



LIFE Project Number

<LIFE08 ENV/E/000136>**Acción 7. Entregable 2. Test de la instalación completa.**

Reporting Date

<20/12/2013>

LIFE+ PROJECT NAME or Acronym

<ZERO - HYTECHPARK>

Data Project

Project location	Walqa Technology Park. Ctra. Zaragoza N330A, Km 566, 22197 Cuarte (Huesca), SPAIN
Project start date:	<01/01/2010>
Project end date:	<31/12/2010>
Total budget	1.408.110€
EC contribution:	678.080€
(%) of eligible costs	48,16%

Data Beneficiary

Name Beneficiary	Foundation for the Development of New Hydrogen Technologies in Aragon
Contact person	Mr Luis Correas
Postal address	Walqa Technology Park. Ctra. Zaragoza N330A, Km 566, 22197 Cuarte (Huesca), SPAIN
Telephone	0034 974 215258
Fax:	0034 974 215261
E-mail	director@hidrogenoaragon.org
Project Website	www.zerohytechpark.eu

INDICE

INDICE	2
FIGURAS	3
RESUMEN EJECUTIVO	5
OBJETIVO	6
DESARROLLO DEL DOCUMENTO	7
1. Aplicaciones desarrolladas por la Fundación Hidrogeno Aragón	7
1.1. Sistema cero emisiones de generación eléctrica aislada para lugares remotos.....	7
1.2. Instalación de autoconsumo	8
1.3. Sistema de cogeneración	10
1.4. Sistema de compresión de hidrogeno (Comuro)	11
1.5. Sistema de reinyección a la red eléctrica	12
1.6. Instalación solar térmica	13
1.7. Reducción de numero de luminarias	16
1.8. Sistema de alimentación interrumpida (SAI de Hidrogeno)	17
1.9. Producción y distribución de hidrogeno renovable	18
1.10. Movilidad sostenible	20
CONCLUSIONES	28
RESUMEN PARA EL PUBLICO GENERAL	29

FIGURAS

Figura 1. Baterías e inversores instalación aislada.....	7
Figura 2. Paneles fotovoltaicos.	8
Figura 3. Balance energético.....	9
Figura 4. Inversor DC/AC SMA.....	9
Figura 5. Fancoil en el techo del laboratorio.....	10
Figura 6. Detalle de la instalación de la pila de cogeneración y la bomba de la calefacción.....	10
Figura 7. Instalación del Comuro.....	11
Figura 8. Pilas Future.....	12
Figura 9. Esquema básico de una instalación solar térmica.....	13
Figura 10. Cuarto de calderas del edificio.....	14
Figura 10. Cubierta del edificio y cuarto de calderas.....	14
Figura 12. Acumulador solar de 1.000 litros.....	15
Figura 13. Luminarias encendidas intercaladas.....	16
Figura 14. SAI con pila de combustible de hidrogeno.....	17
Figura 15. Electrolizar alcalino.....	19
Figura 16. Hidrogena Walqa.....	19
Figura 17. Flota de bicicletas cedidas al Parque Tecnológico.....	21
Figura 18. Bicicleta eléctrica de pedaleo asistido.....	21
Figura 19. Vehículo eléctrico de baterías.....	23
Figura 20. Repostaje del vehículo eléctrico de pila de combustible de hidrogeno.....	23
Figura 21. Sistema diésel para la limpieza de las calles.....	24
Figura 21. HyTow operando en la Fundación Hidrogeno Aragón.....	25
Figura 23. Carretilla de pila de combustible de hidrogeno.....	26
Figura 24. Repostaje de la carretilla de pila de combustible de hidrogeno.....	27

RESUMEN EJECUTIVO

A través de este informe, se pretende mostrar todas las aplicaciones que se han desarrollado dentro del proyecto LIFE + Zero HytechPark.

Y de esta manera ver como con estas aplicaciones se reducen las emisiones de CO₂.

En definitiva, lo que se pretende con la elaboración de este documento es la explicación de la instalación completa, que se ha enmarcado dentro de este proyecto.

Se dará valor a las capacidades que se han adquirido, con la elaboración de este proyecto y que nos ha permitido conseguir aptitudes tanto teóricas como prácticas.

OBJETIVO

Con la ejecución de esta acción, el objetivo que pretendemos cumplir es la mejora de la eficiencia de las aplicaciones anteriormente desarrolladas y de esta manera conseguir una eficiencia mayor en las aplicaciones y también poder trasladar dichas aplicaciones a poder utilizarlas en aplicaciones reales.

Por ejemplo, conseguir que el vehículo de pila de combustible de hidrogeno pueda circular por la vía pública y ser utilizado por cualquier usuario interesado y debidamente capacitado otra de las aplicaciones reales es el aprovechamiento del calor generado por una pila de combustible en calentar un laboratorio de nuestro edificio.

DESARROLLO DEL DOCUMENTO

1. Aplicaciones desarrolladas por la Fundación Hidrogeno Aragón

A continuación, se van a describir las diferentes aplicaciones, que ha desarrollado la Fundación Hidrogeno Aragón, dentro del proyecto LIFE+ ZeroHytechPark.

Veremos también los beneficios que nos aporta cada aplicación en particular, para finalizar con los beneficios que se han obtenido en la instalación completa.

1.1. Sistema cero emisiones de generación eléctrica aislada para lugares remotos

Una instalación de generación eléctrica aislada de red es un sistema que permite suministrar energía en lugares a los que no llega la red eléctrica. Esta opción representa una alternativa a los contaminantes grupos diésel.

La instalación está compuesta por un sistema de captación solar fotovoltaico de 10 kW que se sitúa en la cubierta del edificio de la Fundación. Como sistema de almacenamiento de la energía eléctrica se dispone de un banco de baterías de 48V nominales, 6,6 kWp y 1990Ah que proporcionan una autonomía de unos 4/5 días a nuestra oficina. Esto permite que se pueda disponer de electricidad por la noche o en días que no hace sol. El sistema también cuenta con una pila de combustible de 1,2 kW que a partir del hidrógeno de nuestras instalaciones produce electricidad y recarga las baterías.

Con esta instalación se alimentan los equipos informáticos de la oficina de la Fundación hidrógeno Aragón, de forma totalmente limpia, evitando emisiones de CO₂. Se producen más de 11.000 kWh/año de electricidad y se evita la emisión de 7500 kg CO₂/año.



Figura 1. Baterías e inversores instalación aislada.



Figura 2. Paneles fotovoltaicos.

Como se ha indicado anteriormente, mediante la instalación aislada situada en el edificio de la Fundación Hidrogeno Aragón, alimenta los ordenadores de la oficina del edificio y de esta manera se consigue una disminución de las emisiones de CO₂ y además se produce una cantidad considerable de energía limpia.

1.2. Instalación de autoconsumo

La instalación de autoconsumo fotovoltaico que se ha instalado en el edificio de la Fundación Hidrogeno Aragón, se ha construido con el fin de producir in situ la energía que posteriormente se consumirá en el edificio de la Fundación.

La instalación está formada por los siguientes elementos:

- Paneles fotovoltaicos Sanyo, con una potencia total de 7 kWp
- Inversor SMA
-

Con una instalación de este tipo conseguiríamos lo siguiente:

- Generar energía limpia
- Consumir energía en el mismo punto que se consume
- Reducir pérdidas energéticas por transporte eléctrico

En la gráfica que aparece a continuación, aparece el balance energético del edificio de la Fundación Hidrogeno Aragón.

En ella aparece el consumo eléctrico anual por parte de la Fundación Hidrogeno Aragón, la energía producida por la instalación fotovoltaica, la energía autoconsumida por el edificio de la fundación y finalmente la energía que se ha inyectado a la red, es decir, la energía sobrante y que no se ha consumido en el edificio de la Fundación.

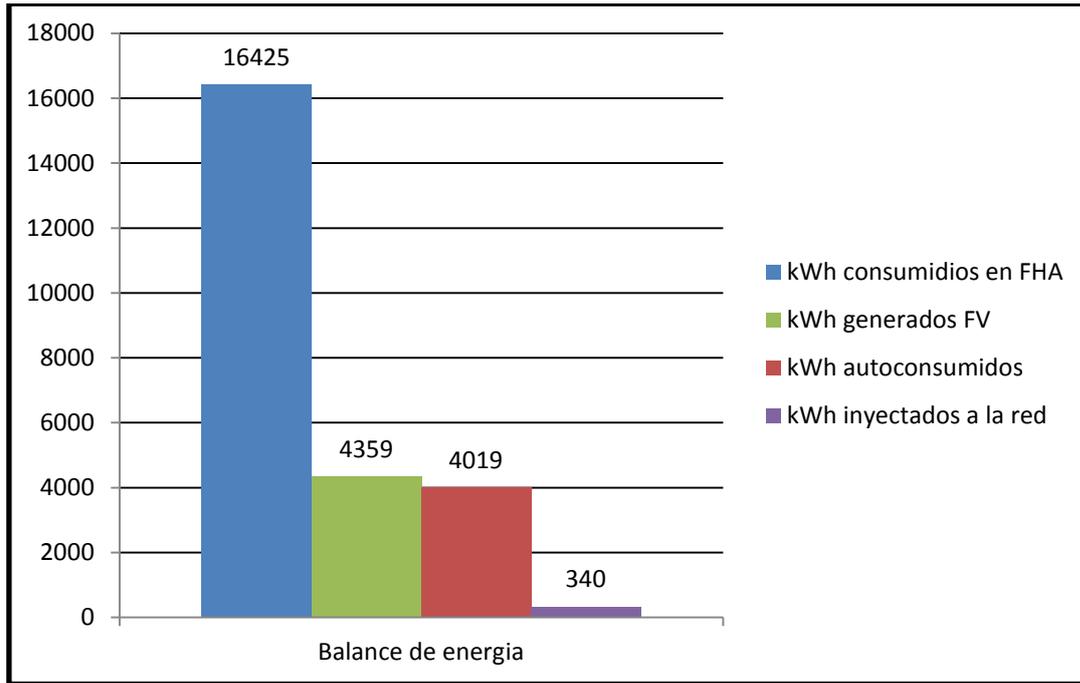


Figura 3. Balance energético.

Mediante esta instalación se van a producir anualmente 4359 kWh, como se puede apreciar en la gráfica superior lo que supone el 26 % del consumo eléctrico del edificio de la Fundación y además esto conllevará un ahorro económico del orden de 1.100 € al año.

La cantidad de emisiones de CO₂, sabiendo que 1 kWh produce 0.685 kg de CO₂, mediante esta instalación conseguiremos evitar la emisión de 1.680 kg de CO₂ al año.



Figura 4. Inversor DC/AC SMA.

1.3. Sistema de cogeneración

Se ha integrado una pila de combustible alimentada por hidrógeno en un banco de ensayos como sistema de cogeneración (aprovechamiento simultáneo de electricidad y calor).

El sistema ofrece 4 kW de potencia eléctrica y 3,5 kW útiles de potencia térmica que utilizamos para calentar el agua del depósito de 150 l desde 20 °C hasta 60 °C en 2h de funcionamiento. El rendimiento del sistema es del 70%, 40% eléctrico, 30% térmico y 30% de pérdidas. El agua caliente es aprovechable tanto para agua caliente sanitaria (ACS) como calefacción.

La gran ventaja de este sistema es que no produce emisiones contaminantes

Como aplicación de la pila de cogeneración, se ha decidido instalar un fancoil para calefactar un laboratorio de las instalaciones de la Fundación Hidrógeno Aragón.

La instalación se compone de dicho fancoil con termostato y una bomba de agua para el movimiento del agua caliente del depósito.



Figura 5. Fancoil en el techo del laboratorio.



Figura 6. Detalle de la instalación de la pila de cogeneración y la bomba de la calefacción.

Mediante este banco de ensayos, se ha conseguido calefactar el laboratorio de electrónica de potencia, mejorando el confort del mismo, ya que anteriormente no se disponía de calefacción en el mismo. Las emisiones de CO₂, que se producen con esta aplicación son nulas, no se reducen las emisiones, ya que anteriormente no se disponía de calefacción en este laboratorio.

1.4. Sistema de compresión de hidrogeno (Comuro)

Se ha desarrollado un sistema de compresión de hidrogeno que aprovecha la energía térmica o mejor dicho el calor para comprimir el hidrogeno. Esto se lleva a cabo gracias a una reacción química que se produce entre el hidrogeno y una aleación metálica formada por hierro, lantano, níquel, entre otros elementos.

En esta instalación, se ha llegado a alcanzar 200 bar. de presión en una sola etapa, se puede conseguir un aumento de la presión si se aumentan el número de etapas, de hecho existen sistemas experimentales que lo han realizado se alcanzan presiones de hasta 5.000 bar.

Las principales ventajas de este sistema son que al no tener partes móviles el sistema, las tareas de mantenimiento que hay que realizar son prácticamente nulas y además es una manera de aprovechar el calor residual que producen muchas aplicaciones.



Figura 7. Instalación del Comuro.

1.5. Sistema de reinyección a la red eléctrica

La Fundación del Hidrógeno de Aragón dispone de un sistema de gestión de la energía eléctrica utilizando el hidrógeno.

Primero se produce hidrógeno con los excedentes de energía renovable producida. El hidrógeno se almacena en nuestras instalaciones. Cuando se necesita un aporte de electricidad extra, se aprovecha la pila de combustible alimentada por hidrógeno para reinyectar la electricidad a la red.

Las pilas de combustible instaladas son de 10 kW formadas por módulos (stacks) de 2 kW. Tienen una vida de más de 3000 horas de funcionamiento. Se trata de tecnología de pila de combustible tipo PEM, de cátodo abierto refrigerada por aire.

Las pilas vierten la electricidad producida a través de dos inversores monofásicos de 5 kW que transforman la energía eléctrica en corriente alterna con las características adecuadas para su consumo en nuestro edificio.

La principal ventaja de este sistema es su respuesta instantánea ya que se encuentra continuamente en stand – by.



Figura 8. Pilas Future

Para este tipo de aplicaciones, se suelen utilizar generadores diésel, la utilización de este sistema basado en hidrogeno, presenta las siguientes ventajas frente a un generador diésel convencional:

- Las pilas de combustible funcionan en condiciones de frío extremo: -25°C
- Eliminación de las emisiones contaminantes. Se puede integrar la pila de combustible junto a energías renovables como la fotovoltaica.
- Mayor seguridad de funcionamiento. Los sistemas a gasoil tienen problemas de robo de combustible, con lo que se compromete la seguridad de abastecimiento.

03 de febrero de 2014

La principal ventaja que presenta este tipo de aplicación como se ha citado anteriormente, es la eliminación de las emisiones de CO₂.

El consumo medio mensual en el edificio de la Fundación Hidrogeno Aragón es de 4.000 kWh al mes, imaginemos que este sistema se encargara de generar un 5 % de la energía mensual, esto sería 200 kWh, si esta energía la generáramos con un generador diésel convencional las emisiones serian del orden de 55 kg de CO₂, mientras que la utilización del sistema basado en pila de combustible de las emisiones serian de 0 kg de CO₂, como se puede observar las emisiones se reducen considerablemente mediante el empleo del sistema basado en las pilas de combustible de hidrogeno.

1.6. Instalación solar térmica

Se ha desarrollado una instalación solar térmica con El objetivo de reducir las emisiones de CO₂ derivadas del consumo de propano y lograr así un edificio más sostenible.

Los componentes principales de la instalación son los siguientes:

Subsistema de captación: compuesto por varios colectores solares conectados entre sí con el fin de alcanzar la temperatura deseada en el fluido.

Subsistema de acumulación: formado por uno o varios depósitos de almacenamiento de agua caliente, conocido como acumulador.

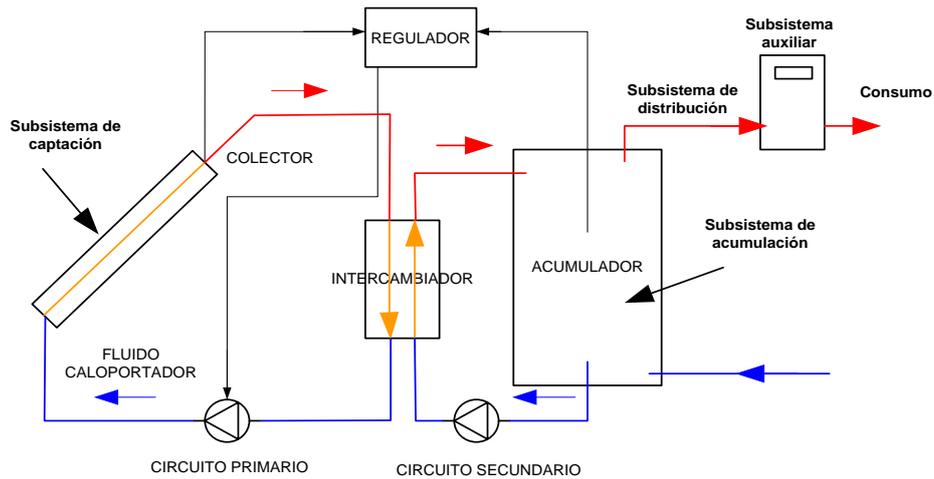
Subsistema de distribución: conjunto de equipos que se encargan de transportar el agua caliente producida hasta los puntos de consumo. Está formado por el equipo de regulación, las tuberías, las bombas y los elementos de seguridad, entre otros.

Subsistema auxiliar: suele ser una caldera convencional o un calentador eléctrico, el cual entra en funcionamiento para apoyar a los colectores cuando la temperatura del agua de salida del acumulador es inferior a la demandada.

El esquema básico de una instalación solar térmica se muestra en la Figura 9. Esquema básico de una instalación solar térmica

9.

03 de febrero de 2014

**Figura 9. Esquema básico de una instalación solar térmica**

A continuación se muestran una serie de imágenes de la instalación solar térmica, que se ha ejecutado en el edificio de la Fundación Hidrogeno Aragón, con el objetivo de disminuir las emisiones de CO₂.

**Figura 10. Cuarto de calderas del edificio**



Figura 11. Cubierta del edificio y cuarto de calderas

Se han instalado **25 captadores** en la cubierta del edificio formando una superficie de captación de **64.75 m²**. Los colectores van anclados en estructuras soporte para 5 colectores ML 3.0 de aluminio extrusionado anodizado para su montaje en cubierta inclinada y estarán orientados perfectamente al sur con una **inclinación de 50º** respecto a la horizontal, maximizando así la ganancia solar durante el invierno. Se disponen en filas separadas entre sí una distancia de **4 metros** para garantizar los sombreamientos.

Se necesita un volumen de acumulación de 3.000 litros por lo tanto se instalarán tres depósitos de 1.000 litros, a continuación aparece una imagen del mismo.



Figura 12. Acumulador solar de 1.000 litros

Otros elementos que conforman la instalación son los siguientes:

- Tuberías
- Bomba de circulación
- Vaso de expansión
- Purgadores y desaireadores
- Elemento disipador

Destacar que por medio de esta instalación, que servirá de apoyo a la calefacción del edificio de la Fundación, conseguiremos reducir de una manera considerable las emisiones de CO₂, producidas y de esta manera cumplir con uno de los objetivos del proyecto ZeroHytechPark.

Entrando en detalle el consumo anual en propano es de 1610 m³ y conociendo que el factor de emisión es de 1.498,38 kgCO₂/m³, las emisiones totales serian 2.412.391,8 kg de CO₂.

La producción media anual de la instalación solar térmica que esta como apoyo de la calefacción del edificio de la Fundación gira entorno a los 5.500 kWh y conociendo que el factor de emisión del propano es de 0.2296 kgCO₂/kWh, nos evitamos cerca de 1.300 kg kgCO₂ al año.

1.7. Reducción de numero de luminarias

Una pequeña medida para reducir el consumo eléctrico en el edificio de la Fundación

03 de febrero de 2014

Hidrogeno Aragón, fue la reducción del número de luminarias que se encienden simultáneamente.

De manera inicial el edificio poseía 46 luminarias distribuidas en diferentes localizaciones del edificio. Tras un estudio de la utilidad de la iluminación, se vio la posible reducción a 15 luminarias sin merma de las condiciones de trabajo. Además, se colocaron temporizadores para la desconexión automática de estas.

Cada luminaria cuenta con dos bombillas de 26 W cada una, por lo que hacen un total de 52 W por luminaria. Tras realizar un estudio de las mismas, se vio que el uso anual de estas luminarias se situaba en 447 h anuales.

De esta manera se consiguió un ahorro energético de aproximadamente de 721 kWh ([(52 W x 46 u x 447 h)] inicio - [(52 W x 15 u x 447 h)] fin = 721000 Wh) y conociendo el factor de emisión (0.34 kgCO₂/kWh), se consiguen evitar aproximadamente 250 kgCO₂.

A continuación, se muestra una imagen del modo de encendido de las luminarias situadas en un pasillo de la Fundación.



Figura 13. Luminarias encendidas intercaladas

1.8. Sistema de alimentación interrumpida (SAI de Hidrogeno)

Un sistema de alimentación ininterrumpida, SAI (en inglés UPS), es un dispositivo que puede proporcionar energía durante un apagón eléctrico y por un tiempo limitado a todos los dispositivos que tenga conectados.

La inclusión de una pila de combustible de Hidrógeno en un SAI, permite multiplicar exponencialmente la duración de la alimentación de emergencia. Se alcanzan días y semanas de autonomía, frente a los minutos y horas de los sistemas convencionales, ya que la alimentación de los mismos, se realiza con baterías convencionales.

Características	Valor
Potencia de salida máxima	3 kVar (20 minutos)

03 de febrero de 2014

Potencia de salida nominal	1.7 kVar
Autonomía nominal baterías	15 minutos
Autonomía pila de hidrógeno (Cada botella de 50L a 200Bar)	6 horas
Tiempo respuesta	Inmediato

Tabla 1. Características SAI

La principal ventaja que presenta el uso de pilas de combustible de hidrogeno en este tipo de aplicaciones es la autonomía, ya que se ve incrementada considerablemente, además es totalmente escalable y cuanto mayor sea la potencia y mayor sea la autonomía requerida la competitividad económicamente hablando aumenta.

En cuanto a las emisiones de efecto invernadero, en este tipo de aplicación no se consigue ninguna reducción ya que los sistemas convencionales funcionan con baterías y las emisiones son nulas.



Figura 14. SAI con pila de combustible de hidrogeno

1.9. Producción y distribución de hidrogeno renovable

Los sistemas basados en hidrógeno como combustible permiten un menor impacto medioambiental debido a que el único residuo es agua. Pero la obtención del hidrógeno puede tener emisiones de gases de efecto invernadero.

En la actualidad el principal proceso para la obtención de hidrógeno es el reformado de gas natural, donde se emiten muchos contaminantes. Pero existen procesos en los cuales el hidrógeno puede ser obtenido a través del agua, siendo la electrolisis el más desarrollado hasta el momento. Esta producción tiene un menor impacto medioambiental.

La electricidad, junto con el agua, es el elemento más importante para la obtención del

03 de febrero de 2014

hidrógeno con menores emisiones contaminantes. Este puede tener una gran variedad de orígenes, entre ellas se encuentran las fuentes de energía renovables.

La independencia de las fuentes fósiles permite un sistema de distribución y deslocalización de la generación de hidrógeno renovable.

Las principales ventajas que presenta el sistema de electrolisis para la producción de hidrogeno, frente al reformado de gas natural son las siguientes:

- Menores emisiones de elementos contaminantes, produciendo hidrogeno mediante reformado de gas natural se emiten aproximadamente 18 kgCO₂ por kg de H₂ producido, mientras que si se emplea el método de electrolisis se emite 1.2 kgCO₂ por kg de H₂ producido, por lo tanto se reducen las emisiones considerablemente.
- Se tiene una independencia de los combustibles fósiles
- Es un método económicamente competitivo, es más económico la producción de un kg de hidrogeno mediante electrolisis que haciéndolo mediante reformado de gas natural (4.6 €/kg frente a 2.7 €/kg).
- Gran flexibilidad de fuentes de energía
- Esta tecnología permite tener generadores de gas aislados de las redes de distribución.

La única desventaja que presenta la producción de hidrogeno, mediante electrolisis es que es necesaria mayor cantidad de energía para producir un kg de H₂. El coste energético de producir un kg de H₂ mediante electrolisis alcalina es de 51,17 kWh/kgH₂, mientras que si se produce mediante reformado de gas natural el gasto energético es de 25.59 kWh/kgH₂.

A continuación, se muestran dos imágenes del electrolizado, encargado de la producción de hidrogeno en el edificio de la Fundación Hidrogeno Aragon y de la hidrogenera encargada de la dispensación del hidrogeno producido, mediante energías renovables.



Figura 15. Electrolizar alcalino.



Figura 16. Hidrogena Walqa.

1.10. Movilidad sostenible

Dentro del apartado de movilidad sostenible se han desarrollado varias aplicaciones que se muestran a continuación.

- Bicicletas eléctricas

Se ha realizado la transformación de una flota de veinte bicicletas de pedaleo asistido (ciclo equipado con pedales y un motor eléctrico auxiliar que no puede ser propulsado exclusivamente por medio de ese motor auxiliar).

Se ha dotado a las bicicletas de un motor eléctrico que alimentado a través de una batería eléctrica impulsa la bicicleta reduciendo el esfuerzo. Dicho motor se pone en funcionamiento siempre que no se dé una de las siguientes circunstancias:

- La velocidad sea mayor de 25km/h.
- Alguno de los frenos esté pulsado.
- Cese el pedaleo.

Estas bicicletas han sido cedidas al Parque Tecnológico Walqa en el marco de un convenio de colaboración para facilitar los desplazamientos de los trabajadores del parque, reduciendo de este modo las emisiones de CO₂ en la zona.

A continuación, se realiza una comparativa con dos tipos de aplicaciones similares.

Comparativa con moto:

- Reducción de las emisiones de CO₂.
- Son un medio de transporte mucho más económico.
- Reduce la contaminación acústica a cero.
- Sigue siendo un sistema rápido.
- Facilita el aparcamiento.
- Medio de transporte mucho más saludable.

Comparativa con bicicleta convencional:

- Reducción del esfuerzo al mínimo.
- Alternativa real al transporte convencional.
- Saludable, segura y muy agradable de utilizar.
- Apta para todos los públicos.

En cuanto a las emisiones que se producen, cabe destacar, que con la única aplicación que tiene sentido la comparación es con la moto, las emisiones de una moto son aproximadamente 0,17 kgCO₂/km, mediante un pequeño estudio se sabe que las bicicletas recorren del orden de 1300 km/año por lo tanto, con la utilización de estas bicicletas, se conseguiría evitar la emisión de 220 kgCO₂/año.



Figura 17. Flota de bicicletas cedidas al Parque Tecnológico.



Figura 18. Bicicleta eléctrica de pedaleo asistido.

03 de febrero de 2014

- Vehículo eléctrico de pila de combustible de hidrogeno y vehiculo eléctrico de baterías.

Se ha llevado a cabo la conversión de un vehículo eléctrico de baterías a un vehículo eléctrico de pila de combustible de hidrógeno. Esta conversión proporciona aumento en la autonomía del vehículo (incluso hasta un 50%) y reducción en el tiempo de recarga (periodos de 8 horas inicialmente a recargas de 3-4 minutos).

El motor eléctrico se alimenta a partir de la energía eléctrica que proporciona la pila de combustible. Ésta se alimenta con hidrógeno comprimido a 350bar. El vehículo además cuenta con un sistema de recuperación del calor generado por la pila de combustible, el cual se emplea en el circuito de calefacción del vehículo, reduciendo de este modo el consumo total de energía.

Además, se ha llevado a cabo la homologación del mismo tras la conversión, con lo que el vehículo se encuentra totalmente operativo.

Además, se dispone también, de un vehículo eléctrico de baterías, que también servirá como vehículo de empresa para los trabajadores de la Fundación.

A continuación, se muestra una serie de comparativa entre los tres tipos de vehículos, estos tipos de vehículo son: vehículo diésel/gasolina, vehículo eléctrico de baterías, vehículo eléctrico de pila de combustible de hidrogeno.

En cuanto a consumos, el vehículo eléctrico de baterías, es de los tres tipos que menos kWh consume por km

- Diésel/gasolina: 0,68 kWh/km
- Eléctrico de baterías: 0,16 kWh/km
- Eléctrico de Pila de combustible: 0,4 kWh/km

En cuanto a las emisiones, cabe destacar que las emisiones que producen tanto el vehículo eléctrico de baterías como el vehículo eléctrico de pila de combustible de hidrogeno son de 0,0 kg CO₂ /km, mientras tanto que las emisiones de un vehículo de diésel y/o gasolina son de 0,17 kg CO₂ /km. Sabiendo que los vehículos recorren aproximadamente 1.440 km/año, con el empleo de estos vehículos conseguimos evitar la emisión de 245 kg CO₂/año.

Centrándonos en el vehículo de pila de combustible de hidrogeno, las ventajas que presenta este tipo de vehículo frente a los otros dos tipos de vehículos son las siguientes:

Comparativa con diésel/gasolina:

- Reducción de las emisiones de CO₂.
- Reducción de la contaminación acústica.
- Empleo de un medio de transporte respetuoso con el medio ambiente.
- Los únicos productos generados son agua y calor.

Comparativa con eléctrico:

- Aumento de la autonomía.
- Disminución del tiempo de recarga.



Figura 19. Vehículo eléctrico de baterías.



Figura 20. Repostaje del vehículo eléctrico de pila de combustible de hidrogeno.

- HyTow

El proyecto *HyTow* consiste en el desarrollo de un sistema de limpieza de calles autopropulsado.

El prototipo, un carro o remolque, dispone de un depósito de agua con una manguera a presión que permite la limpieza de las calles en los cascos urbanos de las ciudades. La manguera guía el agua a presión propulsada por una bomba alimentada a través de una pila de combustible.

Una pila de combustible es un dispositivo electroquímico que transforma de manera directa la energía del combustible, en este caso hidrógeno, en electricidad; reduciendo tanto la contaminación atmosférica como la acústica.

El manejo o movimiento de la limpiadora por las calles es muy sencillo para el operario, ya que está dotado de un sistema de jockey Wheel (rueda especial para desplazamientos) que permite libertad de movimientos.

El sistema equivalente, sería un conjunto formado por depósito y bomba de impulsión, alimentados a través de un motor diésel, incorporado en una camioneta o pick-up para los desplazamientos.

Dentro de las principales ventajas que tiene este vehículo autopropulsado, es la reducción de las emisiones acústicas, que son tan molestas, cuando estos vehículos trabajan en horario nocturno. El sistema *HyTow*, las emisiones acústicas son de 70 dB (equivalente al ruido de una oficina), mientras que los sistemas convencionales estas toman valores cercanos a los 120 dB (equivalente al despegue de un avión).

A parte de esta ventaja, mediante la utilización de este sistema, evitara la emisión de 3 750kg CO₂/año. La posibilidad de operación en periodo nocturno eliminando molestias a los vecinos y la reducción del tamaño del sistema, mejorando movilidad y accesibilidad, son otras de las ventajas que presenta este tipo de aplicación.



Figura 21. Sistema diésel para la limpieza de las calles.



Figura 22. HyTow operando en la Fundación Hidrogeno Aragón.

- Carretilla elevadora con pila de combustible de hidrogeno

Se ha llevado a cabo la transformación de una carretilla elevadora eléctrica de baterías en una carretilla eléctrica con pila de combustible.

Los principales problemas que presentan las carretillas de baterías son los largos tiempos de recarga de las baterías y la escasa autonomía que presentan.

En un mismo turno de trabajo de 8 horas, un operario deberá parar al menos una vez para reemplazar las baterías por unas cargadas (tiempo perdido en el reemplazo 15-30 minutos); con una carretilla de hidrógeno la recarga se hace inmediata (2-3 minutos) y una única carga permite operar durante todo el turno de trabajo.

En este desarrollo, la Fundación del Hidrógeno en Aragón ha llevado a cabo un balance de planta para la integración de una pila de combustible en la carretilla elevadora.

Cabe destacar, que esta aplicación, en la que la tecnología del hidrogeno, empieza a tener sentido en el tema económico, como se puede observar a continuación, con los costes aproximados de los diferentes tipos de carretilla.

- Carretilla diésel: 15 000 €
- Carretilla eléctrica: 14 700 €
- Carretilla hidrógeno: 28 000 €

Centrándonos en las emisiones, destacar que mediante el uso de carretillas eléctricas de baterías y carretillas eléctricas de pila de combustible de hidrogeno son nulas, mientras tanto que si utilizáramos una carretilla diésel estas toman el valor de 0,869 kgCO₂/km.

03 de febrero de 2014

La utilización de la carretilla en las instalaciones en la Fundación, es escasa, pueden llegar a recorrer del orden de 100 km al año, por lo tanto se evitara la emisión de 87 kgCO₂/año.

Destacar que, esta reducción se verá aumentada considerablemente en centros logísticos en la que la utilización de las carretillas es mucho mayor que en el caso de la Fundación Hidrogeno Aragón.

Una carretilla de pila de combustible de hidrogeno, presenta la siguientes ventajas frente a los dos tipos de tecnologías existentes.

Comparativa con carretilla eléctrica:

- Reduce el tiempo de recarga, pasando de 8 horas a un repostaje de 2-3 minutos (reducción 99,4%).
- Proporciona una autonomía del doble o el triple en cada repostaje.
- Aumenta la productividad (mayor número de desplazamientos/turno de trabajo).
- Reduce tiempos perdidos en repostaje (Reducción 87%).
- Elimina la necesidad de tener un segundo banco de baterías para operar mientras las primeras están cargando.

Comparativa con carretilla diésel:

- Elimina las emisiones de CO₂.
- Funcionamiento silencioso.
- Reducción del número de piezas móviles y por lo tanto del mantenimiento.
- Mayor adaptación a la conducción (aceleración, velocidades, inclinación).



Figura 23. Carretilla de pila de combustible de hidrogeno.



Figura 24. Repostaje de la carretilla de pila de combustible de hidrogeno.

CONCLUSIONES

Dentro del proyecto LIFE se han realizado numerosas aplicaciones, para conseguir reducir las emisiones de efecto invernadero que se producen en el entorno del edificio de la Fundación Hidrogeno Aragón, situado en el Parque Tecnológico Walqa.

En este deliverable se realiza un pequeño resumen, de todas las aplicaciones que se han desarrollado con las ventajas que todas ellas presentan frente a los medios que se suelen utilizar y se presentan las ventajas que estas aplicaciones presentan frente a los medios convencionales.

También nos centramos en la cuantificación de todas las emisiones que conseguimos reducir con la implementación de todas las aplicaciones que se han ido desarrollando.

Las aplicaciones que principalmente, consiguen reducir las emisiones de gases de efecto invernadero son las siguientes:

- Instalación solar térmica
- Reducción del número de luminarias
- Instalación aislada
- Instalación de autoconsumo
- Movilidad con vehículos eléctricos (bicicletas eléctricas, vehículos eléctricos...)
- Sistema de cogeneración

RESUMEN PARA EL PUBLICO GENERAL

Dentro del marco del proyecto ZeroHytechPark, se han desarrollado diferentes aplicaciones para reducir las emisiones de efecto invernadero en el edificio de la Fundación Hidrogeno Aragón, situado en el Parque Tecnológico Walqa.

Las aplicaciones que se han desarrollado son las siguientes:

- Instalación aislada
- Instalación de fotovoltaica para el autoconsumo
- Sistema de cogeneración basado en pila de combustible de hidrogeno
- Compresión de hidrogeno basado en hidruros metálicos (Comuro)
- Sistema de reinyección a la red eléctrica
- Instalación solar térmica
- Producción y distribución de hidrogeno renovable
- Sistema de alimentación ininterrumpida mediante una pila de combustible de hidrogeno
- Movilidad sostenible (bicicletas eléctricas, HyTow, vehículos eléctricos, carretilla de hidrogeno de pila de combustible)
- Reducción de luminarias.