

# Retos y soluciones a la generación *offshore* de hidrógeno verde

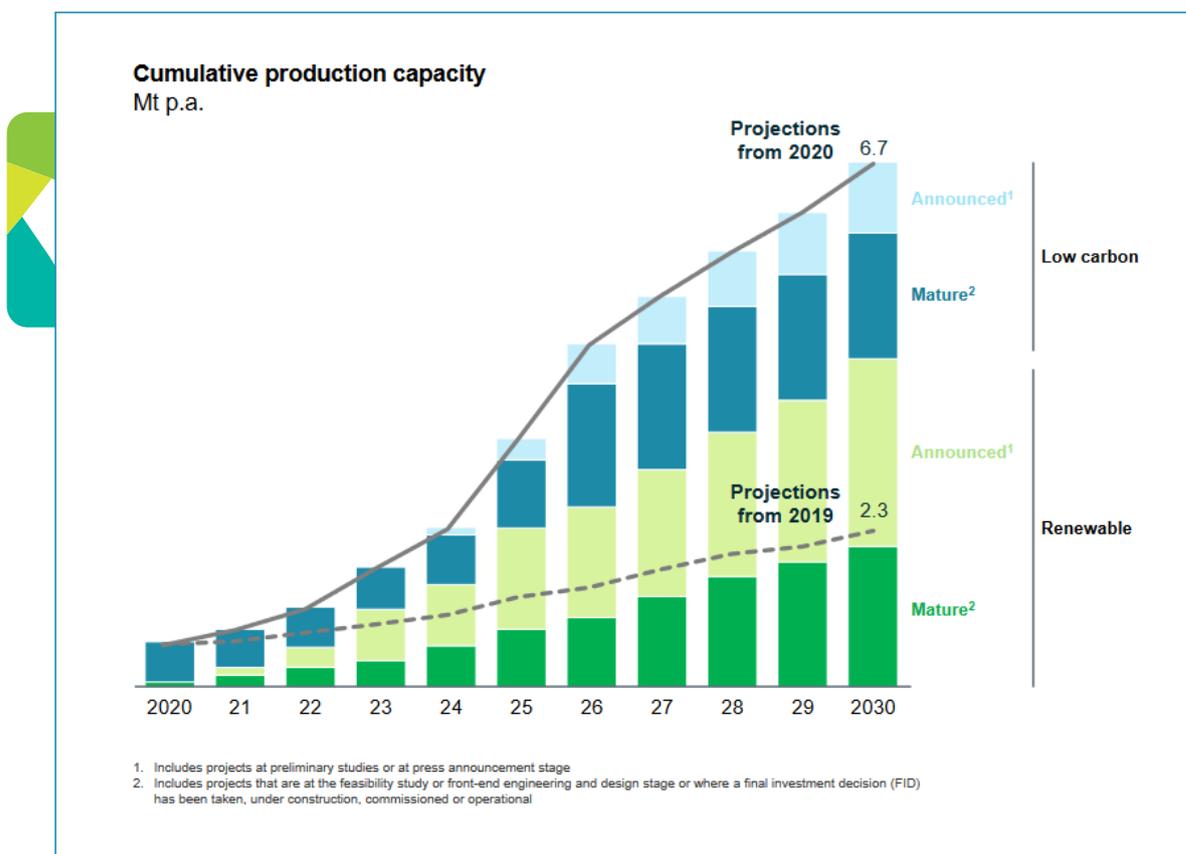


**BOSLAN**  
INGENIERÍA Y CONSULTORÍA

**Avanzando juntos hacia la neutralidad climática**

# RESUMEN EJECUTIVO

Para que la Unión Europea pueda alcanzar el objetivo de ser climáticamente neutra para 2050, **en los próximos diez años necesitamos triplicar la generación de energías limpias y multiplicar por 40 la generación de hidrógeno.**<sup>1</sup> En ambos casos, la eólica offshore puede jugar un papel decisivo.



Capacidad proyectada de producción de hidrógeno limpio de aquí a 2030. Fuente: Hydrogen Council <sup>2</sup>

**Pero la generación offshore presenta numerosos retos tecnológicos.** El oleaje y el efecto corrosivo del agua y la profundidad del océano en las zonas con perfiles de viento óptimos disparan los costes de instalación y mantenimiento de las infraestructuras, lo que a su vez dificulta el desarrollo de la eólica marina. Su lejanía de la costa y sin personal in situ exige que las operaciones tengan una fiabilidad muy alta. El transporte del hidrógeno a tierra, ya sea mediante umbilical o por medio de buques, implica a su vez costes operativos elevados.



Para minimizar los costes de desarrollo e implementación, en la **fase de diseño**, es crítico una selección adecuada de la localización de la instalación, que encuentre el equilibrio óptimo entre el mejor perfil de vientos disponible, la mejor solución de sustentación/cimentación y el medio de transporte para el hidrógeno, así como las posibilidades de *bunkering*. En la **fase de operación**, la monitorización completa de todos los elementos y una operativa remota permiten reducir los costes operativos, prevenir fallos y paradas imprevistas y aumentar la seguridad de las operaciones.

**BOSLAN es precursora en España en la gestión de proyectos de hidrógeno**, y lidera el proyecto HYSHORE perteneciente al programa HAZITEK de apoyo al I+D empresarial del Gobierno Vasco. Este proyecto incluye el desarrollo de un Gemelo Digital y una analítica de viabilidades que permiten identificar la localización óptima de una planta de generación de hidrógeno *offshore*, así como el cálculo de costes de capital y de operación en todo su ciclo de vida, y pronósticos de amortización de las instalaciones.

**El Gemelo Digital es una tecnología transversal a todas las especialidades de ingeniería**, y BOSLAN ofrece con ella mejores soluciones a las necesidades de sus clientes.

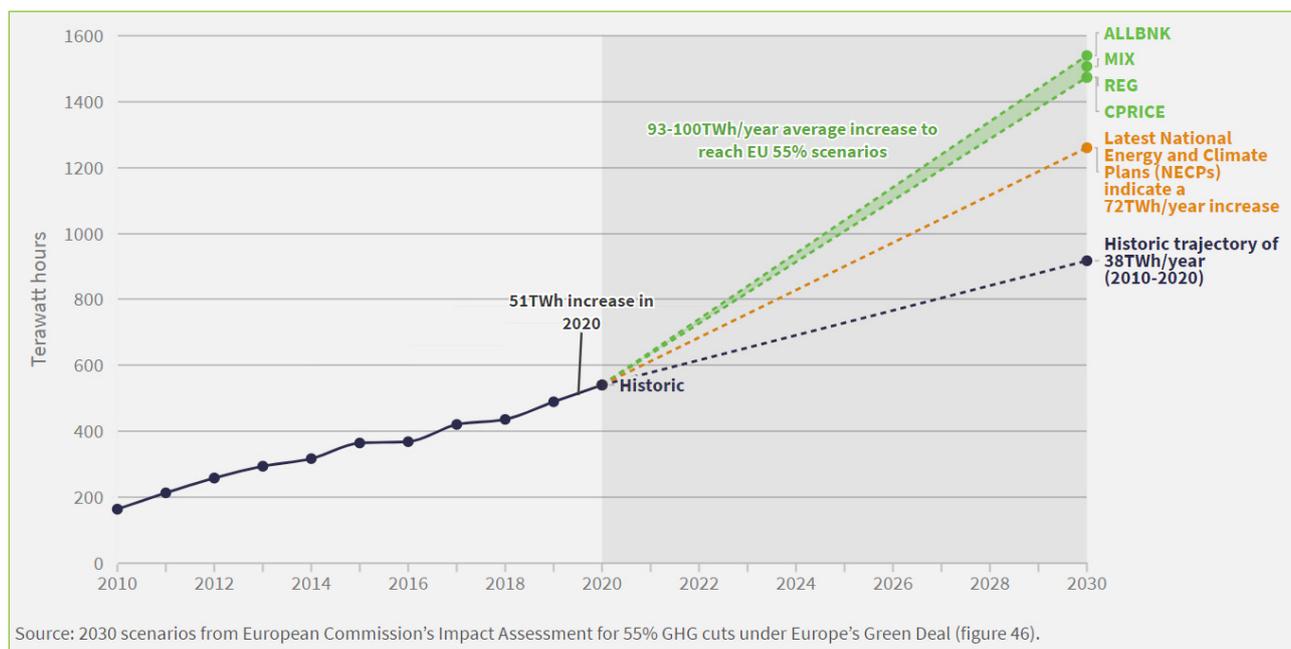
# PARTE 1

## El papel decisivo de la eólica *offshore* en el proceso de descarbonización

En la senda de la neutralidad climática

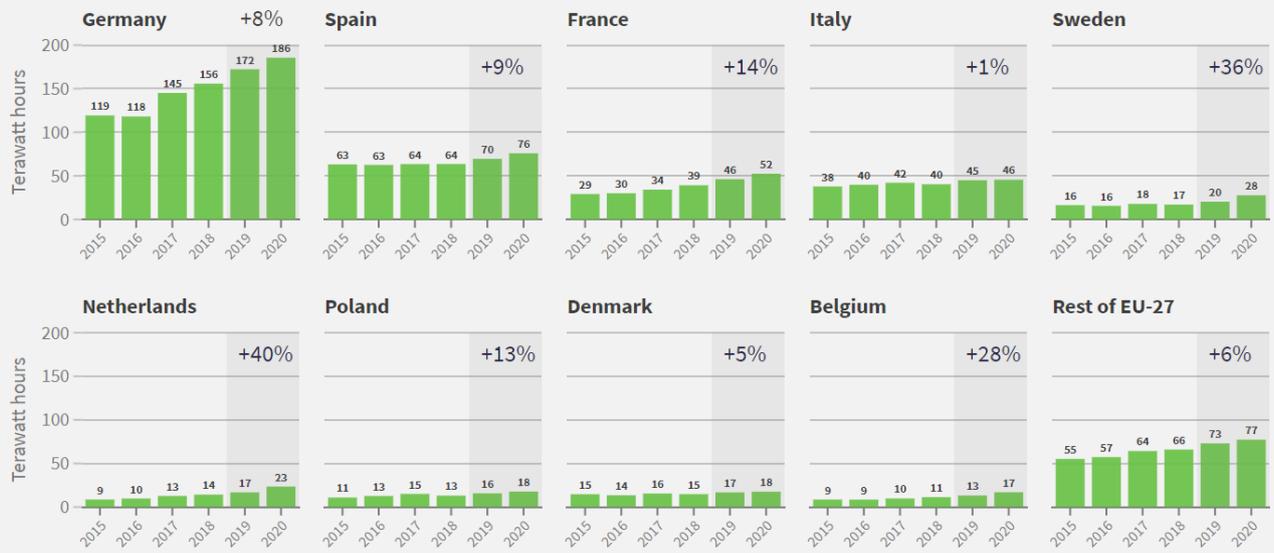


La necesidad de reducir las emisiones contaminantes, unido a la creciente demanda de energía eléctrica, ha reorientado la generación energética tradicional hacia tecnologías que permitan captar a gran escala los recursos renovables disponibles en cada territorio. La propuesta de la Comisión Europea de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un mínimo del 55% de aquí a 2030 sitúa a Europa en la senda de alcanzar el objetivo de ser climáticamente neutra de aquí a 2050.<sup>3</sup> Pero para ello será necesario que en la próxima década la generación de energía renovable en Europa casi triplique la capacidad actual.<sup>4</sup>

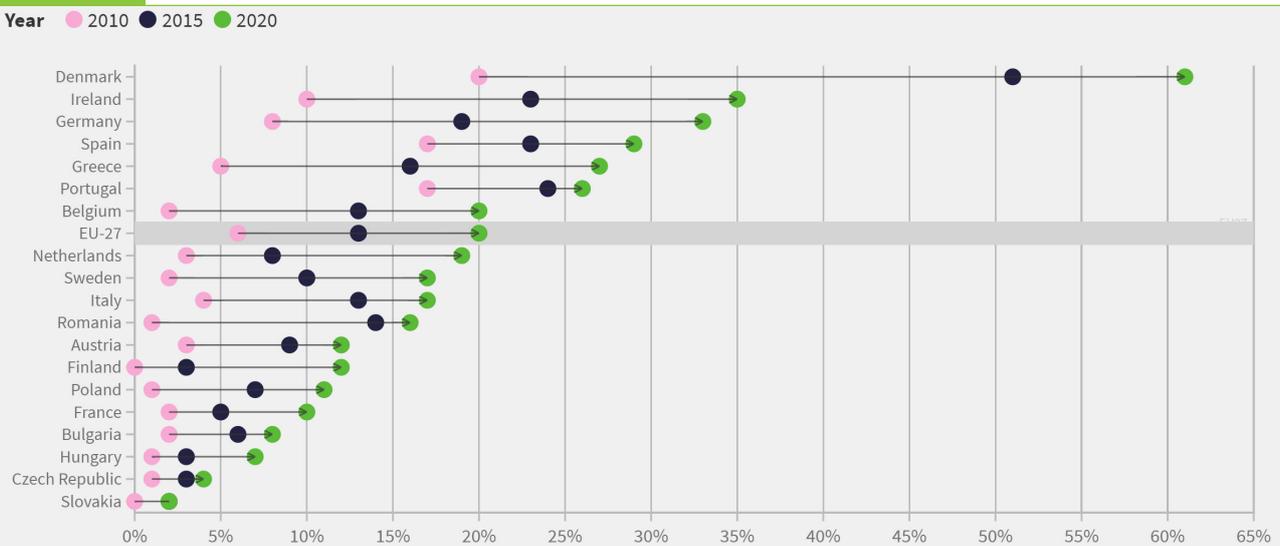


Las energías renovables en Europa necesitan triplicar la producción actual para alcanzar los objetivos climáticos de la UE en 2030. Fuente: EMBER<sup>5</sup>

España es uno de los líderes europeos en energía renovable, tanto en términos absolutos como relativo a la producción energética por otros medios. Esta preponderancia se ha acentuado en los dos últimos años, durante los cuales las renovables han aumentado en nuestro país a un ritmo del 9% anual.<sup>6</sup> Hoy en día la energía eólica aporta un 22% de la total producida en España, duplicando así la energía generada en las centrales hidroeléctricas, que ocupa el segundo lugar del ranking.<sup>7</sup>



Las energías renovables siguen en aumento en toda Europa. Fuente: EMBER<sup>8</sup>



Europe's Power Sector in 2020, published by Ember and Agora Energiewende on 25th January 2021. The 19 countries displayed account for > 97% of EU-27 electricity consumption

España, en el grupo de cabeza de Europa respecto al peso relativo de las energías renovables. Fuente: EMBER<sup>9</sup>

Sin embargo, siendo la eólica la energía verde por excelencia, la saturación del paisaje con parques de aerogeneradores está produciendo un creciente rechazo entre algunos sectores de la sociedad, por el impacto ambiental, acústico y visual que producen. Esto hace que el coste político aparejado a la nueva construcción o ampliación de parques eólicos pueda ser muy elevado. Todo ello está desincentivando el desarrollo de nuevos proyectos por parte las administraciones locales, que son las que más sufren las protestas.<sup>10</sup>



## La eólica *offshore* como solución

Los países de largos litorales tienen una oportunidad en el recurso eólico de sus zonas de costa. Se prevé que la eólica *offshore* quintuple su producción actual en Europa en la próxima década, pasando de 15 a 72 GW,<sup>11</sup> y España está apostando por esta tecnología como alternativa a la problemática de los parques eólicos *onshore*. La gran superficie disponible y velocidades medias de viento superiores a las de zonas terrestres pueden convertir a los aerogeneradores *offshore* en una de las principales fuentes de energía verde en el contexto actual.

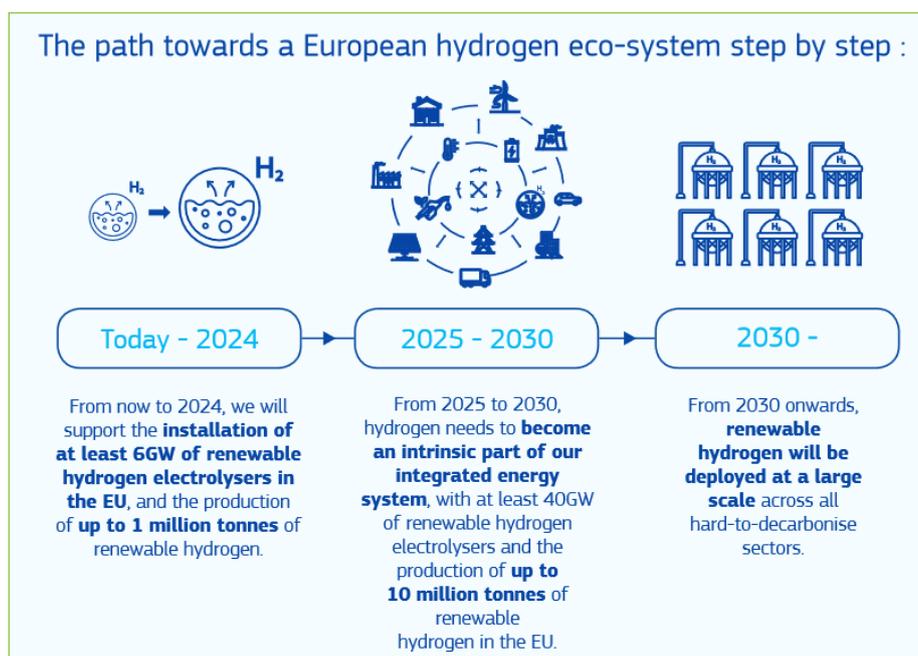
## El hidrógeno verde, clave para maximizar la producción offshore

En los periodos en los que la demanda energética es menor, es conveniente disponer de tecnologías de almacenamiento de energía que nos permitan aprovechar al máximo la generación eólica. En momentos de baja demanda, las instalaciones de electrolizadores a pie de los parques eólicos offshore permiten el almacenamiento de la energía excedente al generar hidrógeno. Se produce así un producto almacenable que puede liberar energía de forma controlada, lo que se denomina vector energético. Este hidrógeno se denomina hidrógeno verde puesto que proviene de una reacción química producida en la molécula de H<sub>2</sub>O gracias a la participación 100% de energía renovable, que proviene del aerogenerador.

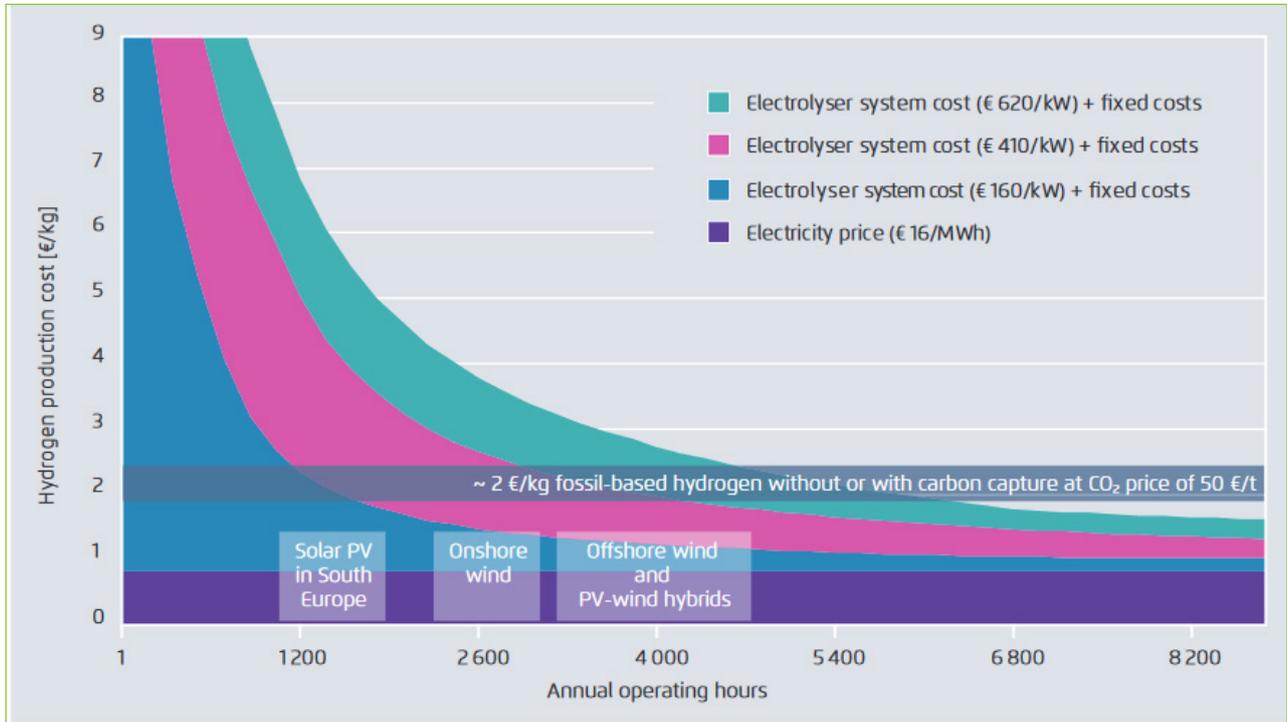
La combinación de los aerogeneradores más electrolizadores resulta en una mayor eficiencia del recurso disponible, cumpliendo los dos principales objetivos de los planes energéticos actuales: energía renovable y gran eficiencia energética.

## El valor añadido del hidrógeno verde

La generación de hidrógeno verde a gran escala es un elemento clave dentro de la acción de la UE por el clima y el Pacto Verde Europeo.<sup>12</sup> El hidrógeno puede usarse como acumulador de energía renovable, como combustible y como vector energético, y tiene un gran potencial en sectores de difícil descarbonización como la industria pesada, el transporte aéreo y terrestre o la construcción. Su nulo impacto ambiental, su abundancia en la atmósfera y la simplicidad de los medios para producirlo compensarán los todavía altos costes eléctricos de la energía renovable para hacer de este gas una alternativa real en el nuevo Marco de Sostenibilidad Ambiental actual.<sup>13</sup> Por ello, la Comisión Europea fijó en 2020 en su estrategia por una Europa climáticamente neutra el objetivo de multiplicar por 40 la producción de hidrógeno en los próximos diez años.<sup>14</sup>



La eólica offshore va a jugar un papel decisivo en el escalado del hidrógeno verde, pues es la fuente de energía renovable que puede conseguir menores costes de producción de éste debido a su mayor número de horas anuales de operación.<sup>16</sup>



Costes de producción del hidrógeno vs. horas de operación. Fuente: Agora Energiewende<sup>17</sup>



# PARTE 2

## Retos de la producción offshore

**El entorno marino es a la vez ventaja y desventaja en las infraestructuras allí situadas.** La velocidad del viento en alta mar es mucho mayor, lo que permite generar una potencia muy superior a la producida por un aerogenerador en tierra, donde el viento sí encuentra barreras naturales (colinas, cordilleras, bosques, ciudades,...). Por otro lado, son megaestructuras que pueden estar asentadas a 20 o 30 metros de profundidad y a más de 30 Km de la costa, expuestas al oleaje y a un ambiente salino que acelera la corrosión. En este contexto tan agresivo, los costes de instalación y mantenimiento, especialmente de las soluciones de sustentación de los elementos que conforman las infraestructuras marinas, suponen un auténtico reto para poder avanzar en el desarrollo de la eólica marina.

Su ubicación alejada de costa y sin personal desplazado requiere una **fiabilidad de las operaciones** muy elevada. Los tiempos de desplazamiento en caso de fallo o urgencia se ven incrementados y los periodos de parada aumentan consecuentemente con el impacto económico que ello supone. El transporte del hidrógeno a tierra se realiza mediante umbilical o por medio de buques, con las implicaciones asociadas que se traducen en mayores costes.



**En la fase de diseño, una correcta selección de la localización de la instalación** de generación debe considerar para un máximo aprovechamiento un equilibrio entre el mejor perfil de vientos disponible en la zona y la mejor solución de sustentación/ cimentación. La ubicación también condicionará el medio de transporte a utilizar para el hidrógeno, por lo que el diseño tendrá que contar con la tipología del fondo marino y con las posibilidades de bunkering por la proximidad a las líneas marítimas.

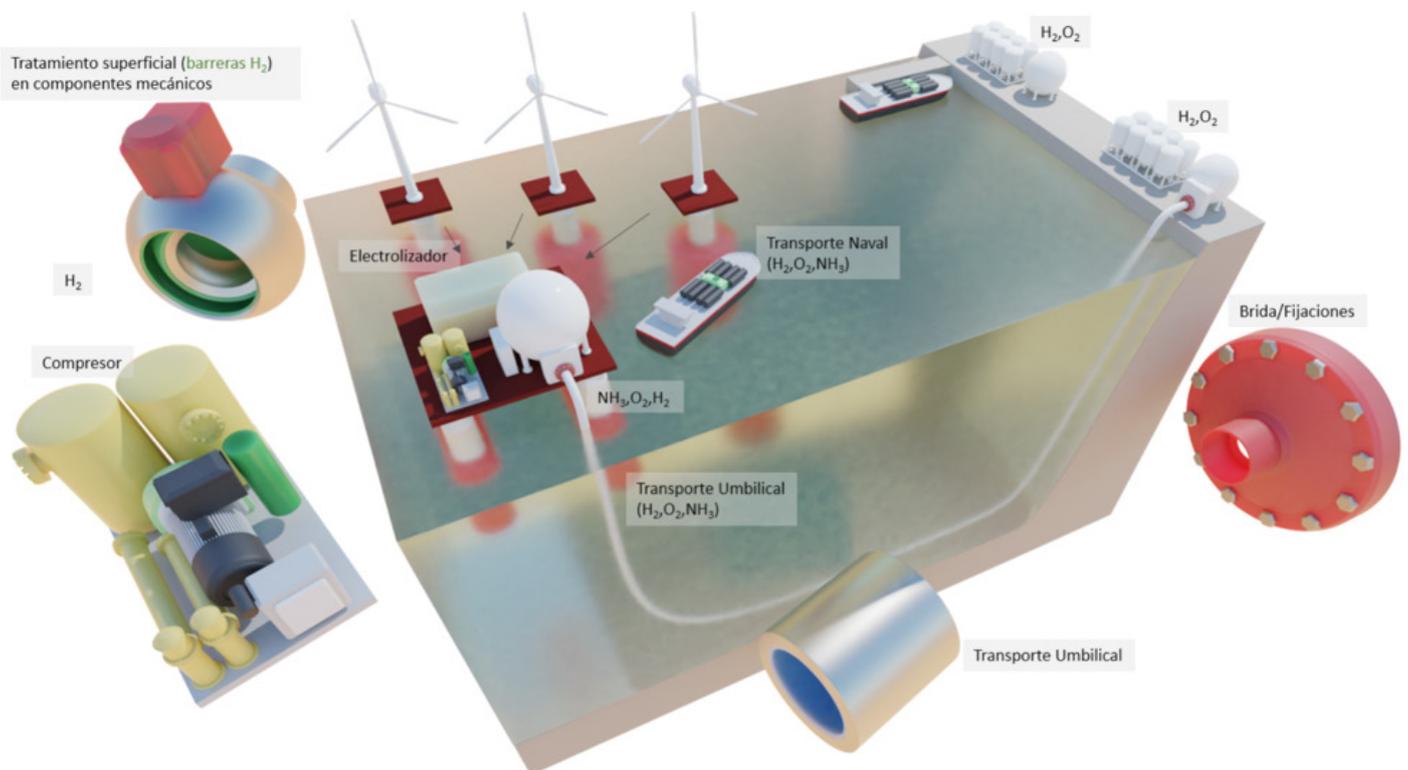


**En la fase de operación, una completa monitorización y operativa remota de todos los elementos** contribuye a un ahorro en los costes asociados a la explotación. Dicha monitorización junto con las simulaciones predictivas permite la anticipación de fallos y paradas imprevistas, contribuyendo a la seguridad y una reducción del OPEX de Planta.

## Caso Práctico: Proyecto HYSHORE

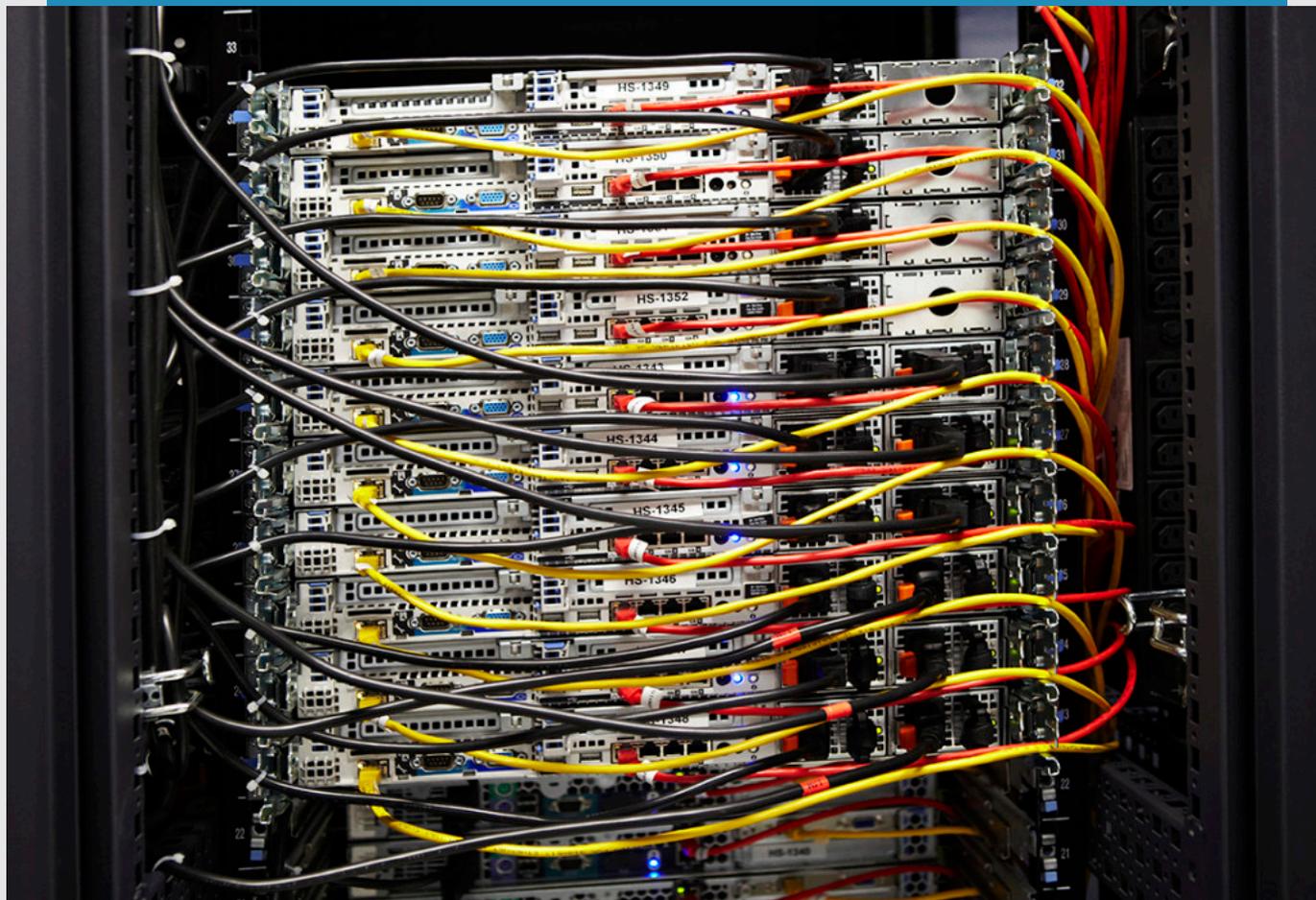
**BOSLAN lidera el proyecto HYSHORE** "Desarrollo Experimental para el Transporte y Logística de Hidrógeno generado en Parques Eólicos Offshore", promovido por el Foro Marítimo Vasco y encuadrado dentro del programa HAZITEK de apoyo al I+D empresarial del Gobierno Vasco. BOSLAN ejerce la coordinación técnica y la integración del proyecto, definiendo los requerimientos y criterios de diseño de los desarrollos del resto de empresas participantes. Coordina a siete empresas industriales con alta especialización en sus disciplinas para lograr soluciones viables que puedan concretarse en proyectos reales de generación de hidrógeno en ambientes muy exigentes para los materiales.

**HYSHORE reúne analítica de viabilidades para la mejor localización de una instalación de generación de hidrógeno verde offshore, y el desarrollo de un Gemelo Digital** para la monitorización y generación de modelos predictivos de fallos con técnicas de modelado PHM (*Proportional Hazard Model*) y de Machine Learning. El Gemelo Digital del proyecto HYSHORE, diseñado con la metodología de trabajo colaborativo BIM, permite así mismo analizar costes de capital y de operación en todo su ciclo de vida pronosticando amortizaciones en base a las fluctuaciones del mercado de la electricidad, de los perfiles de viento y del hidrógeno verde comercializado.



Proyecto Hyshore. Fuente: BOSLAN

# PLANTAS DE ENERGÍA VIRTUALES: GEMELO DIGITAL



Los gestores de las plantas industriales desean mejorar su eficiencia, hacer previsiones de producción realistas y reducir los costes de operación. Los promotores de dichas plantas necesitan reducir los tiempos de ejecución y no tener sorpresas indeseadas para así obtener rentabilidades. Los centros de decisión de las empresas, ubicados posiblemente a muchos kilómetros de distancia, quieren tener acceso a datos a tiempo real de lo que ocurre en cada centro de producción. La formación profesional necesita de un mayor contacto con una realidad en donde experimentar lo aprendido. Todo ello en una coyuntura en lo que lo presencial no siempre es posible. La 4<sup>o</sup> Revolución Industrial pretende dar respuesta a

todas estas demandas y para ello, entre otras soluciones, ofrece lo que se denomina Gemelo Digital (Digital Twin).

Los Gemelos Digitales son réplicas virtuales. Son modelos 3D que responden exactamente igual que las realidades que pretenden simular. Hacen lo mismo que su Gemelo Real ante estímulos externos. Con ello, nos permiten adelantarnos a posibles problemas analizando todos los escenarios posibles sin los peligros que eso puede conllevar en instalaciones o Plantas reales. Es lógico pensar que su desarrollo conlleva muchos recursos si se va a una réplica exacta, pero el concepto de Gemelo Digital es muy escalable dependiendo las necesidades finales del consumidor.

Los sensores tienen un papel fundamental en esta tecnología puesto que son los que recogen la información a tiempo real de los que está sucediendo en la Planta que se quiere reproducir. Cuantos más sensores, más información y con ello, más realidad. La información recogida resulta entonces la clave del éxito en un Digital Twin. Los progresos en Big Data, el Cloud Computing y el Internet de las Cosas (IoT) ha facilitado la implementación de la sensórica necesaria para simular fielmente la realidad. La implantación definitiva de redes 5G a partir de este año 2021 en la infraestructura de telecomunicaciones, conseguirá reducir cableados de conexión, pero, sobre todo, visualizar y gestionar en tiempos razonables toda la ingente cantidad de datos que genera esta tecnología y que se almacenan en la Nube. La idea que nació en la NASA hace 50 años como solución para prever fallos en dispositivos aeroespaciales es hoy una solución realista para diseñar Gemelos Digitales de Plantas industriales.

En el sector de la energía en particular, donde el impulso por las Energías

Renovables y el Hidrógeno ha sido protagonista en todas las hojas de ruta energéticas locales e internacionales, el Gemelo Digital adquiere una importancia todavía mayor. Los aerogeneradores, placas fotovoltaicas o electrolizadores son dispositivos modulares e integrales que pueden salir de fábrica con potencial de Gemelo Digital. Su implantación en campo con bajas/moderadas inversiones de desarrollo permiten crear un Gemelo Digital de toda una Instalación Energética. Las Plantas de Energía convencionales que por su extensión y complejidad requieren de un alto proceso de integración requieren de un esfuerzo e inversión que posiblemente suponen todavía hoy un gran obstáculo.

La tecnología del Gemelo Digital ayuda a recortar costes de operación y desarrollo, aumentar la seguridad de las operaciones y acortar plazos de desarrollo. Esto último es especialmente relevante en el contexto actual de emergencia climática, que ha generado urgencias por acelerar la descarbonización.

**HYSHORE contribuye a que BOSLAN siga avanzando en el diseño de soluciones de energías limpias para conseguir instalaciones más eficientes y seguras.**

Le permite dotarse de conocimiento y herramientas avanzadas para abordar cada proyecto de manera integral, así como garantizar una respuesta ágil, particularizada y fiable con los niveles de calidad requeridos.

**La tecnología del Gemelo Digital es transversal a todas las especialidades de ingeniería,**

y BOSLAN puede convertirla en su herramienta de trabajo básica con la que ofrecer una mejor solución a las necesidades futuras de sus clientes.

# PARTE 3

## BOSLAN, PIONERA EN PROYECTOS DE HIDRÓGENO

**BOSLAN es pionera en España en la dirección facultativa de proyectos de hidrógeno**, y cuenta con experiencia en la gestión integral del proyecto de gases renovables desde su fase de inicial realizando estudios de viabilidad (técnico-económicos), la fase de proyecto, desarrollando la ingeniería y tramitación de permisos y licencias, así como en la fase de construcción realizando funciones propias de ingeniería de contratación y asistencia técnica en la compra de equipos, además de la dirección y supervisión de obra.

**El liderazgo del proyecto HYSHORE** permite a BOSLAN desarrollar un know-how propio de las mejores soluciones al transporte de hidrógeno en medio marino desde plataformas offshore de generación de hidrógeno verde.



A su vez, **BOSLAN ejerce la Dirección Facultativa del proyecto de hidrógeno de Puertollano para IBERDROLA**, así como las tareas de ingeniería de contratación y supervisión de los trabajos en planta, calidad y medio ambiente. Éste es uno de los proyectos de tecnología de hidrógeno desarrollados por IBERDROLA, y en los que ha confiado en BOSLAN para la prestación de servicios desde la

fase de contratación hasta la puesta en funcionamiento. Este proyecto, desarrollado en las instalaciones de Fertiberia, supone la construcción de una planta de producción de hidrógeno y oxígeno por electrolisis a partir de fuentes renovables, integrando ambos productos en el proceso productivo de Fertiberia y se enmarca dentro del acuerdo firmado por ambas compañías para el desarrollo de esta tecnología.

Esta colaboración se ha visto recientemente reforzada al haber sido BOSLAN elegida por IBERDROLA como una de las empresas incluidas dentro de la alianza para el desarrollo de la **Y Vasca del Hidrógeno Verde**, junto con otras empresas de la región.

**BOSLAN también se encuentra prestando servicios en otro proyecto de hidrógeno que IBERDROLA** desarrolla para TMB, en Barcelona. Este proyecto consiste en la construcción y puesta en marcha de una planta de generación de hidrógeno mediante hidrólisis de agua (hidrógeno verde), con capacidad de almacenamiento y que suministrará el hidrógeno a instalaciones anexas (hidrogeneras) de abastecimiento de la flota de autobuses de Transportes Metropolitanos de Barcelona (TMB).

## BOSLAN, UNA EMPRESA DE INGENIERIA Y CONSULTORÍA CON ESPÍRITU MULTIDISCIPLINAR



**BOSLAN**  
INGENIERÍA Y CONSULTORÍA

BOSLAN es una empresa con más de 20 años de experiencia ofreciendo servicios especializados de ingeniería y consultoría. Dispone de oficinas en 9 países y cuenta con 750 empleados, los cuales participan en proyectos en 30 países.

BOSLAN dispone de una organización dividida en áreas de actividad desde donde se coordinan y ejecutan todos los trabajos de ingeniería, dirección técnica, pruebas y puesta en servicio en el ámbito energético, en oil & gas, en diversos sectores industriales e infraestructuras.

Gracias al carácter multidisciplinar de los diferentes departamentos y la experiencia adquirida en múltiples proyectos, BOSLAN se configura como una ingeniería integradora y desarrolladora de proyectos. Con capacidad para

acompañar a sus colaboradores y clientes a lo largo de todo el ciclo de negocio: estudios de viabilidad, presentación de proyectos para obtención de fondos, diseños conceptuales, desarrollo de ingeniería de detalle, dirección y coordinación de proyectos, supervisión de obra y puesta en marcha.

Dentro de su estrategia, BOSLAN apuesta por la inversión I+D, para dotarse de conocimiento, herramientas de diseño avanzadas y desarrollo de metodologías BIM, para abordar cada proyecto de manera integral, así como garantizar una respuesta ágil, particularizada y fiable con los niveles de calidad requeridos. Buscando siempre superar las expectativas de nuestros clientes y convertirnos en sus socios de confianza.

# Referencias

1 Comisión Europea (2020). A Hydrogen Strategy for a climate neutral Europe. [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen\\_strategy.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf)

2 Hydrogen Council, McKinsey & Company (2021). Hydrogen Insights Report 2021. <https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2021/02/Hydrogen-Insights-2021.pdf>

3 Comisión Europea (s.f.). Plan del Objetivo Climático para 2030. [https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/2030-climate-target-plan\\_es](https://ec.europa.eu/clima/eu-action/european-green-deal/2030-climate-target-plan_es)

4 Agora Energiewende and Ember (2021). The European Power Sector in 2020: Up-to-Date Analysis on the Electricity Transition. <https://ember-climate.org/wp-content/uploads/2021/01/Report-European-Power-Sector-in-2020.pdf>

5 Ibid.

6 Ibid.

7 Red Eléctrica de España (2020). Nota de Prensa. <https://www.ree.es/es/sala-de-prensa/actualidad/nota-de-prensa/2020/12/las-renovables-alcanzan-el-43-6-por-ciento-de-la-generacion-de-2020-su-mayor-cuota-desde-existen-registros>

8 Agora Energiewende and Ember (2021). The European Power Sector in 2020: Up-to-Date Analysis on the Electricity Transition. <https://ember-climate.org/wp-content/uploads/2021/01/Report-European-Power-Sector-in-2020.pdf>

9 Ibid.

10 El Periódico (2021). En pie de guerra por las energías renovables. <https://www.elperiodico.com/es/medio-ambiente/20210813/energias-renovables-centrales-eolicas-solares-protestas-macropantallas-fotovoltaicas-11874440>

11 Agora Energiewende (2021). Making renewable hydrogen cost-competitive. <https://www.agora-energiewende.de/en/publications/making-renewable-hydrogen-cost-competitive/>

12 Comisión Europea (2020). A Hydrogen Strategy for a climate neutral Europe. [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen\\_strategy.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf)

13 Parlamento Europeo (s.f.). La política de medio ambiente: principios generales y marco básico. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/71/la-politica-de-medio-ambiente-principios-generales-y-marco-basico>

14 Comisión Europea (2020). A Hydrogen Strategy for a climate neutral Europe.  
[https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen\\_strategy.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf)

15 Comisión Europea (2020). EU hydrogen strategy. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/FS\\_20\\_1296](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/FS_20_1296)

16 Agora Energiewende (2021). Making renewable hydrogen cost-competitive.  
<https://www.agora-energiewende.de/en/publications/making-renewable-hydrogen-cost-competitive/>

17 Ibid.



# BOSLAN

INGENIERÍA Y CONSULTORÍA

© **BOSLAN Ingeniería y Consultoría S.A.**

Autonomía 26 – 8º

48010 – Bilbao

Bizkaia, España

Tel: (+34) 94 470 01 18

Fax: (+34) 94 470 07 87

Todos los Derechos Reservados.

La información proporcionada en este documento solo contiene descripciones generales y/o características de rendimiento, que pueden no siempre reflejar específicamente las descritas en los contratos, o que pueden sufrir modificaciones en el curso del desarrollo posterior de los productos. Las características de rendimiento solicitadas por el cliente son vinculantes solo cuando se acuerdan expresamente en el contrato firmado.