

RESUMEN DE ENTREGABLE:

DEFINICIÓN DE MODELOS DE NEGOCIO

Interreg



Cofinanciado por
la Unión Europea
Cofinanciado pela
União Europeia

España – Portugal

Contexto y alcance

El objetivo de este entregable es la definición y caracterización de los modelos de negocio de aplicación a lo largo de la cadena de valor del hidrógeno renovable de interés dentro de la zona POCTEP. Los modelos de negocio incluirán instalaciones de producción, almacenamiento, transporte, distribución y usos industriales y de movilidad.

La integración del hidrógeno renovable en el panorama industrial, energético y social hace necesario un análisis de los potenciales modelos de negocio. Este entregable sigue una metodología clara y sistemática para describir tres modelos de negocio aplicados a pequeña y mediana escala sobre distintas partes de la cadena de valor. Para definir la pequeña y mediana escala, se observan distintas tecnologías de producción del hidrógeno y sus capacidades de producción en kton/año. La base de datos “Proyectos de producción de hidrógeno” [1] de la Agencia Internacional de Energía indica que en España-Portugal hay 146 proyectos (con seguimiento administrativo), basados principalmente en electrólisis y una minoría en gasificación de biomasa (pudiendo llegar a ser importantes debido al impulso de la bioeconomía circular y la gestión de residuos). Estos proyectos se observan geográficamente y se clasifican según la capacidad de producción de hidrógeno y la potencia nominal de los electrolizadores en las siguientes ilustraciones:

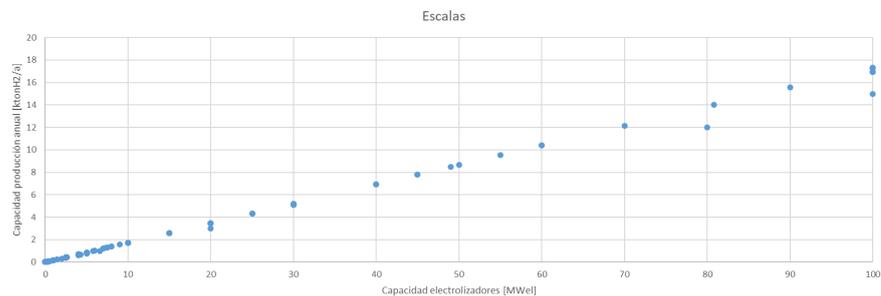
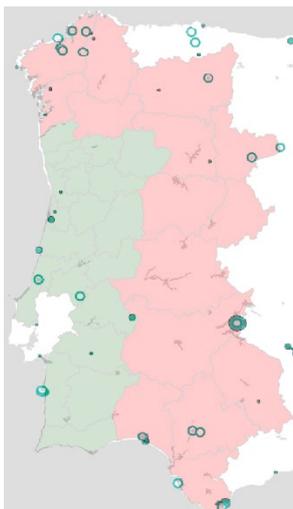


Ilustración 1: Izq: Proyectos de producción de hidrógeno renovable sobre la zona POCTEP. Dcha: Relación entre capacidad de producción anual y potencia nominal de electrolizadores de los proyectos en la zona POCTEP. Ambas ilustraciones de elaboración propia con datos de [1].

Según la distribución de estos proyectos, se definen la pequeña escala como aquellos proyectos con electrolizadores de potencia nominal entre 1 y 10 MW o plantas de generación de hidrógeno con capacidad entre 0,2 y 2 kilotoneladas anuales de producción y la mediana escala como aquellos proyectos de electrólisis entre 10 y 100 MW o plantas de generación entre 2 y 20 kilotoneladas anuales de producción de hidrógeno. AIHRE y en concreto, el análisis de los modelos de negocio se centrará en estas escalas.

Regulación y promoción del hidrógeno

El hidrógeno renovable es de especial interés para descarbonizar sectores difíciles de electrificar por razones técnicas y económicas, como la industria pesada (acero, amoníaco, refinерías...) y el transporte pesado (marítimo o aéreo). Sus aplicaciones varían desde ser un vector energético (almacenar excedentes renovables mediante Power-to-Hydrogen) hasta ser usado como reactivo industrial o combustible en casos concretos. Otros usos

como blending con gas natural en la red actual parecen tener un impacto limitado, teniendo mayor potencial la sustitución de hidrógeno fósil en las industrias intensivas.

Pese a las ventajas que presenta, el hidrógeno sólo representa una pequeña fracción del consumo energético europeo, proviniendo en la mayoría de los casos del gas natural y no de fuentes renovables. La Unión Europea (UE) lanzó en 2020 su Estrategia del Hidrógeno, con el objetivo de producir 10 millones de toneladas de hidrógeno e importar 10 millones de toneladas adicionales con bajas emisiones de carbono. Esta estrategia cuenta con 20 acciones basadas en el apoyo a la inversión, producción y demanda, creación de mercados e infraestructuras, investigación y cooperación internacional y entre sectores. Entre las acciones destacan elaborar una agenda de inversiones, movilizar medidas que faciliten el uso de hidrógeno, elaborar terminología y criterios para la certificación del hidrógeno renovable, desarrollo de reglas de mercado y planeamiento de redes e infraestructuras con el fin de incrementar la integración del hidrógeno, la creación de un mercado intra e intercontinental y mejorar la competitividad del coste del hidrógeno.

La UE promociona el desarrollo del hidrógeno a través de todas las herramientas a su disposición con iniciativas como la European Clean Hydrogen Alliance o el European Hydrogen Bank que dirigen recursos económicos y técnicos para acompañar el crecimiento del mercado. Otros programas como Horizon Europe o RePowerEU (programa regulatorio) promueven proyectos innovadores, necesarios para el desarrollo de la cadena de valor del hidrógeno. La promoción del hidrógeno en Europa cuenta con el apoyo de estrategias como la Clean Hydrogen Mission, Hydrogen Valleys o el Implementation Working Group, que velan por llegar a cumplir los objetivos recogidos en los paquetes de Fit for 55 y Hydrogen & decarbonised gas market

Para el impulso económico de todas las medidas, proyectos y planificaciones, la Comisión Europea creó en 2022 una herramienta financiera, el European Hydrogen Bank. Esta herramienta tiene como objetivo reducir la diferencia entre el coste de producción del hidrógeno y los precios del mercado. Así, con esta herramienta se promueven las inversiones mediante subastas competitivas y financiaciones directas. Las líneas de acción del European Hydrogen Bank se organizan en cuatro pilares: escalado del mercado interno, promoción de importaciones internacionales, mejora de la transparencia en precios y coordinación de instrumentos, y apoyo a las importaciones de hidrógeno verde desde países terceros.

Un trabajo conjunto entre la Comisión Europea y el Banco Europeo de Inversiones señala que los altos costos del hidrógeno renovable frente a otras alternativas y la falta de claridad en la regulación son los principales desafíos entorno al hidrógeno, provocando dificultad para financiar proyectos, sobre todo en sus comienzos. Este documento se alinea con el objetivo principal de AIHRE al indicar que es necesario integrar la cadena de valor para crear un entorno y ecosistema de financiación que asegure la viabilidad de los proyectos e infraestructuras a largo plazo. Entre las propuestas destacan la creación de mecanismos financieros que reduzcan riesgos, la estandarización de los reglamentos y normativas y el desarrollo de herramientas de asesoramiento para proyectos complejos. Estas medidas persiguen, al igual que AIHRE, acelerar el despliegue del hidrógeno como una solución técnica y económicamente viable como herramienta para descarbonización de sectores difíciles de abatir en Europa.

Tipos de modelos de negocio para el hidrógeno renovable

Para integrar correctamente la cadena de valor del hidrógeno renovable y desarrollar sus modelos de negocio derivados, hay que superar las incertidumbres que afectan a las diferentes partes implicadas y que impiden la fluidez de las inversiones. La creación de distintos modelos de negocio, en los que los riesgos se transfieren, alinean, comparten y/o reducen, puede beneficiar al funcionamiento de los modelos de negocio y su crecimiento dentro de los distintos mercados y posición en la cadena de valor. De acuerdo con Deloitte, existen trece modelos de negocio relevantes asociados al hidrógeno.

Modelo de negocio	Incertidumbre → Solución a riesgo	Características	Ejemplos
Coge o paga	Demanda → Compartir	Comprador, precio fijo, puede llevar lo producido. Vendedor asegura ingresos, riesgo de quedar con lo producido.	Típico en GNL
Coge y paga	Demanda → Transferir	Comprador, precio fijo y obligación de llevar lo producido. Vendedor reduce riesgo, potencial de expandir proyectos.	PPAs
Seguros	Demanda → Transferir	Mitigar riesgos percibidos y reales en inversión en energía renovable. Desarrolladores aseguran los proyectos.	
Acceso a financiación y reducción de costes	Demanda → Transferir	Fomentar la participación de países con buenas condiciones, a través de bancos de desarrollo o acuerdos entre países.	Hydrogen for Development Partnership (H4D)
Manifestación de interés (Eol)	Producción e → infraestructura → Alinear	Promotor de proyecto busca que potenciales inversores evalúen la viabilidad del mismo. Aporta transparencia, alinea inversiones y sincroniza proyectos. No vinculantes.	
Reservar y reclamar	Producción e → infraestructura → Alinear	Compañías pueden recibir créditos de carbono, aunque no haya H2 renovable cercano. Activa industrias y evita que haya que trasladar el H2 renovable.	Aerolíneas
Redesplegar activos existentes	Producción e → infraestructura → Alinear	Introducción de H2 en mercado a coste más bajo y sostenible, transición suave. Impacto discutible.	
Contrato por diferencia (CfD)	Regulatoria → Compartir	Vendedor de H2 renovable acuerda un precio mínimo con un comprador. Si el precio varía, la parte damnificada recibe la diferencia de la otra parte.	Reino Unido. CfD para renovables (eólica marina).
Subasta (Auction)	Regulatoria y de → colaboración → Alinear	Comprar H2 al menor precio y venderlo al máximo posible. Ayudas y subsidios pueden cubrir brecha de costes. Intermediario, compras a largo plazo por HPA y ventas a corto.	H2Global (Alemania)
Agregación de demanda	Colaboración → Alinear y transferir	Compañías (y vendedores) aliados para centralizar demanda de un producto y acelerar su desarrollo (lobby).	Sustainable Aviation Buyers Alliance
Coopetición o cooperentencia	Colaboración → Alinear	Asociación focalizada de competidores de toda la cadena de valor. Innovación y crecimiento del mercado. Conectar con gobiernos y financiación	Consortium for Battery Innovation
Hidrógeno como servicio (HaaS)	Colaboración → Transferir	Vendedor provee infraestructura (almacenamiento y repostaje) a usuario final gratis. Usuario firma acuerdo por varios años para comprar H2.	Hydra y flotas de camiones.
Colaboración cadena de valor	Colaboración → Alinear y compartir	Diferentes capas de cadena de valor dispuestas a renunciar a parte del margen de beneficios para acelerar negocio y hacerlo crecer.	Acero verde.

Metodología de análisis de modelos de negocio

Se basa en una descripción y análisis detallados siguiendo los siguientes pasos:

- Descripción del modelo de negocio y elaboración de matriz de interdependencia entre los agentes involucrados.
- Análisis de las barreras regulatorias del modelo con alcance de normativa principal, reglamentos y requisitos. Análisis de condiciones y restricciones técnicas para la evolución del modelo. Análisis de habilitadores tecnológicos que hacen posible la explotación del modelo.
- Desarrollo de modelo Canvas teniendo en cuenta los distintos ítems clave desde el cliente y la propuesta de valor, hasta el canal de comercialización, los recursos y actividades clave y la estructura económica con costes e ingresos.
- Definición de las variables técnicas y económicas que serán utilizadas para la simulación de los modelos y evaluación de la viabilidad.

Modelos de negocio en AIHRE

Para este proyecto y entregable, se seleccionan tres modelos de negocio distintos que corresponden a distintos tipos de producción, distintas redes de distribución y distintos usos finales. El interés de estudiar modelos de negocio diversos reside en la modelización de un amplio espectro del panorama industrial-social en el que este nuevo elemento, ya sea como reactivo químico o como vector energético, pueda integrarse y desarrollarse como una alternativa para la descarbonización.

Modelo de negocio 1: Hidrógeno como servicio para entornos portuarios.

Se estudia el uso del hidrógeno en entornos industriales portuarios, potenciales hubs industrial-energéticos. El hidrógeno dentro de estos entornos encuentra oportunidades diversas, desde los buques y su necesidad de descarbonizar su conexión a tierra en los puertos (sistema OPS), hasta acerías renovables. En cada caso, cumple funciones distintas: como fuente energética o como reactivo fisicoquímico. Los puertos, que pueden contar con red de gas propia, pueden incorporar producción, dar soluciones de balance energético, almacenamiento energético y aprovechamiento de excedentes. Además, contar con industrias diversas permite aprovechar subproductos, generando valor añadido y estabilidad económica al modelo de negocio.

Modelo de negocio 2: Producción de H2 a partir de biomasa disponible en la zona POCTEP.

Este modelo de negocio se basa en la producción de hidrógeno a partir de residuos agrícolas, como por ejemplo los derivados de la aceituna, como huesos y orujos, mediante gasificación. El hidrógeno generado puede emplearse en usos industriales, energéticos o incluso en el transporte dentro de la propia industria aceitera, fomentando la circularidad. La coordinación de la estacionalidad de los cultivos con industrias que demanden hidrógeno en periodos de menor disponibilidad será esencial para una sinergia exitosa del modelo de negocio. Además, la complementariedad con otros sistemas de producción no estacionales podría garantizar una operación continua. La comercialización de subproductos como el biochar podría incrementar la rentabilidad del modelo, dado su amplio rango de aplicaciones.

Modelo de negocio 3: Transporte en zonas rurales a partir de hidrógeno.

Este modelo propone una solución de movilidad sostenible y eficiente para las zonas

rurales. El hidrógeno, obtenido mediante la gasificación de biomasa (como residuos agrícolas o forestales) o a través de electrólisis con energía renovable, puede ser una alternativa limpia a los combustibles fósiles. Este enfoque permite su uso en vehículos equipados con pila de combustible o incluso en motores de combustión de hidrógeno, en función de la pureza del hidrógeno. Este modelo no incluye los detalles de la producción y distribución del hidrógeno, ya que se consideran variables técnicas específicas. Sin embargo, la infraestructura necesaria sí que comprende la producción, el almacenamiento y hasta el uso final del hidrógeno en una flota de vehículos adaptada a las zonas rurales. Este aprovecha los recursos locales para ofrecer un transporte más limpio y eficiente, mejorando la calidad de vida en estas áreas y promoviendo su sostenibilidad ambiental.

A continuación, se resumen los aspectos a nivel regulatorio, de condiciones y restricciones técnicas, de habilitadores tecnológicos y de condiciones para su simulación, que afectan a los modelos anteriores.

Modelo de negocio	Nivel regulatorio
H2 en puertos	Barrera: puertos no han concebidos como hubs energéticos, y ya no solo están afectados por regulación de Puertos del Estado. Facilitador: las normas y estandarización pueden beneficiar la integración técnica y económica del hidrógeno en entornos portuarios.
H2 de biomasa	Necesario cumplimiento de las normativas de calidad y seguridad aplicables a la producción y almacenamiento de hidrógeno. La gestión de residuos y subproductos podría encontrarse con barreras regulatorias adicionales. Respecto a las emisiones, este método no es completamente limpio, por lo que debe ajustarse a las normativas medioambientales vigentes, incluidas aquellas en revisión.
H2 para transporte en el rural	Barreras en la producción de hidrógeno por gasificación (cumplimiento de normativas de calidad, seguridad y gestión de residuos). La instalación de electrólisis con renovables en entornos rurales puede estar condicionadas por normativas específicas y locales. Distribución y recarga sujetas a regulaciones de transporte, almacenamiento y estaciones de recarga. Para redes gasistas existentes, considerar restricciones de inyección, caudal y coste. Los vehículos a hidrógeno requieren homologaciones específicas.

Modelo de negocio	Condiciones y restricciones técnicas
H2 en puertos	Producción por electrólisis influida por la intermitencia de las renovables. Necesidad de servicio síncrono para algunas industrias y su efecto en el almacenamiento. Transporte en función de infraestructura existente (red de gas, contenedores específicos). Limitaciones de espacio físico. Gestión eficiente de los sistemas completos para atender necesidades de usuarios.
H2 de biomasa	Reto de la temporalidad y variabilidad de los residuos agrícolas, determinantes para la eficiencia y cantidad de hidrógeno producido. Se necesita mantenimiento, monitorización y control para producción óptima y constante. Logística eficiente para transporte y almacenamiento. Desafío es la gestión de subproductos en diferentes estados (sólidos, líquidos o gaseosos), que requiere sistemas específicos y tener en cuenta distintas normativas ambientales. Para alcanzar las condiciones de presión, temperatura y pureza requeridas, pueden ser necesarios procesos adicionales que aumentan los costes.
H2 para transporte en el rural	Presenta aspectos de los anteriores al basarse en gasificación y/o electrólisis. Requerimientos en almacenamiento que mantengan las condiciones óptimas de presión y temperatura, y en las estaciones de recarga, que deben garantizar una distribución fiable, segura y disponible en el momento requerido. Vehículos con pilas de combustible o motores de combustión adaptados al hidrógeno. Las limitaciones técnicas incluyen la autonomía de los vehículos, los tiempos de recarga y la capacidad de la infraestructura para satisfacer la demanda.

Modelo de negocio	Habilitadores tecnológicos a lo largo de la cadena de valor
H2 en puertos	Electrolizadores para producción in situ. Protocolos de comunicación, sistemas SCADA para la gestión de señales de demanda. Infraestructura de transporte (red de gas portuaria o depósitos), tuberías, válvulas, etc. Pilas de combustible, motores de hidrógeno y otros usos de hidrógeno en áreas portuarias.
H2 de biomasa	Gasificadores, reactores de pirólisis, purificadores. Compresores e infraestructura de almacenamiento y transporte, tanques de alta presión y logística de distribución. A nivel de control, un sistema SCADA permitirá la gestión de los procesos en función de las distintas señales que se monitoricen. Análisis de datos para la optimización y evaluación predictiva de los procesos.
H2 para transporte en el rural	Presenta aspectos de los anteriores al basarse en gasificación y/o electrólisis. En la parte del usuario final, los vehículos empleados necesitarán pilas de combustible o motores adaptados al hidrógeno. Los clientes accederán al servicio a través de plataformas digitales para la gestión del transporte.

Modelo de negocio	Simulación de modelo de negocio
H2 en puertos	Variables técnicas: caudal de hidrógeno, pureza, las condiciones de transporte (presión y temperatura) y las capacidades de almacenamiento desde la producción hasta el consumo. Variables de seguridad y comunicación abarcan la gestión de las demandas netas teniendo en cuenta las eficiencias tecnológicas y las requeridas según el modelo de seguridad. Variables económicas destacan el CAPEX y OPEX, el precio horario de la electricidad, el precio del hidrógeno (considerando ayudas y fondos) y los costes de transporte y distribución.
H2 de biomasa	Variables técnicas: cantidad y composición de los residuos agrícolas disponibles, la eficiencia energética del proceso, la pureza del hidrógeno y la producción de subproductos. Variables económicas serán el CAPEX y OPEX, el precio del hidrógeno y subproductos (considerando las posibles ayudas y fondos) y la demanda del mercado.
H2 para transporte en el rural	Variables técnicas: eficiencia de las plantas de producción, la capacidad de almacenamiento y el rendimiento de los vehículos. Variable económica serán el CAPEX, el OPEX y las posibles fuentes de financiación (teniendo en cuenta subvenciones dirigidas a proyectos en zonas rurales). También las tarifas cobradas a los usuarios, los ingresos por la venta de subproductos de la gasificación y la reducción de costos asociada al avance tecnológico.

Conclusiones

Las numerosas iniciativas relacionadas con el hidrógeno renovable en Europa se enfocan para agilizar la integración del hidrógeno en el entramado industrial, social y económico. El hidrógeno renovable se plantea como la alternativa en aquellas zonas o procesos donde la electrificación es complicada o costosa. Además, el hidrógeno es un elemento muy versátil que cuenta con diversas tecnologías de producción, lo cual actúa a la vez como una desventaja, puesto que aumenta la inseguridad y ralentiza las inversiones.

En este entregable se han definido distintos modelos de negocio replicables y escalables en la zona POCTEP para analizar los retos de inversión que presentan. Se ha podido observar el avance de la regulación a favor de los sectores difíciles de abatir y la similitud de las variables técnicas y económicas entre los modelos pese a estar enfocados en distintas secciones de la cadena de valor. La cantidad de hidrógeno y la capacidad de almacenamiento son variables esenciales para el dimensionamiento del alcance del proyecto. Los modelos de gasificación con usuarios finales cercanos al punto de producción son los que más elementos abarcan dentro de la cadena de valor. Pese a que estos análisis resultan muy útiles de cara a hacer un llamamiento a las partes interesadas y agilizar las inversiones, todavía es necesario realizar las correspondientes simulaciones para tener unas conclusiones determinantes.

RESUMEN AIHRE

Título

AIHRE: Análisis e Impulso del H2 RENovable en la región POCTEP

Fecha de inicio - Fecha de fin del proyecto

01/07/2023 - 30/06/2026 (36 meses)

Tipo de Proyecto

Análisis e Impulso de H2 Renovable

Programa

INTERREG POCTEP – tercera convocatoria

Financiación

1,5M€ - Cofinanciado al 75%

Coordinador

Fundación CIDAUT

Visión general del proyecto

El proyecto AIHRE pretende impulsar la implementación del hidrógeno en la zona POCTEP, desarrollando la tecnología necesaria para su valorización y analizando las diferentes etapas de la cadena de valor del hidrógeno renovable en dicha zona.

 info@aihre.eu

 [@aihre](https://twitter.com/aihre)

 [@aihre](https://www.linkedin.com/company/aihre)

Interreg
España – Portugal



Cofinanciado por
la Unión Europea
Cofinanciado pela
União Europeia

AIHRE