatios, a partir de programas de ayuda específicos y que se conectarán a red en los próximos años (2019 en Portugal, 2020 en Reino Unido y 2021 en Francia).

La gran inversión necesaria para alcanzar TRLs 7-8, la baja intensidad del apoyo de los programas nacionales de apoyo al I+D+i y la ausencia en España de un marco retributivo específico que incentive el desarrollo de proyectos demostradores marinos con tecnologías flotantes, provoca que las

tecnologías españolas se enfrenten al conocido “valle de la muerte” en inferioridad de condiciones frente a los competidores internacionales, encontrando, además, graves dificultades para avanzar hacia TRLs altos y alcanzar un estado comercial.

De no revertirse esta situación en el corto plazo, mediante la adopción de medidas de apoyo específicas para prototipos y parques precomerciales de eólica flotante, las tecnologías españolas no conseguirán alcanzar el estado de madurez suficiente para competir globalmente con las tecnologías de otros países y no podrán participar en el gran despliegue de eólica flotante previsto para la próxima década. Por otro lado, desaprovechar este momento de oportunidad supondría el fracaso de los programas de ayudas otorgadas en las etapas iniciales de estos proyectos y todo el desarrollo tecnológico realizado, cuyo impacto no sólo afectaría a la industria en sí, sino también a los centros tecnológicos y universidades que vienen focalizando muchas de sus actividades en los últimos años en esta misma dirección.

3.Regulación y financiación de proyectos de I+D+i de eólica marina

3.1 Análisis del Marco Regulatorio

El proceso de tramitación de los parques eólicos marinos en la actualidad está regulado por el Real Decreto 1028/2007, de 20 de julio, por el que se establece el procedimiento administrativo para la tramitación de las solicitudes de autorización de instalaciones de generación eléctrica en el mar territorial. De forma esquemática implica los siguientes pasos:

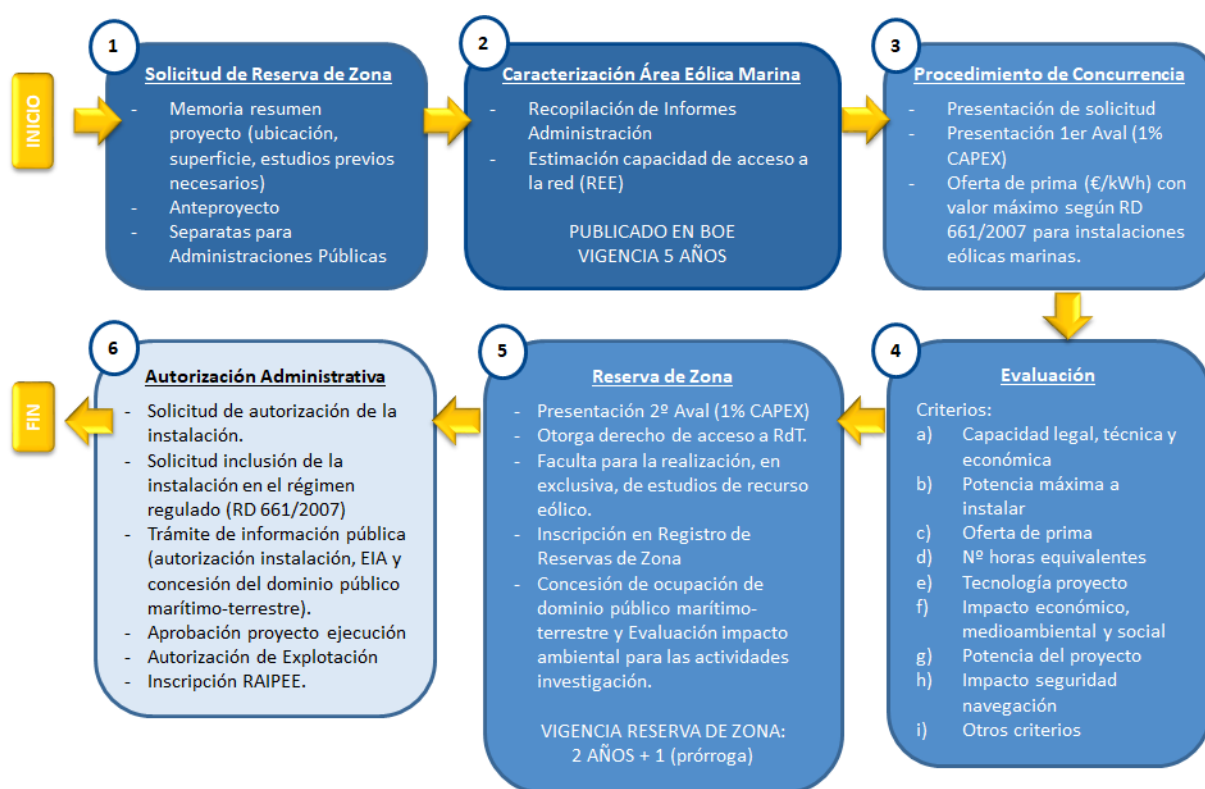


Ilustración 5: Procedimiento de tramitación de parques eólicos marinos (RD 1028/2007)

El RD 1028/2007 prevé un procedimiento simplificado para instalaciones de potencia inferior a 50 MW, con una tramitación muy similar a la de los parques terrestres, incluyendo la autorización administrativa, la concesión del dominio público marítimo-terrestre y la solicitud de acceso y conexión a la red eléctrica según lo previsto por el RD 1955/2000.

Este procedimiento simplificado exime de los complejos procesos de caracterización de zona y de concurrencia competitiva, lo que supone una clara ventaja frente al procedimiento general. Sin embargo, en la actualidad este procedimiento simplificado está abierto a cualquier proyecto, independientemente de su grado de madurez tecnológica, siempre y cuando su potencia no exceda de 50 MW.

Desde REOLTEC se considera positiva la existencia de un procedimiento simplificado, pero limitado a proyectos de innovación tecnológica. No tiene sentido que tecnologías plenamente comerciales puedan beneficiarse de una tramitación simplificada, sin criterios de precalificación adecuados, ni concurrencia competitiva, y sin la necesidad de ajustarse a la ordenación del espacio marino vigente.

Por lo tanto, REOLTEC propone la modificación del RD 1028/2007 para que el Procedimiento simplificado recogido en el Título III sea de aplicación únicamente a proyectos de demostración de prototipos, que justifiquen su carácter innovador por encontrarse en TRLs 5-7. Los emplazamientos para zonas experimentales deberían quedar recogidos en los Planes de Ordenación del Espacio Marítimo (POEM) que el MITERD está desarrollando en la actualidad, para asegurar su encaje con el desarrollo del resto de parques eólicos comerciales.

3.2 Análisis de los Mecanismos de Financiación

La industria eólica española reconoce los esfuerzos realizados por las diferentes administraciones en el impulso de grandes proyectos de demostración y de parques eólicos experimentales a lo largo de los años. A continuación, se presenta una evolución de los mecanismos de financiación:



Ilustración 6: La financiación de los proyectos de demostración en el sector eólico
(Fuente: REOLTEC)

Sin embargo, se ha demostrado que estos mecanismos no han servido para impulsar los proyectos de eólica marina y llevarlos al estado comercial, debido entre otras razones a la fragmentación y diversidad de tecnologías existentes y por concentrarse en financiación preferencial y no en subvenciones, como sí ocurre en otros países.

En los siguientes apartados se resumen los distintos programas identificados en la actualidad o que están en elaboración para su lanzamiento próximo, y que disponen de fondos que podrían destinarse al desarrollo de proyectos de eólica marina.

3.2.1 Antiguo marco retributivo para parques eólicos experimentales

El MINETUR lanzó a finales de 2010 un programa de apoyo a parques eólicos experimentales a través del RD 1565/2010, que establecía un cupo específico de 160 MW para su inscripción en el Registro de Preasignación de Régimen Especial, y para el que se apoyaban instalaciones experimentales de tecnología eólica en tierra. El modelo regulatorio, especialmente importante por la finalización de los incentivos para el resto de las instalaciones, se basaba en mantener el sistema de primas para prototipos e instalaciones experimentales que mostraran su carácter innovador y tuvieran una baja

implantación en el mundo. Este carácter innovador se justificaba por informes motivados de las entidades públicas con responsabilidad en I+D+i, en general, pero no siempre: CDTI y CIEMAT, y debía tener un plan plurianual de investigación. El cupo inicial se agotó prácticamente.

Sin embargo, desde la publicación del RDL 1/2012, se han paralizado las actividades de promoción de parques eólicos experimentales, tanto *onshore* como *offshore*.

Se considera necesaria, por lo tanto, la reactivación de este mecanismo, o la creación de otro similar, que habilite el marco de referencia necesario para la instalación de parques experimentales marinos. El nuevo escenario planteado en el Programa “*Next Generation EU*” favorece además el impulso a la I+D+i en tecnologías que contribuyan significativamente al cumplimiento de los objetivos de descarbonización y de recuperación económica, como es el caso de la eólica marina.

3.2.2 Programa NER300 de la UE

El Programa NER300 de la UE se articuló a través de la Directiva 2003/87/CE por la que se establecía un régimen comunitario para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. El programa dispuso de hasta 300 millones de derechos de emisión para ayudar a fomentar la construcción y utilización de proyectos comerciales de demostración de tecnologías innovadoras de energía renovable en el territorio de la Unión, entre las que se incluía a la eólica marina.

Sin embargo, pocos proyectos de eólica marina consiguieron beneficiarse de estos fondos (un ejemplo es el recientemente finalizado Windfloat en Portugal), ya que en general el NER300 no logró los avances previstos en el apoyo de la demostración de tecnologías innovadoras. Algunas de las razones del fracaso de este programa, constatadas por el Tribunal de Cuentas Europeo en su informe de 2018⁴, son:

- Condiciones adversas de la inversión.
- Ausencia o descoordinación de los mecanismos públicos de financiación nacionales con las normas del NER300, cuyo apoyo

⁴ Informe Especial 24/2018 del Tribunal de Cuentas Europeo
(<https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/climate-action-24-2018/es/>)

adicional era imprescindible para el desembolso de las ayudas europeas.

- Inseguridad de los marcos reglamentarios y en las políticas de los países miembros, que obstaculizaron el progreso de muchos proyectos de energía procedente de fuentes renovables.
- El modelo de financiación elegido no reducía eficazmente el riesgo para los proyectos de demostración, ya que la mayor parte del riesgo recaía en los promotores.
- La complejidad de los procesos de selección de proyectos y toma de decisiones, así como otras características del diseño del programa, limitaron la flexibilidad de este.

En España se adjudicaron ayudas para dos proyectos de eólica flotante, BALEA en el golfo de Vizcaya y FLOCAN5 en Gran Canaria, por valor de 34 millones de euros cada uno. Sin embargo, ninguno de los dos consiguió cumplir con los plazos establecidos, penalizados por los factores descritos anteriormente, así como por la lenta y compleja regulación española para la tramitación de proyectos demostrativos de eólica marina.

3.2.3 *Innovation Fund* (Fondo de Innovación)

El ha diseñado para que tome el testigo de su programa predecesor, el programa NER300, aunque presenta algunas diferencias. El Fondo de Innovación está enfocado en tecnologías altamente innovadoras y en proyectos bandera de gran tamaño que aporten un valor añadido a nivel europeo y contribuyan a la reducción de emisiones de CO₂.

El fondo pretende ser un canal de financiación para un variado número de proyectos en un amplio abanico de tecnologías innovadoras, en los siguientes sectores elegibles:

- Tecnologías innovadoras de bajas emisiones de CO₂ y procesos en Industrias intensivas de gran consumo energético
- Captura de CO₂ y utilización
- Construcción y operación de sistemas de captura de CO₂ y almacenamiento
- Generación de energías renovables innovadoras
- Almacenamiento energético

El fondo se espera que cuente con alrededor de 10 billones de euros dependiendo del precio del CO₂. Los objetivos principales del Fondo de Innovación son:

- Ayudar a la creación de incentivos financieros correctos para proyectos que inviertan ahora en las tecnologías de próxima generación necesarias para la transición europea de bajas emisiones.
- Potenciar el crecimiento y la competitividad empoderando las empresas europeas para que se conviertan en líderes tecnológicos globales.
- Apoyar tecnologías innovadoras de bajo carbono en todos los estados miembros para que logren llegar a mercado.

Se espera que la primera convocatoria de esta línea de ayudas se lance en 2020 con un calendario de convocatorias regular hasta 2030.

3.2.4 Programas de ayuda a la inversión cofinanciados con Fondos FEDER

Recientemente, el MITERD ha sacado a consulta pública la propuesta de Orden Ministerial para establecer las bases reguladoras para la concesión, en régimen de concurrencia competitiva, de ayudas a la inversión en instalaciones de generación de energía eléctrica con fuentes de energía renovable. Entre las tecnologías objeto de estas ayudas se incluyen expresamente las instalaciones eólicas marinas.

Más concretamente, se establece la posibilidad de desarrollar instalaciones eólicas marinas, con o sin vertido a la red, sin límite máximo de potencia, tanto de potencia unitaria, como de potencia total del parque eólico marino.

La ayuda permitirá un presupuesto subvencionable de hasta 15 millones de euros por proyecto/empresa con una envolvente de 300 M€ y se espera que la primera convocatoria de esta línea de Fondos FEDER se publique antes de finalizar 2020.

Desde REOLTEC, consideramos que los mecanismos basados en ayudas a la inversión como estas convocatorias de Fondos FEDER, se ajustan a las necesidades para desarrollar proyectos demostrativos de eólica marina. Sin embargo, en la práctica, tanto la normativa FEDER, como las convocatorias específicas en España, plantean plazos demasiado cortos que no se

corresponden con los tiempos de tramitación de proyectos de demostración de eólica marina, que, en España, superan los 5 años de desarrollo.

Para poderlos aplicar, es fundamental avanzar en una regulación específica para proyectos de I+D+i de eólica marina que permita reducir significativamente los plazos de tramitación.

3.2.5 Compra Pública de Innovación

La Compra Pública de Innovación (CPI) es una herramienta para fomentar la innovación desde el sector público, concretamente a través de la adquisición de soluciones innovadoras o de soluciones en fase de desarrollo.

A través de este instrumento, CDTI adquirirá servicios de I+D+i que puedan resultar en prototipos de primeros productos o servicios, en forma de series de prueba, tecnológicamente innovadores y que satisfagan necesidades públicas.

El prototipo que se desarrolle será cedido a la Administración Pública española que esté interesada en el mismo y pueda proporcionar el entorno real necesario para validar la tecnología propuesta. El prototipo deberá utilizarse exclusivamente para validar tecnología, sin fines comerciales posteriores.

La tecnología propuesta debe encontrarse en un nivel de madurez (TRL) entre 4 y 6, para ser llevado a un TRL entre 6 y 7, o el nivel suficiente para que una Administración Pública pueda validar su uso en un entorno real. De manera adicional, la tecnología debe estar alineada con alguno de los objetivos planteados en la Estrategia Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación y/o de la RIS3 de la Administración pública interesada.

El mecanismo de CPI podría ser de aplicación para el ensayo de prototipos de eólica flotante por Administraciones Públicas como las Plataformas de Ensayo (PLOCAN/BIMEP). También es aplicable como solución de suministro de energía eléctrica en Autoridades Portuarias o en Plantas públicas de desalación de agua de mar, ambas con fuerte demanda de electricidad y con la necesidad de satisfacer su consumo a través de fuentes de energía verde y económica. Este encaje permite soslayar una de las limitaciones de la aplicación de la CPI a prototipos de eólica flotante, en cuanto a que el diseño actual del mecanismo impide al propietario recibir ingresos provenientes de la venta de energía, lo que limita la posibilidad de conectar el prototipo a la red eléctrica y demostrarlo en condiciones reales de operación.

En la primera convocatoria de Compra Pública Innovadora realizada en 2019 con Fondos FEDER del periodo 2014-2020, no se ha seleccionado ninguna de las propuestas de eólica marina presentadas, al darse mayor prioridad a otras iniciativas. En próximas convocatorias, sería interesante impulsar el ensayo de prototipos flotantes para Plataformas de Ensayo o Autoridades Portuarias, en línea con el esquema descrito anteriormente.

3.2.6 Programa Marco Europeo - Horizonte Europa

El Programa Horizonte Europa es el futuro Programa Marco de Investigación e Innovación de la Unión Europea para el periodo 2021-2027 y constituye la prolongación del programa Horizonte 2020 de la UE.

Se trata de la iniciativa principal de la Unión Europea para el fomento de la investigación y la innovación desde la fase conceptual hasta la introducción en el mercado, y sirve de complemento a la financiación nacional y regional.

Uno de los pilares de la propuesta es respaldar la investigación que se ocupa de los desafíos de la sociedad y las tecnologías industriales en ámbitos como las tecnologías digitales, la energía, la movilidad, la alimentación y los recursos naturales.

También contempla instaurar determinadas misiones y asociaciones de investigación, en concreto, en generación de energía limpia, desarrollo de sistemas de almacenamiento, transporte cero emisiones o producción de hidrógeno renovables, entre otras. El programa se encuentra desarrollando el paquete de trabajo para 2021-2022 y dará comienzo en 2021.

Una de las novedades de este nuevo Programa Marco es la creación del Consejo Europeo de Innovación (EIC), que nace con la ambición de agrupar, bajo un único marco, el apoyo para todos los innovadores, sean investigadores, científicos, *start-ups*, *spin-offs* o pequeñas empresas, en general, que tengan como objetivo generar tecnología y/o llevarla y escalarla en el mercado. Este EIC se concreta en dos programas: uno enfocado a generar tecnología (*EIC Pathfinder*) y otro enfocado a escalar empresas tecnológicas (*EIC Accelerator*). En España, el CDTI tiene competencias en términos de comitología y de soporte al participante.

En España, la dirección de Programas de la Unión Europea y Cooperación Territorial de CDTI es la responsable de la gestión del Programa Marco, defendiendo los intereses españoles en los Comités de Programa en los que

participa y ofreciendo asesoramiento a los interesados en participar en las áreas en que actúa como NCP (Punto Nacional de Contacto, en sus siglas en inglés). Como parte de esos servicios de asesoramiento, y, dedicado en exclusiva a las empresas españolas que participan en el *EIC Accelerator*, CDTI lanzó en 2018 un servicio de simulacro de entrevistas.

Varios proyectos españoles se han podido beneficiar de fondos H2020 de convocatorias anteriores para el desarrollo de prototipos de eólica marina en sus fases iniciales. En general, REOLTEC considera que el instrumento está bien enfocado, ya que las convocatorias para proyectos de eólica marina se dotan de fondos suficientes para que tengan cabida proyectos muy intensivos en capital, reduciendo los riesgos de inversión. Sin embargo, se trata de convocatorias tremendamente competitivas, a las que se presentan numerosas propuestas de toda Europa, por lo que, en la práctica, las soluciones españolas de eólica marina no encuentran la continuidad necesaria para acceder al estado comercial.

3.2.7 Programa *Green Deal*

El *Green Deal* o Pacto Verde de la UE es un plan que incluye cincuenta acciones concretas para la lucha contra el cambio climático, que pretende convertir a Europa en el primer continente climáticamente neutro en el año 2050.

El objetivo de este '*EU Green Deal*' es que Europa tenga una economía limpia, con cero emisiones, que proteja nuestro hábitat natural para mejorar el bienestar de las personas, de las empresas y que tome el liderazgo en la acción climática en todo el planeta.

Este pacto verde pretende transformar la economía de la UE en plenamente sostenible, llevando a un cambio en el modelo social y económico de la Unión Europea, proporcionando al mismo tiempo los recursos económicos que permitan una transición justa. Para ello, la Comisión Europea va a crear un fondo de transición justa para las regiones más dependientes de los combustibles fósiles de hasta 100.000 millones de euros.

El programa del *Green Deal* todavía es provisional y se espera su publicación antes del verano de 2020, para lanzar la primera convocatoria en enero del próximo año. Entre sus prioridades está la de proveer de energía limpia, asequible y segura.

Impulsado por los países del norte de Europa, la eólica marina es una de las áreas prioritarias de este programa, tanto en lo que se refiere a las tecnologías marinas específicas (estructuras, amarres, flotadores, etc.) como a la infraestructura de interconexión o a la integración con sistemas de almacenamiento. Hay que tener en cuenta que los parques marinos en el Mar del Norte pueden interconectar diversos países, lo que llaman proyectos híbridos, reforzando la conexión europea, objetivo político prioritario.

3.2.8 Programa Misiones

El Programa Misiones está destinado a apoyar Iniciativas Estratégicas Sectoriales de Innovación Empresarial en el marco del Programa Estatal de Liderazgo Empresarial en I+D+i del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020 y cuyo principal responsable es el CDTI.

Este programa se ha diseñado en colaboración con representantes del Ministerio de Ciencia e Innovación, Ministerio de Universidades, Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Ministerio de Industria, Comercio y Turismo y el Instituto de Salud Carlos III para impulsar proyectos que se engloben dentro de cinco misiones, identificadas en la convocatoria por su gran relevancia para los retos futuros de España y en consonancia con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible planteados por Naciones Unidas en la Agenda 2030:

- Energía segura, eficiente y limpia para el siglo XXI
- Movilidad sostenible e inteligente
- Impulsar un gran sector agroalimentario sostenible y saludable
- Impulsar a la industria española en la revolución industrial del siglo XXI
- Dar respuesta sostenible a las enfermedades y necesidades derivadas del envejecimiento

Los proyectos serán llevados a cabo por una agrupación de empresas, deberán contar con participación relevante de organismos de investigación, centros tecnológicos y universidades, y presentarán desarrollos tecnológicos que puedan dar solución a una o varias de las cinco misiones fijadas.

Hasta la fecha, no ha habido participación de proyectos de eólica marina, sin embargo, representa una oportunidad única de colaboración público-privada al tener diversos organismos de investigación, centros de investigación o autoridades portuarias ubicadas en el entorno marino.

4. Propuestas del sector

En la **Agenda Sectorial de la Industria Eólica** elaborada por MINCOTUR y la Asociación Empresarial Eólica en 2019 ya se identificaban algunas medidas de apoyo a los proyectos de I+D+i de eólica marina:

MEDIDAS: IMPULSO A LA I+D+i EN EÓLICA MARINA	ORGANISMO
38. Avanzar hacia un marco de apoyo a la I+D+i en el sector eólico, que cubra toda la cadena de valor, mediante programas de apoyo específicos basados en subvenciones a partir de Fondos Estatales para demostradores.	S.E. Energía, S.E. de Universidades, Investigación, Desarrollo e Innovación y S.G. de Industria y PYME
39. Impulsar e incentivar el desarrollo de parques eólicos experimentales, tanto marinos como terrestres, con el objeto de que todas las fases de I+D+i de las empresas españolas se desarrollen en nuestro país.	S.E. Energía, S.E. de Universidades, Investigación, Desarrollo e Innovación y S.G. de Industria y PYME
40. Habilitar la regulación y el marco retributivo que permita que los desarrollos obtenidos en proyectos de I+D puedan validarse en parques experimentales en condiciones reales de operación.	S.E. Energía, S.E. de Universidades, Investigación, Desarrollo e Innovación y S.G. de Industria y PYME
43. Estimular los mecanismos de compra pública innovadora enfocada a la adquisición por parte de entidades y organismos públicos de aerogeneradores o componentes, como sería la compra de sistemas de flotación para plantas de ensayo sobre las que montar los aerogeneradores marinos.	S.E. de Universidades, Investigación, Desarrollo e Innovación, CDTI, Ayuntamientos y Puertos del Estado
44. Mejora de intensidad de la financiación de los programas nacionales de fomento de I+D+i para poder acometer desarrollos de dimensiones de inversión a gran escala.	S.E. de Universidades, Investigación, Desarrollo e Innovación

Ilustración 7: Medidas de impulso al I+D+i en eólica marina
(Fuente: Agenda Sectorial de la Industria Eólica – AEE y MINCOTUR 2019)

Con carácter general, la estrategia de impulso a la eólica marina debe profundizar en las medidas anteriores, diferenciando las necesidades de cada fase del ciclo de innovación, y superar las barreras de los mecanismos existentes, identificadas en apartados anteriores.

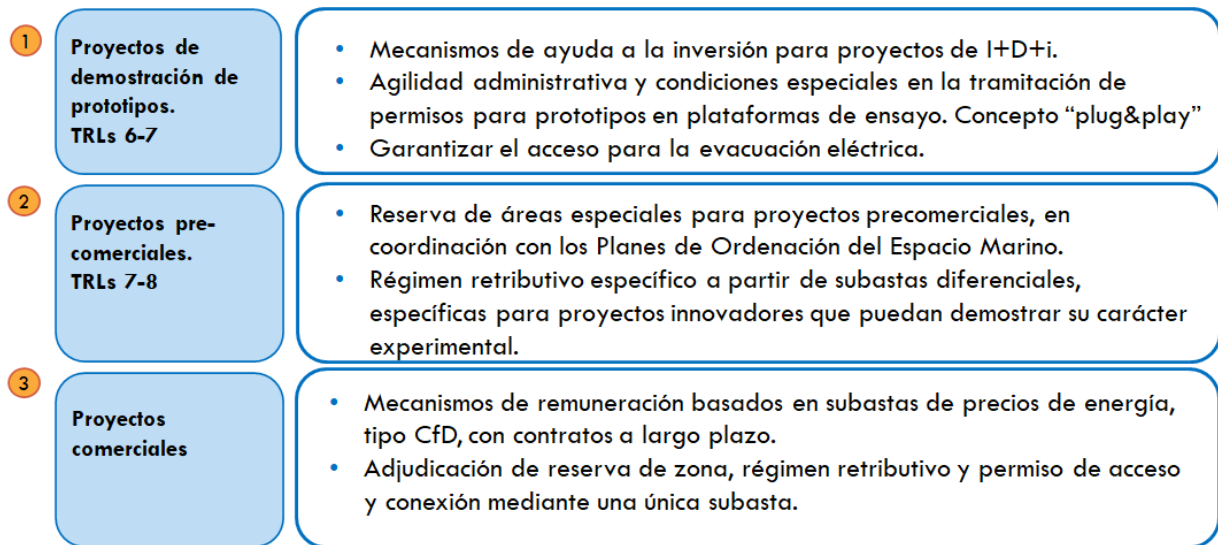


Ilustración 8: Resumen de medidas para el impulso de la eólica marina en las diferentes fases del ciclo de innovación

El impulso de las dos primeras etapas es clave si España quiere beneficiarse de ser un “*first mover*” y adoptar un papel de liderazgo en eólica flotante, para que las tecnologías españolas puedan estar presentes en los grandes proyectos comerciales previstos para la próxima década. Con carácter general, el apoyo a este tipo de proyectos debe basarse en:

- El establecimiento de esquemas retributivos adecuados a cada etapa (demostración de prototipos y precomerciales).
- La simplificación de la tramitación administrativa, coordinada con el resto de elementos regulatorios (marco retributivo, ordenación del espacio marítimo, declaración impacto ambiental y conexión a red).

4.1 Desarrollo de proyectos de demostración de prototipos. TRLs 6-7

Para garantizar el desarrollo de la tecnología eólica marina en España es necesario impulsar el ensayo de proyectos demostrativos de TRLs 6-7, que permitan validar los prototipos a escala real en condiciones reales de operación, tanto de los sistemas de flotación como de los propios aerogeneradores adaptados a las especiales condiciones ambientales y de carga. De este modo, se posibilitará la obtención de soluciones que puedan

llegar a ser competitivas económicamente para distintas profundidades marinas. Para ello, se plantean las siguientes medidas:

- **La habilitación de zonas adicionales de ensayo.** Actualmente existen dos plataformas de ensayo para tecnologías marinas en España, PLOCAN en Canarias y BIMEP en el País Vasco, pero se encuentran muy limitados en cuanto a *slots* de instalación, tanto en número como en potencia. Su ubicación presenta además importantes limitaciones para el ensayo de prototipos eólicos marinos, por el escaso recurso eólico y las limitaciones de altura impuestas por las servidumbres aeronáuticas de aeropuertos próximos.

Por estos motivos, la industria eólica considera necesario habilitar nuevos emplazamientos adicionales, con mejor recurso y sin restricciones técnicas, que permitan el ensayo de aerogeneradores en distintos regímenes de viento, tanto en intensidad como en rafagosidad, turbulencia o perfil vertical.

- **Simplificación administrativa. Plataformas de ensayo como “ventanilla única”.** Las plataformas de ensayo, tanto las ya habilitadas, como las que puedan desarrollarse en el futuro, deben adaptarse para actuar como “ventanilla única”, con el objetivo de proporcionar a los usuarios un canal administrativo ágil, tanto en lo que se refiere a la ocupación del espacio marítimo, como al impacto ambiental o al acceso y conexión a la red.

Para que sean realmente efectivas, las plataformas de ensayo una vez autorizadas y habilitadas, deben funcionar bajo el concepto “*Plug & Play*”, de forma que los prototipos puedan instalarse y conectarse directamente a la red sin la necesidad de repetir los farragosos trámites administrativos y medioambientales, que carecen de sentido, si la plataforma experimental ya ha superado previamente todos los procedimientos previos. Resulta particularmente importante la autorización del cableado submarino asociado a los prototipos, que debe estar tramitada con antelación. Este aspecto de simplificación administrativa es clave para no afectar a los plazos de “*time to market*” de las tecnologías a demostrar, ni de las ayudas a la inversión concedidas al promotor, que pueden perderse por incumplimiento de los plazos establecidos en las respectivas convocatorias.

Con el objetivo de evitar que los prototipos a ensayar bloqueen los slots disponibles para otros usuarios, pero garantizando un periodo de ensayo lo suficiente amplio que permita la validación completa de los prototipos, se recomienda regular el plazo de pruebas en las plataformas de ensayo.

REOLTEC considera adecuado establecer un plazo máximo de 3 años, considerando que, para que los sistemas eólicos puedan conseguir la certificación estructural, se deben probar al menos durante dos años, sin perjuicio de que los usuarios puedan acogerse a plazos inferiores en función de sus necesidades particulares.

- **Adaptación de los mecanismos de ayuda existentes con fondos europeos, para su adecuación a los proyectos de eólica marina.** Actualmente, en España, existen diferentes líneas de financiación, como las ya comentadas en apartados anteriores, pero disponen de recursos limitados en relación con el alcance económico de los proyectos de eólica marina, o presentan otro tipo de restricciones que, en la práctica, imposibilitan su aplicación.

La experiencia demuestra la conveniencia de utilizar los fondos comunitarios canalizados a través de los mecanismos existentes, pero coordinados adecuadamente con la tramitación administrativa y las necesidades de los proyectos eólicos marinos.

Resulta especialmente interesante la inclusión de proyectos de eólica marina en próximas convocatorias de la Compra Pública Innovadora, o del programa Misiones, habilitando, para este último, un nivel de ayuda suficiente para este tipo de proyectos.

- **Concurso específico para prototipos de eólica flotante.** Por la dificultad práctica que se viene observando para encajar proyectos flotantes en las líneas existentes, se considera necesario desarrollar un mecanismo nacional de apoyo específico a proyectos demostrativos de eólica flotante, basado en ayudas a la inversión (subvención sobre el CAPEX), dotado de un volumen de fondos adecuado para este tipo de actuaciones. El objetivo será probar soluciones completas a escala real (plataforma + aerogenerador) para demostrar su viabilidad técnica.

Para acotar el volumen del programa y fomentar el desarrollo innovador, se propone que su puesta en práctica se realice a través de

un concurso específico que permita priorizar una única tecnología adjudicada, según el siguiente esquema:

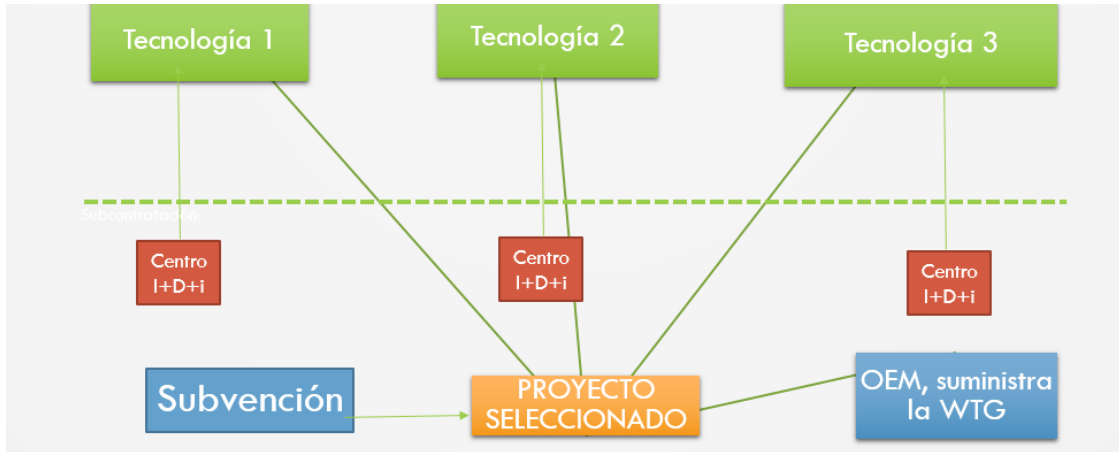


Ilustración 9: Concurso específico para la adjudicación de ayudas a proyectos demostrativos de eólica flotante

Como criterios de evaluación del concurso, además del criterio económico basado en el nivel de subvención solicitada, deberán considerarse otros que fomenten el desarrollo innovador e industrial, como son:

- ✓ Implantación en otras localizaciones,
- ✓ Soluciones innovadoras de monitoreo y seguimiento,
- ✓ Condiciones operativas y complejidad del mantenimiento,
- ✓ Capacidad de generación de empleo,
- ✓ Retorno local.

El objetivo es que el proyecto ganador sea el mejor cualificado para competir en el mercado con otras tecnologías flotantes internacionales, una vez alcance la fase comercial.

- **Proyecto demostrativo de eólica flotante multitecnología para su presentación al European Green Deal.** REOLTEC considera muy interesante la posibilidad de estructurar un consorcio coordinado desde el sector, con el soporte de la Administración (CDTI, IDAE...), para presentar una propuesta multitecnología a las convocatorias de eólica flotante que se convoquen en el marco del *Green Deal* de la UE. La propuesta podría estructurarse bajo los siguientes principios:

- ✓ Proyecto que incluya diferentes tecnologías, no solo españolas, para cumplir los requisitos de las convocatorias europeas.
- ✓ Se podrían incluir otras tecnologías marinas, incluso fotovoltaica flotante, o sinergias con otras actividades como la acuicultura.
- ✓ La plataforma sería un *benchmarking* de diferentes soluciones con diferentes configuraciones y tecnólogos. El concurso propuesto en la fase anterior podría servir como criterio de selección de las tecnologías españolas que participaran en la propuesta.

Se trataría, por lo tanto, de trabajar de forma conjunta en esta plataforma de demostración de tecnologías para llevarlas a TRL 7, para poder complementar otras experiencias en condiciones marinas y ambientales diferentes.

4.2 Desarrollo de parques precomerciales. TRLs 7-8 (P < 50 MW)

Los prototipos de la fase anterior deberían evolucionar a parques precomerciales orientados a demostrar tecnologías en TRLs 7-8, ya que comportan todavía riesgos tecnológicos importantes, algunos relacionados con la configuración de parque, la integración en el sistema eléctrico o la operación de los mismos.

Se propone que el impulso a este tipo de proyectos se base en la convocatoria de subastas diferenciales, específicas para proyectos experimentales, según el procedimiento general que se plantee para parques eólicos marinos, pero restringidas a proyectos innovadores que puedan demostrar su carácter experimental (TRLs 7-8) y que no superen una potencia máxima de 50 MW. Para garantizar un desarrollo ordenado y acorde con las necesidades de desarrollo tecnológico, se recomienda aplicar las siguientes condiciones:

- Por instalaciones experimentales, se entenderán prototipos de equipos de generación, y, en el caso de la eólica marina, podrán ser de soportes, fijos o flotantes, que incorporen las innovaciones pertinentes, de acuerdo con los resultados de los ensayos/prototipos iniciales, y siempre que éstos continúen en un proceso de I+D+i.
- Para la valoración del carácter innovador, a los efectos de cualificación para la subasta de parques precomerciales y asignación de un régimen

económico específico, se recabará informe motivado de los órganos competentes en materia de I+D+i.

- Las subastas deberían basarse en un valor de referencia de precio de venta de energía, a partir del cual se puedan realizar ofertas a la baja, que, junto con criterios adicionales de desarrollo tecnológico o retorno local, determinarían los proyectos a seleccionar. Este valor de referencia podría determinarse a partir de los objetivos planteados en el plan de implementación del SET Plan, que planteaba un LCoE objetivo para aguas profundas menor de 120 €/MWh para 2025 e inferior a 90 €/MWh en 2030. En el caso de Canarias, este valor debería ser equivalente al coste variable de la generación térmica que está en el entorno de los 140 €/MWh, por lo que la remuneración a los parques experimentales debería basarse en este valor que es la Retribución Adicional de las plantas térmicas de la Categoría A, según el RD 738/2015.
- Las subastas se convocarían en emplazamientos previamente seleccionados, que hayan sido considerados adecuados para este tipo de proyectos experimentales en los respectivos Planes de Ordenación del Espacio Marítimo.
- Se debe garantizar un periodo mínimo de operación de 10 años para estos parques experimentales bajo el régimen retributivo ya mencionado, que ayude a cubrir los costes de operación y mantenimiento de estas plantas y las previsibles pérdidas de disponibilidad.
- El órgano competente en materia de I+D+i realizará el seguimiento del cumplimiento de los requisitos asociados al carácter experimental de la instalación. A estos efectos, los titulares de las instalaciones deberán remitir, con carácter anual, durante el primer trimestre de cada año, una memoria de actividad al órgano competente de I+D+i, quien remitirá, a su vez, de oficio, copia de la misma a la Dirección General de Política Energética y Minas.