
EL HIDRÓGENO COMO OPORTUNIDAD REGIONAL: EL CASO DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE ARAGÓN

FERNANDO PALACÍN

Fundación del Hidrógeno en Aragón

El despliegue de la tecnología del hidrógeno y las oportunidades a él asociadas es hoy más que nunca foco de atención internacional. Sin embargo, es en el ámbito nacional y más concretamente en el regional, donde pueden presentarse las mayores ventajas en forma de desarrollo económico y sostenibilidad. La comunidad autónoma de Aragón, que lleva casi dos décadas liderando en Europa y en España la expansión de una economía

que permita aprovechar a todos los niveles los avances que este vector energético puede aportar, es un buen ejemplo de ello. Apoyándose en sus centros de investigación y empresas, la región ha trazado una cuidada hoja de ruta plasmada en cuatro Planes Directores del Hidrógeno consecutivos. Esa estrategia tiene como ejes centrales el fortalecimiento del tejido industrial y la descarbonización, y a la Fundación Hidrógeno Aragón como principal instrumento para conseguirlo desde su creación en 2003.

EL HIDRÓGENO OPORTUNIDAD REGIONAL ↓

Durante los últimos años se han sucedido los compromisos, pactos y estrategias que han formulado y siguen, con mayor o menor grado de éxito, los diferentes países del mundo, de forma colectiva o unilateral, para avanzar hacia una economía limpia, sin emisiones y respetuosa con el medio natural y con sus habitantes.

Entre los principales destaca el Acuerdo de París, primer acuerdo universal y jurídicamente vinculante sobre el cambio climático, aprobado en la cumbre COP21 celebrada en París en diciembre de 2015 y que entró en vigor el 4 de noviembre de 2016 con un objetivo muy claro, limitar el calentamiento mundial por debajo de los 2 grados y, preferentemente, por debajo de 1,5 grados centígrados en comparación a los niveles registrados antes del desarrollo industrial moderno.

Este acuerdo, suscrito hasta la fecha por más de 190 países, contempla mecanismos de intensificación progresiva de los compromisos planteados y de evaluación del cumplimiento de los objetivos cada 5 años. También establece la necesidad de conseguir la neutralidad de las emisiones -que no haya más de las que el planeta es capaz de absorber- y busca que los países más desarrollados transfieran recursos a los que lo no están para financiar actuaciones de lucha contra el cambio climático.

La cumbre del clima COP25 celebrada en Madrid en diciembre de 2019 puso de manifiesto la necesidad de que los países adoptaran compromisos más ambiciosos en 2020 para luchar contra el cambio climático, en línea con lo establecido en el Acuerdo de París. Un llamamiento que volvía a escucharse en la COP26, celebrada los pasados meses de octubre y noviembre en Glasgow bajo la organización del Reino Unido e Italia. En esta cita se resaltaba de nuevo la urgencia de avanzar hacia una economía neutra en carbono y las oportunidades que se abren basadas en la cooperación internacional.

Lo que resulta indudable es que alcanzar los objetivos del Acuerdo de París y de los compromisos que se han ido formulando con posterioridad requiere llevar a cabo una drástica reducción de emisiones en todos los sectores, un esfuerzo que debe ser especialmente importante durante la próxima década.

Y esto cobra especial importancia en una Unión Europea que lidera la lucha mundial contra el cambio climático con un objetivo muy claro, lograr la neutralidad climática de aquí a 2050, lo que exige una transformación de la sociedad y la economía europeas rentable, justa y socialmente equilibrada. Para que esto sea posible, la Unión ha adoptado legislación ambiciosa en diferentes ámbitos de actuación y sus países han fijado objetivos de emisión vinculantes para sectores clave de la economía con el fin de reducir sustancialmente las emisiones de gases de efecto invernadero.

En diciembre de 2019, la Comisión Europea presentó su comunicación sobre el Pacto Verde Europeo, la hoja de ruta para los planes climáticos de la UE. Es una nueva estrategia de crecimiento que persigue situar a Europa en la senda de transformación hacia una sociedad climáticamente neutra en la que no haya emisiones netas de gases de efecto invernadero en 2050, el crecimiento económico esté dissociado del uso de los recursos y no haya personas ni lugares que se queden atrás.

Por otra parte, en diciembre de 2020 los dirigentes de la UE refrendaron un objetivo vinculante para la UE de reducción interna neta de las emisiones de gases de efecto invernadero de al menos un 55 % de aquí a 2030 con respecto a los valores de 1990, un incremento sustancial en comparación con el objetivo anterior de la UE de reducción de las emisiones en un 40% para 2030.

La pretendida neutralidad climática requiere de un esfuerzo colectivo que, además de por la reducción de emisiones, apueste por las energías renovables, el almacenamiento inteligente, la eficiencia energética y las redes flexibles, así como por modos de suministro estable de energías sostenibles. Es aquí donde puede jugar un papel destacable la economía del hidrógeno, ahora floreciente, y en cuyo desarrollo Europa lleva mucho tiempo trabajando, consciente de su utilidad tanto para el suministro de energía limpia como para el almacenamiento de

excedentes de producción renovable o para la descarbonización de sectores de difícil electrificación como la industria pesada o el transporte.

La Comisión Europea publicó en julio de 2020 su Estrategia Europea del Hidrógeno, dentro de la cual la Alianza Europea del Hidrógeno Limpio es uno de los ejes principales. La Alianza Europea del Hidrógeno Limpio tiene como principal objetivo el despliegue masivo de las tecnologías del hidrógeno para 2030, mediante un programa de inversión y una cartera de proyectos concretos que, una vez definidos, servirán como impulso para la industrialización del sector y darán apoyo a toda la cadena de valor de este vector energético.

Esta alianza movilizará recursos y actores para instalar, como mínimo, 6 gigavatios (GW) de electrolizadores de hidrógeno renovable en la UE para 2024 y 40 GW para 2030. El liderazgo europeo en materia de hidrógeno y, más concretamente, en electrolizadores, estaciones de repostaje de hidrógeno y pilas de combustible, está detrás de esta iniciativa que busca trasladar toda esa experiencia al ámbito industrial para hacer posible su implantación, en estrecha colaboración con las principales asociaciones europeas ligadas a la investigación, el desarrollo y la innovación.

Alineada con esta estrategia europea está la «Hoja de Ruta del Hidrógeno: una apuesta por el hidrógeno renovable» aprobada el pasado año por el Consejo de Ministros del Gobierno de España a propuesta del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Con esta planificación, el Gobierno impulsa el despliegue de este vector energético sostenible, que será clave para que España alcance la neutralidad climática, con un sistema eléctrico 100% renovable, no más tarde de 2050. El desarrollo del hidrógeno renovable incentivará la creación de cadenas de valor industrial innovadoras en nuestro país, el conocimiento tecnológico y la generación de empleo sostenible, contribuyendo a la reactivación hacia una economía verde de alto valor añadido.

Este documento se centra en el desarrollo del hidrógeno renovable, con el objetivo de que España sea un referente tecnológico en su producción y aprovechamiento, partiendo de la premisa de que se trata de uno de los principales vectores energéticos a largo plazo, dado su carácter de neutralidad climática y nula generación de emisiones contaminantes.

FUNDACIÓN HIDRÓGENO ARAGÓN

Es en este contexto donde cobra plena actualidad la promoción de las tecnologías del hidrógeno que vienen realizando los sucesivos gobiernos de Aragón, con una línea estratégica clara desde el año 2003 en materia energética y de política industrial. Y es que es precisamente ese año cuando se crea la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnolo-

gías del Hidrógeno en Aragón, entidad privada que puede considerarse la principal iniciativa impulsada por el Gobierno de Aragón en este sentido, con carácter claramente orientado al desarrollo industrial, como un factor para la cooperación empresarial de carácter intersectorial atendiendo a toda la cadena de valor en el campo energético-industrial.

En la Fundación, que tiene una clara vocación de colaboración público-privada, convergen la Administración, los centros de investigación, la universidad y centros de enseñanza, las asociaciones empresariales, los colegios profesionales, las ingenierías, entidades de seguridad industrial y homologación, y los sectores de las finanzas, inmobiliario, de obra civil, energético, automoción, transporte, industria química y metal-mecánico. El Patronato de la Fundación Hidrógeno Aragón reúne en la actualidad a un total de 88 miembros, 87 entidades y una persona física.

Bajo el apoyo de sus patronos, la Fundación trabaja día a día desarrollando productos y servicios de hidrógeno en sinergia con las energías renovables e incorporando a Aragón a las actividades económicas internacionales relacionadas con la utilización del hidrógeno. Su principal misión es organizar, gestionar y ejecutar todo tipo de acciones relacionadas con el hidrógeno como vector energético, con el objetivo de generar, almacenar y transportar hidrógeno para su utilización en pilas de combustible, aplicaciones de transporte o generación distribuida de energía. Y de este modo propiciar la investigación, el desarrollo tecnológico y la adaptación industrial de la comunidad de Aragón y España, contribuyendo a la modernización industrial y a la mejora de la competitividad. La Fundación ha trabajado desde el mismo momento de su creación para impulsar una red de empresas donde la entidad sea el núcleo principal que vincule la investigación científica aplicada producida en nuestros centros de I+D con el desarrollo tecnológico industrial.

La investigación, desarrollo e innovación y la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva forman parte del ADN de la Fundación Hidrógeno Aragón, que constantemente identifica, captura, analiza y difunde la información acerca de las nuevas tecnologías u otras tendencias que aparecen en el mercado relacionadas con los entornos aplicables a sus grupos de interés. A la vez, consigue la mejora de la competitividad de las empresas de la comunidad de Aragón y genera proyectos de I+D+i propios o de los grupos de interés de la Fundación, al tiempo que identifica, gestiona y transfiere el conocimiento que se genera en ellos.

Las instalaciones de la Fundación Hidrógeno Aragón se encuentran en el Parque Tecnológico Walqa de Huesca, donde dispone de un edificio independiente de 1.200 metros cuadrados de superficie con oficinas, laboratorios y un taller. La entidad cuenta desde 2008 con una Infraestructura Tecnológica de Hidrógeno y Energías Renovables (ITHER) compuesta

de dos instalaciones fotovoltaicas de 100 kW y un parque eólico de 635 kW conectados a red, así como con un gran electrolizador de tecnología alcalina y subsistemas de gestión de energía, interconexión a red eléctrica, almacenamiento de hidrógeno, y uso final de hidrógeno en pilas de combustible. La instalación se completa desde junio de 2010 con una estación de servicio para vehículos de hidrógeno (hidrogenera). Con ella, las instalaciones engloban todos los ámbitos relacionados con las tecnologías del hidrógeno, desde la producción de hidrógeno por medio de electrólisis de agua, hasta la dispensación de hidrógeno tanto a vehículos como a autobuses con pilas de combustible, pasando por el almacenamiento a baja y alta presión y por la compresión.

En suma, un banco de ensayos experimental en energías renovables e hidrógeno, accesible a los investigadores mediante acuerdos de colaboración. Los aspectos diferenciadores de este complejo ofrecen unas capacidades de ensayo y experimentación únicas en el campo del hidrógeno y las energías renovables.

En los últimos años, la Fundación Hidrógeno Aragón ha intensificado su actividad en proyectos que afrontan el reto de la transición energética y contribuyen a la descarbonización del transporte y el sector energético, retos en los que el hidrógeno está llamado a jugar un importante papel por su versatilidad y transversalidad, en línea con lo que las principales instituciones de ámbito europeo y mundial están propugnando.

La estrategia de la comunidad autónoma en materia de hidrógeno está alineada con los principales acuerdos internacionales en materia de transición energética y lucha contra el cambio climático, pero también con las hojas de ruta que se han establecido en España, entre las que cabe citar el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC). El PNIEC refleja el compromiso de España y su contribución al esfuerzo europeo e identifica los retos y oportunidades que se dan en los campos de la descarbonización y energías renovables, eficiencia energética, seguridad energética, mercado interior de la energía e investigación, innovación y competitividad. Lo mismo puede indicarse respecto al Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC 2021-2030) -que continúa al de 2006-2020 y es básicamente una hoja de ruta para poner en marcha respuestas que permitan prevenir o reducir los impactos derivados de un clima más cálido, extremo e incierto como el que se está implantando- o la propia Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética, que redonda en todos estos compromisos y recoge como principales instrumentos para abordar la transición energética el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) y la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo.

En el ámbito autonómico, Aragón aprobó su primera Estrategia Aragonesa de Cambio Climático en 2009,

fijando unos objetivos iniciales en materia de lucha contra el cambio climático y energías renovables y estableciendo líneas de actuación por sectores. En 2018 se planteaba la elaboración de una nueva estrategia acorde con unos objetivos internacionales cada vez más exigentes. La Estrategia Aragonesa de Cambio Climático (EACC 2030) es la consecuencia de la adhesión del Gobierno de Aragón al Acuerdo por el Clima alcanzado en la Cumbre de París, así como a las prioridades políticas europeas y nacionales que se derivan del mismo y de los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. Sus principales objetivos son contribuir a la reducción del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero respecto a los niveles de 1990; reducir un 26% las emisiones del sector difuso con respecto al año 2005; aumentar la contribución mínima de las energías renovables hasta el 32% sobre el total del consumo energético; integrar las políticas de cambio climático en todos los niveles de gobernanza y desarrollar una economía baja en carbono para el uso de la energía y una economía circular en cuanto al uso de los recursos. La Estrategia Aragonesa de Cambio Climático Horizonte 2030 se asienta sobre cinco pilares (Aragón referente y resiliente, Aragón en transición justa, Aragón plural y dual, Aragón que sabe y actúa y Aragón saludable). Entre sus metas se incluye la de avanzar en la descarbonización y mejorar la adaptación al cambio climático de los pueblos y ciudades, con tres rutas de actuación concretas: empoderar a la ciudadanía para que realice de forma crítica, consciente y responsable la compra, el mantenimiento y el uso de los equipamientos y viviendas; potenciar la edificación de consumo energético casi nulo y mejorar la planificación urbana apostando por la ciudad compacta y accesible, la complejidad de usos y la movilidad sostenible, todo ello atendiendo a las condiciones del microclima local.

La promoción de las tecnologías del hidrógeno que se lleva a cabo en la comunidad autónoma de Aragón bajo el impulso de su Gobierno y con la Fundación Hidrógeno Aragón como principal referente guarda relación con esta estrategia de lucha contra el cambio climático, pero también con otras de no menor interés como la Estrategia Aragonesa para la Recuperación Económica y Social, creada en 2020 para dar respuesta a la complicada situación derivada de la pandemia de la COVID-19. Esta estrategia indica entre sus postulados iniciales que cualquier acción de recuperación económica y social deberá tener entre sus objetivos la promoción de la sostenibilidad medioambiental. Entre sus medidas, aboga por promover e impulsar los proyectos de energías renovables, la planificación de la red de transporte de energía eléctrica y las tecnologías de almacenamiento, gas renovable (biogás, hidrógeno) y movilidad eficiente y sostenible, desarrollando tejido industrial vinculado.

También las Cortes de Aragón han instado al Gobierno de Aragón, mediante una Proposición no de

Ley, a perseverar, a través de la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno, en el impulso de la inversión en Aragón, con el fin de desplegar todas las potencialidades del hidrógeno como energía limpia, de origen renovable, que ofrece importantes posibilidades de negocio y de esta forma fortalecer aún más la imagen tanto nacional como internacional de Aragón como referencia en el sector del hidrógeno verde.

Pero tan importante como hablar de sostenibilidad y transición energética es pensar cómo va a llevarse a cabo, porque se trata de un proceso que debe hacerse a ritmos adecuados para que los ciudadanos, y muy especialmente las empresas, se adapten a ella, con la oportunidad de diversificarse y sobrevivir. De nada serviría emprender un camino que causara una brecha económica y social y dejara negocios y personas por el camino. La transición ha de ser, por encima de cualquier planteamiento, justa.

La transición tiene que ser primero tecnológica y luego energética, porque será la tecnología la que capacite a los diferentes actores industriales para llevar a cabo esos cambios. Quizá el camino sea seguir utilizando tecnologías maduras y rentables con combustibles descarbonizados a la vez que avanzamos hacia la progresiva electrificación de los diferentes sectores productivos, porque no debemos olvidar tampoco que cada vez somos más electrodependientes.

En aquellas áreas más difíciles de electrificar mediante el uso de baterías, al menos con las prestaciones que son capaces de ofrecer ahora, como el transporte de larga distancia o la industria pesada, entrará en juego el hidrógeno, que va a proporcionar a muy corto plazo notables oportunidades al sector industrial, tanto en lo referido a los productos como en lo relativo a los procesos, y no únicamente en el campo de la movilidad. En Aragón ya lo estamos viendo, pues constatamos con satisfacción que uno de los empeños iniciales que alumbró la creación de la Fundación Hidrógeno Aragón, que no era sino trabajar en el futuro de la movilidad como motor industrial, ha situado a la comunidad en el ranking de las regiones europeas con más experiencia en esta tecnología y en todas las que en ella concurren, que no son pocas.

PLAN DIRECTOR DEL HIDRÓGENO EN ARAGÓN

El principal elemento vehicular de las acciones a realizar por la Fundación Hidrógeno Aragón lo constituyen los Planes Directores del Hidrógeno en Aragón, un instrumento que se ha mostrado de suma utilidad y que impulsa el propio Gobierno de Aragón. Hasta la fecha se han elaborado y ejecutado tres Planes Directores del Hidrógeno en Aragón, correspondientes a los periodos 2007-2010, 2011-2015 y 2016-2020. Actualmente nos encontramos en los inicios del desarrollo del Plan Director del Hidrógeno en Aragón 2021-2025, el cuarto, aprobado por el Patro-

nato de la Fundación en junio de 2021. Como en los casos anteriores, su creación ha ido precedida de un análisis y reflexión que ha permitido comprobar el general buen cumplimiento de los objetivos en su día marcados.

El propósito general del Plan Director del Hidrógeno en Aragón 2021-2025 es disponer de una herramienta para la identificación de oportunidades en el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno en Aragón, que permita establecer acciones y actuaciones concretas para involucrar a las empresas, organismos institucionales y académicos, así como centros de investigación en su implementación con el propósito final de crear riqueza en la región y ayudar al cumplimiento de los objetivos de descarbonización de la economía. Entre sus objetivos específicos cabe destacar los siguientes seis:

- Fortalecer su enfoque como documento de referencia en Aragón para el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno, dando continuidad a los esfuerzos ya realizados en años anteriores y recogidos en los planes directores precedentes.
- Identificar las líneas estratégicas para la región y establecer las acciones y actuaciones para el despliegue de estas líneas en el periodo 2021 - 2025, analizando el potencial de la región en la materia y los mercados incipientes, así como identificando oportunidades concretas y adaptadas a la realidad socioeconómica del territorio.
- Incrementar la involucración del tejido empresarial aragonés en toda la cadena de valor del hidrógeno, capacitándolo para generar nuevos mercados que permitan diversificar su actividad y aumentar su competitividad, a la vez que contribuye a cumplir los objetivos de descarbonización de la economía, tal y como señala la UE.
- Alinear las actuaciones en Aragón con los objetivos establecidos a nivel nacional y europeo, recogidos en los documentos y estrategias ya publicados que fijan líneas de acción y objetivos en diferentes horizontes temporales como el 2030 y el 2050.
- Ser una herramienta clave para apoyar la atracción de inversiones y el desarrollo de proyectos singulares y transversales en Aragón.
- Presentar actuaciones de soporte como acciones de despliegue de mercado, formación, sensibilización y transferencia de tecnología, que permitan apoyar con éxito las restantes líneas de trabajo: producción, almacenamiento, transporte, distribución y aplicaciones del hidrógeno.

INICIATIVA GETHYGA ▼

El Plan Director, que está alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), incluye entre sus acciones el lanzamiento de la iniciativa GetHyGA

«Consolidando un camino energético y tecnológico de hidrógeno en Aragón / paving an Energy and Technology way on HYdrogen along Aragon», ambicioso programa que aborda el hidrógeno desde una perspectiva integral que contempla tanto la extensión de la tecnología como la reindustrialización, la investigación, el desarrollo y la innovación, la formación, la empleabilidad o una transición justa desde un punto de vista social.

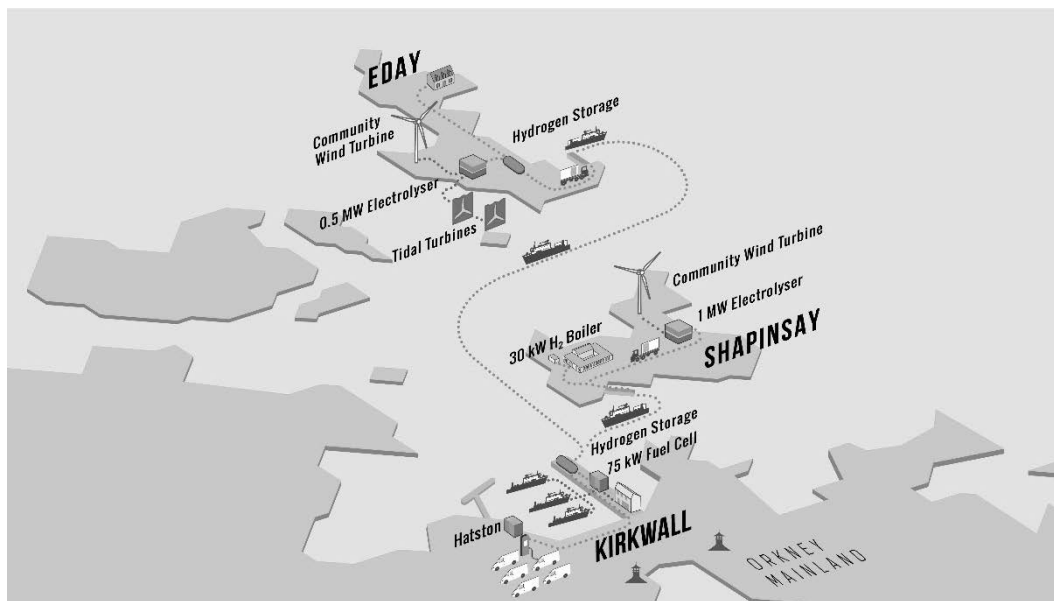
La iniciativa GetHyGA constituye un plan de acción, en un horizonte a 15 años, para la creación de un ecosistema industrial (lo que se ha dado en denominar un «valle de hidrógeno») en la comunidad Autónoma de Aragón que incluya la producción y el consumo del hidrógeno como fuente de energía, al entenderse que esta representa una gran oportunidad para el desarrollo regional. Ese entorno de actividades incluiría ámbitos, no sólo de producción, sino también de transporte, de almacenaje, de integración del hidrógeno en los procesos industriales y en los diferentes ámbitos de producción y consumo de energía.

Las actuaciones contempladas en GetHyGA, a desarrollar en el territorio aragonés por los actores presentes en él en materia de tecnologías del hidrógeno, no solo fundamentan su uso y aplicación en los objetivos de descarbonización o electrificación de aquellos sectores que deban reducir -o incluso eliminar- la huella de carbono de sus actividades y procesos; también incluyen acciones sumamente necesarias para el desarrollo y la creación de riqueza en la región aprovechando la oportunidad que brinda el hidrógeno. En otras palabras, además de contemplar este recurso como un vector energético, se le considera factor de futuro en términos económicos, industriales y de desarrollo para Aragón.

GetHyGA integra diferentes iniciativas a implantar en o desde la Comunidad Autónoma, fortaleciéndolas, dotándolas de unidad y de coherencia con las estrategias de desarrollo de Aragón y con las herramientas -públicas y privadas- de financiación de aquellas.

El plan de acción que representa GetHyGA es coherente con la estrategia definida en el Plan Director del Hidrógeno en Aragón 2021-2025 y también con las múltiples iniciativas surgidas en el último año como resultado de las estrategias europeas en el ámbito del hidrógeno para el logro de una Europa climáticamente neutra y la integración del sistema energético, con la Hoja de Ruta del Hidrógeno Renovable aprobada por el Consejo de Ministros y las convocatorias de Manifestaciones de Interés (contextualizadas en el ámbito de los fondos europeos de recuperación Next Generation) de los ministerios de Transición Ecológica y Reto Demográfico y de Industria, Comercio y Turismo.

GetHyGA se desplegará mediante un proyecto faro (tipo Hydrogen Valley) que integre inversiones concretas en muy diversos ámbitos que informarán la definición de las políticas regionales en ámbitos como la producción, almacenamiento y transporte

FIGURA 1
BIG HIT


Fuente: Elaboración propia

del hidrógeno; aplicaciones para descarbonización del sector industrial; reindustrialización y reconversión industrial; sectores de la movilidad, el transporte y la logística; sector primario (agricultura y ganadería); sector turístico y cultural y actuaciones de fomento de la I+D+i, de la formación, la capacitación y la atracción de talento, contemplando infraestructuras del conocimiento y empleabilidad.

GetHyGA incorpora entre sus objetivos la vigilancia de la relación de Aragón (en el ámbito del hidrógeno) con otros territorios de España y el sur de Francia, de forma que complemente y consolide las acciones realizadas en el entorno de la autonomía al prever y modelar los efectos previsibles de las sinergias alcanzables con esas zonas anexas.

Como plan de acción, GetHyGA se sustenta en la colaboración público-privada, hallándose abierto a la incorporación de aquellas iniciativas que se identifiquen como estratégicas para Aragón; también representa un entorno flexible tanto en el sentido de que puede modificarse sobre la base de las nuevas iniciativas de los actores como en el de su desarrollo, que puede realizarse en su integridad o bien parcialmente.

PROYECTOS ↓

La Fundación Hidrógeno Aragón tiene en la coordinación o participación en proyectos internacionales, buena parte de ellos financiados por la Comisión Europea, una de sus principales señas de identidad. Desde su creación ha promovido este tipo de alianzas en las que han participado o participan socios de toda Europa, proyectos que se han manifestado

también claves para que las empresas españolas y aragonesas pudieran alcanzar el liderazgo internacional que hoy tienen en el campo del aprovechamiento industrial y el despliegue de las tecnologías del hidrógeno.

En todo este tiempo, la Fundación ha coordinado y tomado parte en más de un centenar de proyectos europeos pertenecientes a toda la cadena de valor del hidrógeno: producción, almacenamiento y transporte, aplicaciones en pilas de combustible y en su uso como combustible gaseoso y en temas de regulación, legislación, formación y difusión. Entre ellos, destacan algunos como los siguientes:

- BIG HIT (H2020 – FCH2JU), sobre la integración y demostración de toda la cadena de valor de las tecnologías del hidrógeno, abarcando su producción, almacenamiento, transporte y aprovechamiento en diversas aplicaciones. BIG HIT (*Building Innovative Green Hydrogen Systems in an Isolated Territory: a pilot for Europe*) involucra a 12 participantes de 6 países europeos. Busca desarrollar en las Islas Orkney de Escocia una infraestructura de producción, almacenamiento y distribución de hidrógeno con fines de abastecimiento energético de forma local a partir de fuentes renovables como la eólica o la fuerza de las mareas.
- H2PiyR. Con un horizonte temporal de tres años, persigue desarrollar un corredor transfronterizo de estaciones de repostaje para vehículos de hidrógeno que conecte España, Francia y Andorra con el centro y norte de Europa, donde el despliegue de infraestructuras asociado a

FIGURA 2
HIDROGENERA



Fuente: Elaboración propia

este tipo de movilidad sostenible sin emisiones está más avanzado. El proyecto, incluido en el programa europeo de cooperación POCTEFA 2014-2020, creado para fomentar el desarrollo sostenible del territorio fronterizo de los tres países y que cofinancia iniciativas de cooperación gestionadas por actores de ambos lados de los Pirineos, supone un auténtico banco de ensayos a escala real en el que demostrar las ventajas del uso del hidrógeno y los vehículos eléctricos de pila de combustible (Fuel Cell Vehicles-FCEVs). Entre otros objetivos, va a permitir crear una red de movilidad con hidrógeno entre los distintos países de la Unión Europea, reducir las emisiones asociadas a los vehículos tradicionales, impulsar las economías locales, promover oportunidades de negocio, en especial para las pymes, y fomentar la innovación en tecnologías del hidrógeno en todas las áreas del conocimiento necesarias para poner en marcha el corredor.

- SUSTAINHUTS. Es un proyecto demostrativo orientado a reducir las emisiones de CO₂ en medioambientes naturales por medio de actuaciones de implementación en refugios de montaña de soluciones novedosas y originales basadas en energías renovables. Este proyecto va a posibilitar a las autoridades locales disponer de varios lugares de demostración, lo que va a permitir empezar a idear un plan de acción para la reducción de emisiones en construcciones del mismo tipo que los refugios, como pueden ser hoteles en parques naturales o lugares donde la naturaleza es un componente

importante, o en otras zonas turísticas en lugares aislados (por ejemplo, islas). Las diferentes tecnologías a aplicar se basarán en fotovoltaica, micro hidráulica, micro eólica, pilas de combustible, electrolizadores o almacenamiento de hidrógeno, así como nuevos materiales de aislamiento. Todas estas tecnologías se instalarán en diferentes refugios de montaña para demostrar, mostrar y educar en la adaptación al cambio climático. Se pretende conseguir una mejora de la eficiencia energética en un 20%, una reducción de las emisiones contaminantes de CO₂ (dióxido de carbono) en 21 toneladas al año por refugio y las de NOx (óxido de nitrógeno) en 0,5 toneladas por año y refugio, así como disminuir el número de viajes en helicóptero que se realizan hasta ellos para suministrar el combustible actual, con un ahorro estimado de una tonelada al año de queroseno por establecimiento.

- HYLAW. HyLaw es un proyecto emblemático destinado a impulsar la absorción por parte del mercado de las tecnologías de hidrógeno y pilas de combustible, proporcionando a los desarrolladores una visión clara de las regulaciones y normativas aplicables, a la vez que pretende llamar la atención de los responsables políticos sobre las barreras legales a eliminar. El proyecto reúne a 23 socios de Austria, Bélgica, Bulgaria, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Hungría, Italia, Letonia, Noruega, Polonia, Rumania, España, Suecia, Portugal, Países Bajos y Reino Unido y está coordinado por Hydrogen Europe. Los socios de HyLAW identifican primero la legis-

lación y reglamentación asociadas a las principales aplicaciones de las pilas de combustible y el hidrógeno, así como las barreras legales para su comercialización. A continuación, proporcionan a las autoridades públicas puntos de referencia específicos de cada país y recomendaciones sobre cómo eliminar dichas barreras. Los principales resultados de HyLAW serán una base de datos on-line y disponible al público que recopile los procesos legales y administrativos aplicables a las tecnologías de hidrógeno y pilas de combustible en 18 países de toda Europa; documentos de políticas nacionales que describan cada proceso legal y administrativo, destacando las mejores prácticas, barreras legales y recomendaciones de políticas; un documento de política paneuropeo dirigido a los responsables europeos y talleres nacionales y europeos para difundir las conclusiones y convencer a las autoridades públicas de que eliminen las barreras.

- HIGGS. El principal objetivo del proyecto HIGGS es abordar el potencial de la inyección de hidrógeno en la red de transmisión de gas natural a alta presión como camino para lograr la descarbonización del sistema gasista y sus usos. Para facilitar que se puedan producir grandes cantidades de hidrógeno con energías renovables, la infraestructura gasista existente ha de convertirse en un medio para transportar hidrógeno, conectando los puntos de producción con los de consumo. Así pues, la inyección de hidrógeno en la red de gas podría apoyar la unión del sector de la producción de energía con el del gas, otorgando al hidrógeno un papel clave. HIGGS tiene como objetivo allanar el camino hacia la descarbonización de la red de gas, cubriendo lagunas en el conocimiento sobre el impacto que altos niveles de hidrógeno podrían tener en la infraestructura gasista, en sus componentes y en su mantenimiento. Para alcanzar esta meta, HIGGS trabaja en el mapeo de barreras y aspectos de facilitación técnicos, legales y regulatorios, en la prueba y validación de sistemas e innovaciones, en el modelado tecno-económico y en la preparación de un conjunto de conclusiones para facilitar la inyección de hidrógeno en las redes de gas a alta presión.
- ZEROENERGYMOD El principal objetivo del proyecto ZEROENERGYMOD es el desarrollo y la demostración de una solución modular habitable, robusta, fácil de instalar y fácil de transportar basada en el estándar PassivHaus junto con la generación energética renovable, la cual representa un innovador concepto de módulo habitable y de fácil instalación con cero emisiones. Para esto, la solución contará con dos módulos independientes y acoplados, uno de ellos habitable, construido bajo el estándar PassivHaus cuyo consumo energético se encuentre alta-

mente reducido con respecto a los módulos utilizados actualmente, y otro para la generación de la energía consumida en el primer módulo que contará con generación renovable (eólica y fotovoltaica) y almacenamiento diario (baterías) y estacional (hidrógeno). Con la integración de ambos módulos se conseguirá una solución modular, transportable y cero emisiones con una amplia variabilidad de aplicaciones. El diseño final estará enfocado para su uso principal en campamentos militares, por lo que el módulo final desarrollado (PASSIVMOD+ENERMOD) será instalado y testeado en dos campamentos del Ejército de Tierra de España localizados en Zaragoza (España) y Letonia, además de una demostración after-LIFE en la Base Antártica Gabriel de Castilla, gestionada por el Ejército de Tierra de España, que cuenta con un clima extremo donde la gestión energética es crítica.

- Ely4OFF. La producción de hidrógeno mediante electrolizadores de agua tipo PEM (PEMWE) tiene el potencial de convertirse en una tecnología clave en el despliegue de tecnologías de hidrógeno y pilas de combustible (HFC) en el futuro mercado de la energía, como un sistema de almacenamiento de energía capaz de suministrar hidrógeno para diferentes aplicaciones y permitiendo una alta penetración de las fuentes de energía renovables (RES). El desarrollo de un sistema autónomo de electrolizadores fuera de la red como almacenamiento de energía o como alternativa de respaldo de seguridad (por ejemplo, como sustitución de generadores diésel) es un objetivo inusual y desafiante, ya que implica tener la capacidad de acoplarse directamente al recurso renovable en lugares donde no hay red eléctrica, o ésta es muy precaria. El objetivo principal del proyecto ELY4OFF es el desarrollo y la demostración de un sistema de electrólisis autónomo y aislado de la red, vinculado a fuentes de energía renovable, e incluyendo el sistema esencial de comunicación y control que permita una optimización de la eficiencia global.

El desarrollo de las tecnologías del hidrógeno y su aprovechamiento efectivo requiere de una oferta formativa acorde, que sirva para dar con los perfiles profesionales que el mercado demanda y va a demandar todavía en mayor grado de aquí en adelante. Con ese enfoque se ponía en marcha en este curso 2021-2022 un nuevo Máster Interuniversitario en Tecnologías del Hidrógeno (MITH), gracias al convenio suscrito por la Universidad de Zaragoza, la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón y el Centro Público Integrado de Formación Profesional Pirámide de Huesca, junto con Mondragon Unibertsitatea, la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea, la Universitat Politècnica de Catalunya, la Universitat Rovira i Virgili, la Escuela de Organización Industrial (EOI) como fundación pública adscrita al Ministerio

FIGURA 3
PROYECTO ELY4OFF



Fuente: Elaboración propia

de Industria a través de la Secretaría General de Industria y PYME y otras entidades como centros de formación profesional de Cataluña y de País Vasco: el Centro de Formación Profesional Comte de Rius, el Centro de Formación Profesional Institut Escola del Treball y el Centro Integrado de Formación Profesional Somorrostro. Todos ellos han unido sus esfuerzos para poner en marcha este título propio que se impartirá conjuntamente en cuatro ubicaciones: Bilbao, Barcelona, Tarragona y Zaragoza.

Siguiendo las estrategias europeas en torno a las tecnologías del hidrógeno, se ha creado esta colaboración sin precedentes de entidades de referencia tanto del mundo industrial como universitario y de formación profesional, una colaboración que busca acelerar el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno en la industria, que va a necesitar un equilibrio entre los perfiles de ingeniería formados en la universidad y los provenientes de la formación profesional.

El Máster Interuniversitario en Tecnologías del Hidrógeno nace para ofrecer conocimientos innovadores y vanguardistas en el campo de la economía del hidrógeno y sus tecnologías asociadas. El MITH destaca por estar impulsado desde la industria, ya que cuenta con la participación de reconocidos profesionales del sector, expertos universitarios y miembros de centros tecnológicos y de investigación de las

entidades impulsoras, así como con la colaboración del Grupo Repsol-Petronor. El componente práctico es uno de los ejes centrales de esta apuesta formativa, pues las personas participantes realizarán prácticas regulares con paquetes de simulación y visitas técnicas a empresas, además de prácticas presenciales en laboratorio para testear los conceptos y herramientas analizadas. La formación culminará con un trabajo fin de máster aplicado a un problema real, con un objetivo prioritario: contribuir al avance en los retos reales de las empresas en el campo de las tecnologías de hidrógeno.

Aragón no afronta la promoción de las tecnologías del hidrógeno de forma aislada, sino mirando también a su entorno y tejiendo alianzas de colaboración. El Gobierno de Aragón, a través del departamento competente en materia de industria, forma parte desde 2004 de la Asociación Española de Pilas de Combustible (APPICE) y de la Asociación Española del Hidrógeno (AeH2), así como de la Plataforma Tecnológica del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible (PTE HPC) desde su constitución. En 2009 el Gobierno de Aragón se incorporó a la Asociación de Regiones y Municipios de Europa para el Hidrógeno y las Pilas de Combustible, HyRaMP, posteriormente denominada «HyER» Hydrogen Fuel Cells and Electromobility for European Regions. Además, en 2016

se firmó un Memorando de Entendimiento con Fuel Cells And Hydrogen 2 Joint Undertaking (FCH 2 JU) y en 2019 se impulsó la creación de una plataforma denominada «Hydrogen Valleys» conjuntamente con Auvernia-Ródano-Alpes y Normandía y Holanda del norte.

En el apartado de acciones de difusión masiva o grandes eventos, el Gobierno de Aragón apoyó e impulsó la celebración en Aragón en 2005 de la segunda edición del Congreso Europeo del Hidrógeno (European Hydrogen Energy Conference, «EHEC»), así como la celebración en Aragón en 2008 del Congreso Nacional de Pilas de Combustible CONAPPICE. En 2016 Aragón acogió el principal evento mundial sobre la materia, el «World Hydrogen Energy Conference (WHEC)» y, un año más tarde, el Congreso Iberoamericano de Hidrógeno y Pilas de Combustible – IBERCONAPPICE 2017.

Toda esta ingente labor de promoción del hidrógeno y sus tecnologías ha sido objeto de numerosos reconocimientos nacionales e internacionales a lo largo de todos estos años que, si bien no buscados, suponen un importante respaldo a la labor desarrollada por la Fundación para el Desarrollo de Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón. Entre estas distinciones destacan el Premio Nacional de Ingeniería Industrial 2007, en la categoría de Proyecto de Ingeniería; el Premio 2010 del Hydrogen Implemen-

ting Agreement de la Agencia Internacional de la Energía; el Premio Best LIFE Project 2014, al proyecto ZeroHyTechPark; el Premio Europeo a la Gestión e Innovación Empresarial 2018; el Premio Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking Awards 2019, en la categoría especial y el National Energy Globe Award Spain 2020.

CONCLUSIONES ↓

Las tecnologías del hidrógeno se han convertido en una de las soluciones clave para la descarbonización de las actividades económicas. No obstante, estas tecnologías ofrecen más oportunidades que las meramente relacionadas con el sector energético o con los impactos en el medioambiente. Lo principal es que proporcionan una gran oportunidad de crear valor añadido en los territorios. Concebir al hidrógeno como un vector de reindustrialización para la creación de empresas, tecnología y empleo es la apuesta que lleva desarrollando el Gobierno de Aragón desde el año 2003. A través de una estrategia robusta y bien definida, materializada en cuatro Planes Directores consecutivos desde entonces y con la creación de una entidad, la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón, como su principal instrumento para desarrollarla, queda patente que la región no solo puede exportar electricidad e hidrógeno renovable, sino también, tecnología y conocimiento.