



## Proyecto Zeohytechpark: cero emisiones mediante el uso de energías renovables e hidrógeno en parques tecnológicos

**Autor:** Jesús Simón Romeo

**Institución:** Fundación para el Desarrollo de Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón

**Otros autores:** Alfonso Arnedo Moncayo (Fundación Hidrógeno Aragón); Lorenzo Castrillo Maine (Fundación Hidrógeno Aragón); Pablo Trigoso Lamora (Fundación Hidrógeno Aragón)

## Resumen

El proyecto Zerohytechpark, financiado por el programa LIFE de la Comisión Europea, tiene como objetivo implementar la capacidad de total sostenibilidad en Parques Tecnológicos a través de una gestión óptima de la energía por medio de sistemas basados en tecnologías del hidrógeno y energías renovables.

El proyecto tuvo su inicio el 1 de enero de 2010 y tiene una duración de 4 años, finalizando el 31 de diciembre de 2013. En el proyecto participan como socios el Parque Tecnológico de Andalucía, el Parque Tecnológico de Bizcaia y el Parque Tecnológico Walqa (Huesca) además de la Fundación Hidrógeno Aragón como socios coordinador y responsable de las tareas técnicas del proyecto.

Las principales tareas técnicas del proyecto consisten en:

- Producción con energías renovables: se ha implementado un parque eólico (635kW), parque fotovoltaico (100kW) y desarrollado guías para la implementación de energías renovables en Parques Tecnológicos.
- Producción e infraestructura de hidrógeno: desarrollo y proceso de mejora de estación de generación y dispensación de hidrógeno a vehículos para su uso en el Parque Tecnológico Walqa.
- Movilidad sostenible: desarrollo de prototipos de vehículos propulsados por pila de combustible, bicicletas eléctricas y de pila de combustibles, sistema de generación de energía portátil y carretilla elevadora con power train basado en pila de combustible.
- Aplicaciones sostenibles en edificación: desarrollo de SAI y pila de cogeneración basados en Hidrógeno. Análisis de microrred del Parque Tecnológico Walqa para la óptima gestión de los sistemas de energías renovables e hidrógeno.
- Mejora de los sistemas desarrollados.
- Difusión de los resultados y conclusiones obtenidos.

El objetivo final es reducir la huella de carbono de la actividad de los parques tecnológicos para lo cual se están monitorizando los resultados obtenidos que se expondrán en la presentación oral.

**Palabras claves:** Huella de carbono, cero emisiones, hidrógeno, energías renovables

## **Introducción**

El objetivo principal del proyecto LIFE + Zero – HyTechPark, coordinado por la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón (en adelante FHa) y con la participación de los Parques Tecnológicos de Zamudio (Vizcaya), Andalucía (Málaga) y Walqa (Huesca), consiste en implementar la capacidad de total sostenibilidad en parques tecnológicos a través de una gestión óptima de la energía por medio de sistemas basados en tecnologías del hidrógeno y energías renovables. Las principales actuaciones que se están desarrollando a lo largo de los cuatro años de duración del proyecto consisten en diseñar, simular e implementar soluciones energéticas basadas en tecnologías del hidrógeno y energías renovables en el edificio de la Fundación del Hidrogeno de Aragón, situado en el Parque Tecnológico Walqa, y extrapolar dichos resultados a otros edificios de éste u otros parques tecnológicos. Los resultados que se esperan del proyecto LIFE+ Zero – HyTechPark pasan por disponer de un edificio con emisiones de CO<sub>2</sub> prácticamente nulas, promover la movilidad sostenible mediante el desarrollo, puesta en marcha y explotación de una flota de vehículos alimentados con hidrógeno y difundir de la manera más amplia posible las tecnologías empleadas al público en general y a los sectores científico – industriales interesados en particular.

El proyecto desarrolla las siguientes acciones técnicas para la consecución de los objetivos propuestos:

1. Definición del proyecto
2. Producción de energías renovables
3. Producción de hidrógeno renovable
4. Infraestructura del hidrógeno
5. Movilidad sostenible
6. Aplicaciones sostenibles en edificación

Además de estas acciones se desarrollan numerosas actividades de difusión del proyecto, para más información al respecto y como principal herramienta de comunicación del proyecto se puede consultar la web del mismo: [www.zerohytechpark.eu](http://www.zerohytechpark.eu).

A día de hoy el proyecto, que comenzó el 1 de enero de 2011 y finalizará el próximo 31 de diciembre de 2013 se encuentra en un estado muy avanzado de desarrollo. La definición del proyecto se realizó al lanzar la propuesta de desarrollo del mismo y fue revisada en el momento de concesión definitiva de subvención al proyecto, durante los primeros meses del mismo. Las acciones técnicas de desarrollo y ejecución de prototipos (acciones 2 a 6) se encuentran en un estado muy avanzado de ejecución y tan solo queda pendiente el cierre de alguno de los prototipos dedicándose los mayores esfuerzos a día de hoy a la validación y ensayos a los prototipos desarrollados, acción 7.

En las páginas siguientes se explican las tareas desarrolladas en las acciones técnicas.

## **Acciones técnicas y resultados**

### **Acción 2. Producción de energías renovables**

La producción de energías renovables en un parque tecnológico puede permitir que dependiendo de los recursos renovables de la zona donde esté ubicado el parque tenga un balance neto cero de emisiones si existe una apuesta por la integración de energías renovables. En general los parques tecnológicos tiene un consumo de energía estable y centrado en las horas diurnas, algo que no tiene porque ocurrir en otra tipología de área industrial eminentemente productora con jornadas por turnos y máquinas de elevados consumos en continuo proceso. Este hecho unido a los menores consumos de un parque tecnológico al no disponer de máquinas de elevados consumos hace ideal este tipo de área industrial para un proyecto demostrativo como Zero – HyTechPark.

Para el desarrollo de esta acción el proyecto tuvo la fortuna de disponer de una instalación eólica y un parque fotovoltaico ya ejecutados en el marco de un proyecto anterior. Se describe a continuación ambas instalaciones.

El pequeño parque eólico perteneciente a la Fundación del hidrógeno está compuesto de tres turbinas eólicas con una potencia combinada de 635 kW. Se trata de máquinas de “repowering” ya que cuando se realizó la instalación (2007) en el mercado de primer uso era muy difícil encontrar generadores de tan pequeña potencia. Las máquinas de “repowering” consisten en aerogeneradores que ya han estado instaladas y en operación en otros parques eólicos con unas condiciones de viento muy buenas, esas máquinas ya han sido amortizadas con creces y se decide sustituirlas por aerogeneradores de última tecnología para repotenciar su instalación. Los aerogeneradores reemplazados entran en un mercado de máquinas denominado de “repowering” y representan una opción económica para ubicaciones con un recurso de viento no muy elevado como puede ser un parque tecnológico. En concreto los molinos instalados son:

<b>Modelo</b>	<b>Potencia</b>
Turbina Vestas V29	225 kW
Turbina Enercon – 33	330 kW
Turbina Lagerway L80	80 kW

**Tabla 1. Aerogeneradores del parque eólico de Fundación Hidrógeno Aragón en el PT Walqa.**



**Ilustración 1. Características de las turbinas eólicas.**

Como se puede observar se eligieron tres turbinas de muy diferentes características técnicas para potenciar la orientación investigadora de la instalación, ya que el disponer de diferentes tipos de generadores y sistemas permite una mayor flexibilidad en los ensayos. La distribución de estas turbinas a lo largo del Parque Tecnológico Walqa se puede observar en la siguiente imagen.



**Ilustración 2. Situación de las turbinas eólicas.**

La instalación fotovoltaica es de 100 kW y comprende a su vez diferentes tecnologías de panel fotovoltaico (monocristalinos, policristalinos y unión heterogénea), diferentes tecnologías de captación solar con instalación fija y por seguimiento a dos ejes. El seguimiento a dos ejes se realiza con tecnología por calendario o astronómica, que implica que un sistema de control sitúa el seguidor solar en la posición adecuada para aprovechar la máxima radiación solar según la fecha del año y hora del día, o bien mediante un seguimiento por punto de máxima luminosidad, donde unos sensores detectan la radiación solar y sitúan el seguidor en cada momento en la posición donde mayor radiación solar son capaces de transformar en energía. Este último sistema aporta ventajas en días nublados pues optimiza la generación eléctrica a partir de radiación difusa al posicionarse en el punto con mayor recepción de radiación.

A continuación se muestran las características de la instalación e imágenes de la misma.

Instalaciones fotovoltaicas	Potencia
Instalación de placa fija instalada en las marquesinas del parking	60 kW
Seguidor solar ADES	20 kW
Seguidores solares Deguer	5 kW
Seguidor solar MECASOLAR	10 kW

**Tabla 2. Instalación fotovoltaica de Fundación Hidrógeno Aragón en el PT Walqa.**



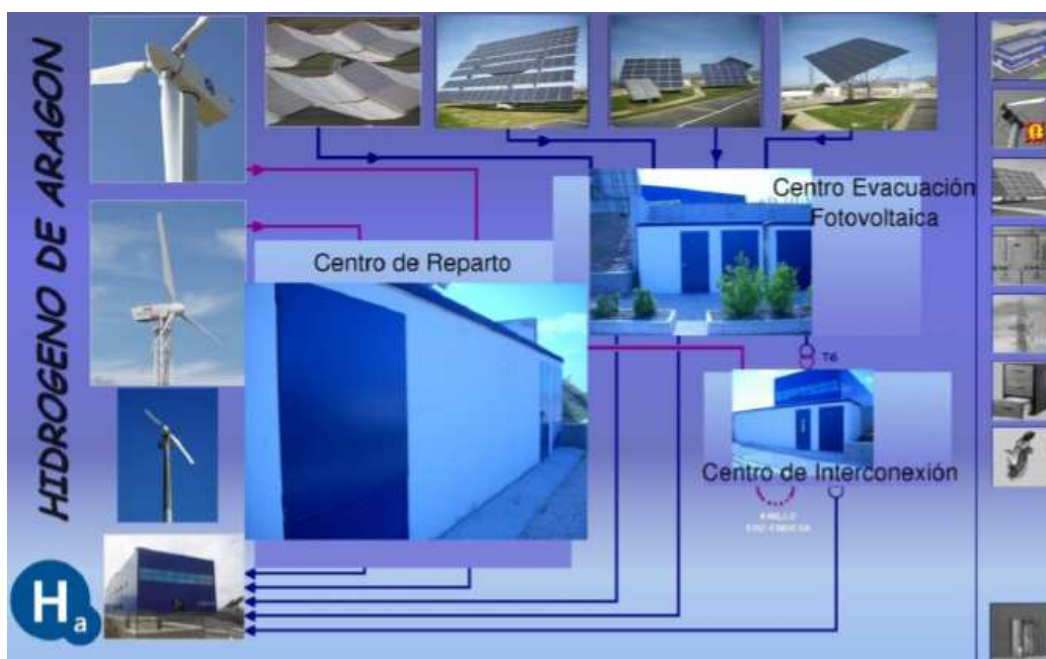
**Ilustración 3. Instalación de placa fija instalada en las marquesinas del parking del Parque Tecnológico Walqa.**



**Ilustración 4. Seguidores solares en el parking de FHa.**

Por último el proyecto dispone de un centro de interconexión con celdas motorizadas en media tensión automatizadas, en el cual por medio de un autómata y SCADA, se puede elegir en todo momento si vender la energía eléctrica generada como un generador más adscrito al régimen especial o si por el contrario se envía la energía a los talleres de la Fundación para generar hidrógeno por medio de electrolisis en el laboratorio preparado para ello.

A continuación se muestra un diagrama generales de la instalación:



**Ilustración 5. Diagrama general del proyecto IHER.**

Además de generación eléctrica renovable en el proyecto se ha realizado una instalación solar térmica para tratar de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en el edificio de FHa. La instalación se encuentra en la azotea de FHa. El principal objetivo del sistema es precalentar el agua de retorno del sistema de calefacción existente para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. El edificio no tiene consumos de ACS por lo que esa aplicación no se contempla.

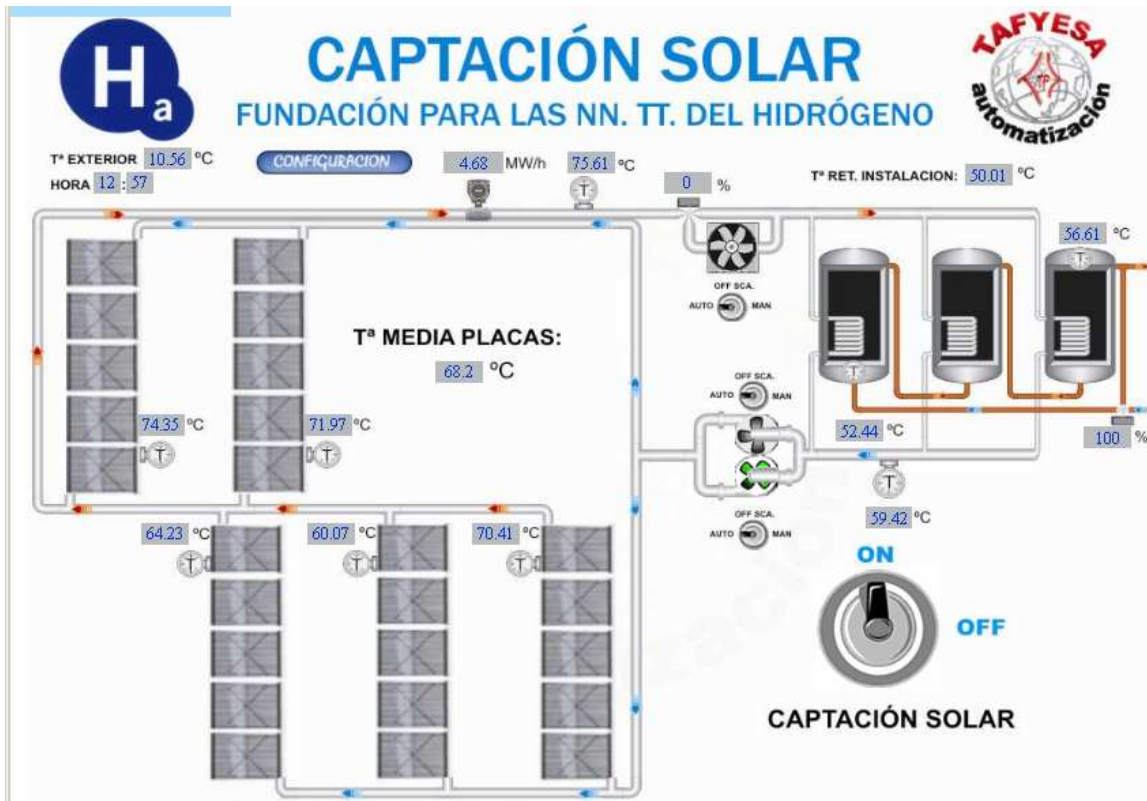


**Ilustración 6. Instalación solar térmica en el edificio de Fundación Hidrógeno Aragón.**

El funcionamiento básico es el siguiente: el calor cedido por los colectores al fluido caloportador se transfiere a través de un intercambiador de calor al depósito de acumulación por medio de bombas controladas desde el regulador, que suele ser un termostato diferencial de temperaturas. Cuando la temperatura de salida del colector supera en más de 7°C a la temperatura del acumulador, el regulador pone en marcha la bomba y comienza la transferencia térmica desde el colector al acumulador. En el momento en que esa diferencia de temperatura es inferior a 2°C, el regulador para la bomba con el fin de no enfriar el agua acumulada y favorecer el calentamiento del fluido en el interior del colector. Finalmente, si el agua caliente del acumulador está a la temperatura de consigna ésta pasa directamente al consumo, en caso contrario se hará pasar por una caldera auxiliar donde será calentada hasta la temperatura deseada.

Toda la instalación está controlada y gestionada desde una aplicación de clima y gestión de instalaciones del edificio de FHa generada a medida para la instalación. Una captura de pantalla de la aplicación se muestra a continuación.





**Ilustración 7. Aplicación gestión clima e instalaciones del edificio de FHa.**

Los resultados obtenidos hasta la fecha son satisfactorios pues se ha reducido de forma considerable las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de los consumos eléctricos del edificio de FHa y del propio Parque Tecnológico Walqa, y las emisiones de CO<sub>2</sub> propias del sistema convencional de clima del edificio de FHa por la integración energía solar térmica como apoyo al sistema de clima convencional basado en propano.

Los datos de generación y emisiones evitadas se almacenan y muestran a través de una aplicación de Huella de Carbono desarrollada a tal efecto en el marco del proyecto. Se puede observar una imagen a continuación donde se observa la pantalla principal de la aplicación. Los resultados se encuentran accesibles en la propia web del proyecto.

Una imagen de la pantalla principal de la aplicación de gestión de los datos de generación y emisiones evitadas se muestra en la página siguiente. En la parte de la izquierda de la pantalla se muestran los recursos renovables e hidrógeno generados en el marco del proyecto, los recursos consumidos y un balance energético del sistema. Los resultados se pueden apreciar de forma más visual en las gráficas presentes en la pantalla donde se muestran las emisiones evitadas de CO<sub>2</sub> según uso eléctrico, térmico y de transporte y un histórico de transporte. En la parte inferior se puede observar un histórico de la aportación con energías renovables al consumo eléctrico del Parque Tecnológico Walqa y la aportación en el mes anterior al que nos encontramos en cada momento. Los resultados obtenidos hasta la fecha en el marco del proyecto observan una importante reducción de emisiones.



Ilustración 8. Pantalla de la aplicación de balance de energía y sostenibilidad del proyecto Zerohytechpark

### **Acción 3. Producción de hidrógeno renovable**

Para gestionar la energía generada por fuentes de energía renovables en el marco del proyecto se ha apostado por un sistema de almacenamiento y gestión de la energía basado en las tecnologías del hidrógeno. Si bien la mayor parte del hidrógeno producido a día de hoy proviene de reformado de gas natural, el hidrógeno también puede ser de origen renovable, produciéndolo a partir de electrolisis, separación del agua en hidrógeno y oxígeno aportándole electricidad en corriente continua, donde la electricidad provenga de fuentes renovables, como en nuestro caso con energía eólica y energía solar fotovoltaica.

En el marco del proyecto se ha trabajado en la mejora y plan de ensayos al sistema de generación de hidrógeno de FHa, basado en un electrolizador alcalino de 10 m<sup>3</sup>N/h, trabajando a 33 bar y 85°C, con una tensión de entrada de 16V y una intensidad de entrada de 3.300 A.

La fase de puesta en marcha ya se ha completado y en el momento actual nos encontramos ensayando la instalación.



**Ilustración 9. Sistema de generación de hidrógeno renovable basado en electrólisis alcalina.**

#### Acción 4. Infraestructura del hidrógeno

En lo referente a infraestructura de hidrógeno la Fundación Hidrógeno Aragón ha desarrollado una infraestructura de dispensación de hidrógeno para flotas de vehículos en sus instalaciones en el Parque Tecnológico Walqa. El hidrógeno es generado por electrólisis mediante fuentes renovables, mediante el sistema expuesto en la acción 3. Una vez generado el hidrógeno se comprime para ser dispensado a presiones de 200 bar y 350 bar a vehículos propulsados por hidrógeno como los que se verán en la Acción 5 del proyecto, referente a movilidad sostenible.

A continuación se muestran unas imágenes al respecto:



**Ilustración 10. Dispensador de hidrógeno para automoción y sistema de almacenamiento de hidrógeno en forma de gas a elevadas presiones.**

Se pretende optimizar el sistema con la mejora del sistema de comunicación entre el vehículo y el dispensador, el desarrollo de un sistema de pre –enfriamiento de hidrógeno a la entrada del vehículo que mejora las características del repostado y el desarrollo de un sistema de regulación de caudal de llenado basado en algoritmos.

La otra iniciativa que se realiza en esta acción está relacionada con el desarrollo de un prototipo de compresión de hidrógeno mediante energía solar térmica. Se pretende analizar la mejora de la eficiencia de un sistema de este tipo frente a un sistema convencional de compresor mecánico alimentado mediante electricidad. Esta acción se encuentra en desarrollo en la actualidad.

## Acción 5. Movilidad sostenible

En esta acción las principales tareas realizadas hasta la fecha han sido:

- La transformación de un vehículo de tracción eléctrica mediante baterías convencionales a un vehículo eléctrico propulsado eléctricamente mediante pila de combustible alimentada por hidrógeno.
- El desarrollo de una flota de 20 bicicletas eléctricas para uso en el Parque Tecnológico Walqa.

Este proyecto se ha desarrollado con el principal objetivo de transformar un vehículo eléctrico de baterías en un vehículo eléctrico de pila de combustible de hidrogeno, después de realizar las correspondientes simulaciones en la que se demuestra que la autonomía del vehículo aumenta considerablemente. También destacar que todas las modificaciones realizadas en el vehículo, se ha respetado todas las premisas dadas por la ITV, organismo encargado de la homologación del vehículo.

Las configuraciones que se han estudiado son las siguientes:

- BEV (Battery Electric Vehicle)
- FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle)

Se han simulado las diferentes configuraciones, para conocer la autonomía “teórica”, mediante dos circuitos:

- Circuito urbano (Parque Tecnológico Walqa).
- Circuito carretera (Walqa – Decathlon).

Para la comprobación de las simulaciones se ha utilizado un modelado, desarrollado mediante el software Matlab/Simulink y se llega a la conclusión que las simulaciones son correctas.

En la tabla 3, se comparan las diferentes configuraciones de trenes de potencia presentadas en este proyecto, con el vehículo de combustión tan utilizado en la actualidad, cuya utilización se pretende disminuir o incluso desaparecer.

	BEV	FCEV	COMBUSTIÓN
<b>AUTONOMÍA (km)</b>	65	120	500
<b>RECARGA</b>			
80 %	1/2h.		
100 %	8h.	2 min	2-3 min
<b>COSTE (c€/km)</b>	1.75	7	10
<b>BATERÍAS</b>	200Ah 48V 10kWh	20Ah 100V 2kWh	-
<b>PILA DE H<sub>2</sub></b>	-	12kW	-
<b>EMISIONES (gr CO<sub>2</sub>/km)</b>	0	0	130

**Tabla 3. Comparación diferentes tecnologías**

En la tabla 3, se observa, como con las diferentes configuraciones de trenes de potencia de vehículos eléctricos (BEV y FCEV), la autonomía que se consigue es inferior a la que conseguimos con un depósito del vehículo de combustión, por lo tanto, los vehículos eléctricos actualmente tiene un verdadero interés en ambientes urbanos, donde los desplazamientos son cortos.

Otro problema que presenta el BEV, es el largo periodo de tiempo de recarga del vehículo, este problema se soluciona con la adición de una pila de combustible de hidrógeno (FCEV), en el que el periodo de recarga se asemeja al tiempo de repostaje del vehículo convencional.



**Ilustración 11. Recarga del vehículo de hidrógeno en las instalaciones de Fundación Hidrógeno Aragón.**

La otra acción llevada a cabo hasta la fecha ha sido la reconversión de una flota de bicicletas de hidrógeno a bicicletas eléctricas, en este caso se ha realizado la acción opuesta a la anterior debido a que para esta aplicación específica resulta más cómodo la opción de instalar una batería, al no entenderse crítico el tiempo de carga y no necesitarse una autonomía muy elevada como si suele ocurrir en el caso de automóviles.

Existen dos opciones de conversión a bicicleta eléctrica, por un lado con batería extraíble y por otro lado con batería fija. Ambas alternativas tienen sus ventajas, la primera es la más cómoda pero la segunda es la más económica. Se decide utilizar una batería extraíble por su mayor aplicabilidad al concepto de una bicicleta al poder ser cargada en un enchufe convencional de 230 V y poder evitar aspectos como el robo.

Las baterías que se han utilizado son de 24Vdc, ajustándose a la tensión de alimentación del motor de apoyo al pedaleo que llevan las bicicletas. Atendiendo a dicha tensión, existen en el mercado diferentes tipos de baterías en función del material del cual están fabricadas. Las de plomo son las más económicas y fiables, pero su peso es muy elevado y son contaminantes; por ello este tipo de tecnología ha sido descartada. Otro tipo son las baterías de Ni-Mh, que son más ligeras pero más delicadas en lo que se refiere a su carga/descarga. Son típicas de Norte América, pero en nuestro caso no son de interés pues sería necesario un mayor esfuerzo de mantenimiento y control. Finalmente, se escogió la opción de utilizar baterías de Litio. Sus principales características son su pequeño tamaño y su ligereza. Esto último facilita que la bicicleta cumpla con la normativa, ya que el peso máximo de la bici no puede superar los 40 kilogramos. Además carecen de efecto memoria, lo que permite que se puedan recargar aunque la descarga sea parcial sin posibilidad de sufrir daños. Dentro de este tipo de batería se pueden diferenciar dos variantes, por un lado las de litio-ión y por otro las de litio-polímero.

Se eligió una batería Litio-Ion de 24Vdc y su correspondiente cargador. El precio aproximado del pack es de 230€. En la tabla 4 se incluyen las especificaciones de la batería. En la ilustración 12 se observa la batería y el cargador.

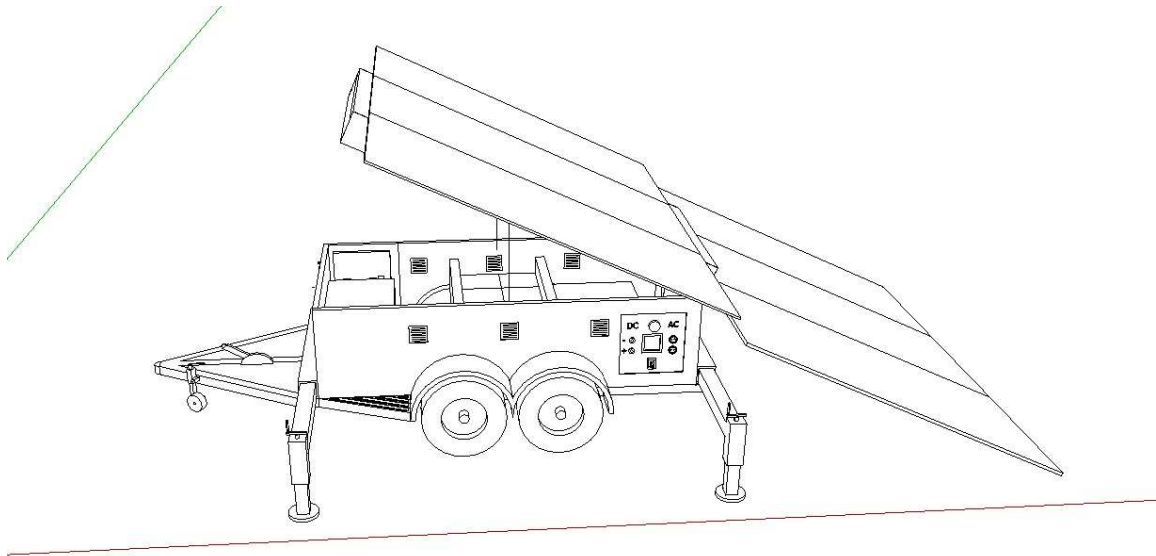
<b>Especificaciones</b>		
Tesión	24	V
Intensidad	9000	mAh
Potencia	216	Wh
<b>Dimensiones sin la conexión</b>		
Ancho	100	mm
Alto	180	mm
Largo	70	mm
<b>Dimensiones con la conexión</b>		
Ancho	100	mm
Alto	180	mm
Largo	120	mm
<b>Peso</b>		
Sin la conexión	1,7	kg
Con la conexión	2	kg
<b>Tipo</b>		
Material	Ion Litio	
<b>Vida Útil</b>		
Número de recargas	1000	

**Tabla 4. Especificaciones de la batería.**



**Ilustración 12. Batería a instalar en la bicicleta.**

Las acciones a realizar a posteriori en el tema de movilidad es la realización de una carretilla elevadora con pila de combustible de hidrogeno, desarrollando todo el balance de planta del stack de la pila. Y el desarrollo de un sistema autónomo portátil de generación in situ, compuesto por paneles fotovoltaicos, baterías, sistema de almacenamiento de hidrógeno y pila de combustible, está bajo evaluación la instalación de un electrolizador de baja potencia. A continuación se muestra una imagen del futuro prototipo.



**Ilustración 13. Infografía del futuro sistema autónomo de potencia basado en fuentes renovables, baterías e hidrógeno.**

#### **Acción 5. Movilidad sostenible**

En este apartado los principales desarrollos llevados a cabo en el marco del proyecto han sido:

- Realización de un prototipo de pila de combustible de cogeneración a partir de pila convencional.

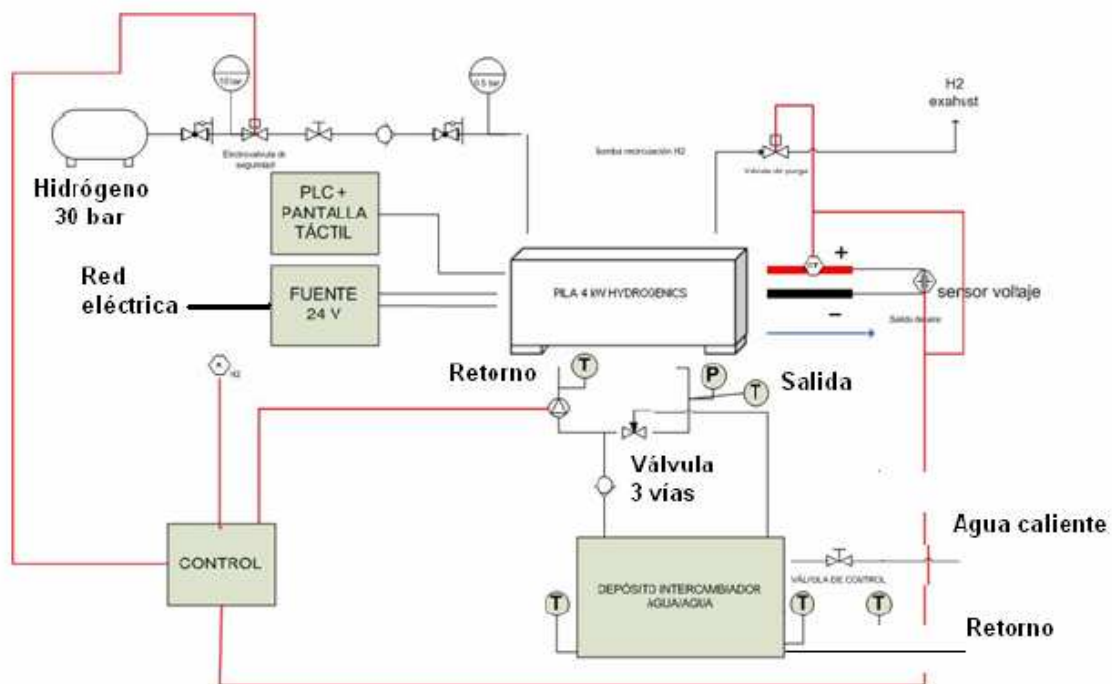


- Mejora de las capacidades de una instalación aislada para simulación en el edificio de FHa.
- Instalación de pila de combustible de 10 kW para uso de la energía almacenada en forma de hidrógeno a partir del sistema de generación vía electrolisis de energías renovables de la acción 3 del proyecto.
- Instalación de Sistema de Alimentación Ininterrumpido (SAI) basado en pila de combustible alimentada por hidrógeno.

Se exponen a continuación.

En el Parque Tecnológico Walqa donde se encuentran las instalaciones de la Fundación para las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón, se dispone como posibles combustibles para una pila de cogeneración de hidrógeno producido en las propias instalaciones y de origen renovable y de propano. De cara a reducir las emisiones contaminantes que el propano puede generar la opción seleccionada fue la de integrar una pila de cogeneración alimentada por hidrógeno. Esto tiene fuertes ventajas medioambientales al tratarse de un equipo de emisiones contaminantes nulas.

El mercado de las pilas de cogeneración es muy reducido, especialmente en lo referente a las alimentadas por hidrógeno que es el producto que se busca por lo que se decidió adquirir una pila de combustible convencional adaptando el sistema para su uso como sistema de cogeneración. La opción elegida fue la pila HyPM HD 4 de Hydrogenics por ser competitiva en costes y características técnicas. A continuación se muestra una imagen del sistema.



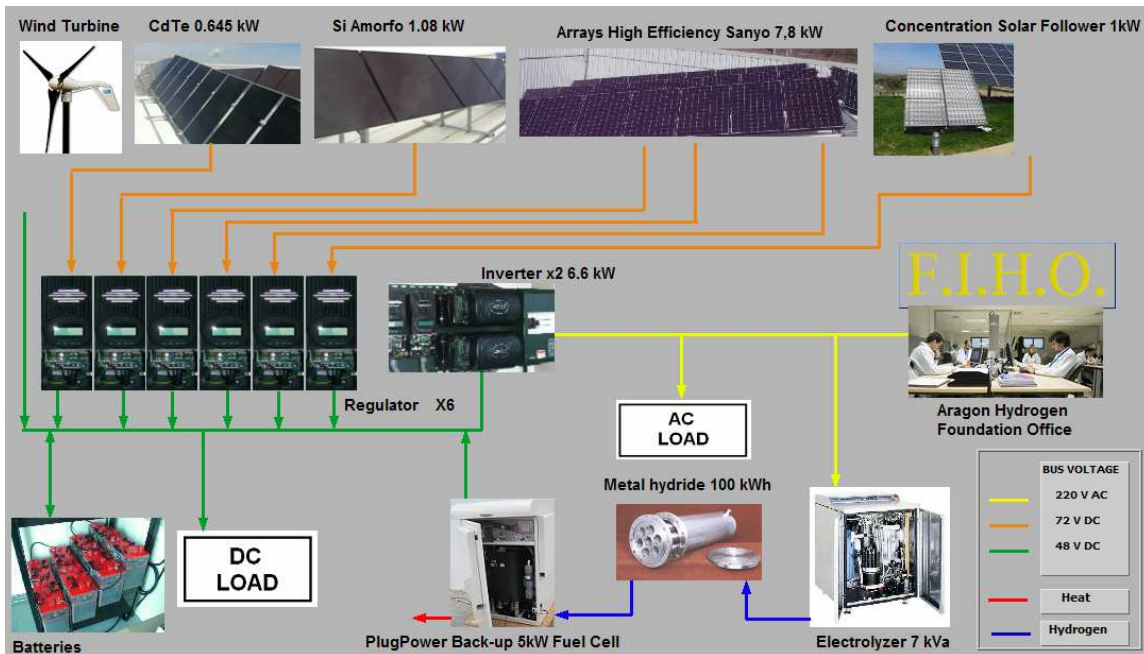
**Ilustración 14. Esquema general del sistema de pila de combustible de cogeneración.**

Actualmente esta tarea se encuentra en fase de cierre de ejecución y ensayos del sistema. Una vez finalizadas estas tareas el siguiente paso es la integración en el edificio de Fundación Hidrógeno Aragón. Debido a las temperaturas de salida del fluido de refrigeración de la pila de combustible, en torno a 55°C – 60°C, la aplicación elegida para la integración del sistema es su uso en un sistema de suelo radiante. Se adjunta el esquema de operación a continuación.



**Ilustración 15. Operación del sistema de pila de cogeneración en su integración en el edificio de FHA en sistema de suelo radiante para alimentar una de las dependencias del edificio.**

Otra de las tareas incluidas en esta serie de acciones de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> en edificación ha sido el análisis de un sistema aislado de red eléctrica. El propósito en este caso es analizar técnicamente este tipo de sistemas que sustituyendo a los habituales grupos electrógenos alimentados con diesel. La aplicación se ha simulada aislada de red en el edificio de FHA para la alimentación de las oficinas, que han trabajado de forma aislada sin ningún tipo de problema. Este tipo de aplicación es extrapolable a zonas de difícil acceso de la red eléctrica como entornos rurales, refugios de montaña, etc. A continuación se muestra una imagen del sistema.



**Ilustración 16. Instalación aislada en el edificio de Fundación Hidrógeno Aragón.**

Respecto al inicio del proyecto los mayores avances en esta tarea se han incluido en un desarrollo del sistema gestión con hidrógeno, inicialmente toda la energía se gestionaba con las baterías lo que redundaba en un aprovechamiento menor de la energía generada con fuentes renovables, al introducir el sistema de hidrógeno, con mayor capacidad de almacenamiento la energía perdida es menor.

Las otras tareas llevadas a cabo en este contexto son la instalación de una pila de combustible de 10 kW para cerrar el ciclo del hidrógeno como sistema de almacenamiento, aprovechando el hidrógeno renovable generado en el marco de la acción 3. Y la instalación de un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) en el cuarto de servidores de Fundación Hidrógeno Aragón, ambas acciones se encuentran en la actualidad en curso.



**Ilustración 17. Instalación pila de combustible de 10 kW de Future, modulo especial para exteriores, se compone de 2 cuadros con stacks de 2 kW.**



**Ilustración 18. Sistema de SAI basado en pila de combustible.**

### **Conclusiones**

La integración de energías renovables y tecnologías del hidrógeno como sistema de gestión de la energía en entornos de parques tecnológicos tiene unos resultados muy importantes en términos de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Los bajos consumos de un área industrial como es un parque tecnológico con ausencia de grandes consumos permiten que sea un banco de pruebas perfecto para proyectos como Zero – HyTechPark.

La instalación de energías renovables para generación eléctrica y térmica son tecnologías muy desarrolladas a día de hoy y con amplias posibilidades en grandes superficies como la expuesta. En términos de movilidad sostenible la ausencia de grandes infraestructuras a este respecto y el elevado coste actual de la tecnología dificulta su introducción a gran escala y a día de hoy se reduce a aplicaciones como la citada.

### **Agradecimientos**

Se quiere hacer un agradecimiento muy especial a la Comisión Europea a través del programa de medioambiente LIFE+, por su apoyo financiero a este proyecto LIFE08 ENV/E/000136 Zero – HyTechPark.