

PROJECT MANAGEMENT DE UN PROYECTO DE TRANSPORTE URBANO MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE HIDRÓGENO PARA LA EXPOSICIÓN INTERNACIONAL EXPOAGUA ZARAGOZA 2008

Montaner, P.^(p)

Abstract

This summer 2008, Zaragoza hill host an international Exhibition, with the theme Water and Sustainable Development. With this baseline, EXPO has decided to carry out an urban transport project with hydrogen technologies. This project will start on June but it will keep at the city once EXPO finish.

This document describes the main lines of the project management, analyzing the starting points, the international situation, the different possibilities, and the management of stakeholders, assigned budget and general schedule.

This project, pioneer in Spain, develops a complete sustainable model. The vehicles selected for the project consume only hydrogen like energy for their engines, generating only water steam. The provision of hydrogen to these vehicles will be made by a new hydrogen filling station, with hydrogen generation on-site by electrolysis.

Keywords: Hydrogen, Electrolyser, Fuel cell, Project management

Resumen

Este verano de 2008 se celebra en Zaragoza una Exposición Internacional, bajo el lema Agua y Desarrollo Sostenible. Amparada en la filosofía del evento, se ha decidido llevar a cabo un proyecto de implantación de un sistema de transporte urbano mediante vehículos propulsados por hidrógeno, que funcione durante la celebración de la Exposición, pero que permanezca funcionando en la ciudad una vez finalice la Muestra, confiando en IDOM la realización del Project Management de todo este proyecto pionero.

Lo que describe el presente trabajo son las líneas generales de la gestión del proyecto, analizando detalladamente los planteamientos iniciales, el estado internacional del sector, la búsqueda de posibilidades, la gestión de los diferentes stakeholders, y la puesta en marcha del proyecto, controlando el presupuesto asignado y el plazo (premisa principal) dentro de los máximos tecnológicos y cualitativos posibles.

Este proyecto, pionero en España, desarrolla un modelo totalmente sostenible. Los vehículos comprometidos para el proyecto, de diversas características y tamaños, solo consumen hidrógeno como energía para sus motores, generando como residuo simplemente vapor de agua. El suministro de hidrógeno a dichos vehículos se realizará mediante una estación de servicio – hidrogenera –, que también se construye dentro del alcance del proyecto, la cual dispondrá de generación de hidrógeno on-site mediante electrólisis.

Palabras clave: Hidrógeno, Electrolizador, Pilas de combustible, Gestión de proyectos

1. Introducción

Como por todos es sabido, este esperado verano de 2008 se celebra en Zaragoza nuestra Exposición Internacional, bajo el lema Agua y Desarrollo Sostenible. Amparada en la filosofía del evento, EXPOAGUA ha apostado firmemente por desarrollar un proyecto de implantación de un sistema de transporte urbano mediante vehículos propulsados por hidrógeno, que funcione durante la celebración de la Exposición, pero que no desaparezca con el fin de la misma, sino que se convierta en un proyecto firme a largo plazo y permanezca funcionando en la ciudad, como legado de dicha bandera sostenible.

Este proyecto pionero, pretende acercar el futuro y aprovechar la repercusión de la Exposición Internacional, para familiarizar a la sociedad con las tecnologías del hidrógeno y concienciar de la necesidad de utilizar combustibles no contaminantes que reduzcan los efectos perniciosos que la contaminación produce en el medio ambiente. De la misma forma, se busca convertir a Zaragoza en punto estratégico de la futura Autovía Del Hidrógeno, como punto de partida y referencia para una red de suministro de hidrógeno para automoción a nivel nacional. En este sentido la Comunidad Europea ya prevé

El proyecto está compuesto por dos ramas principales. Por un lado, la creación de una infraestructura de suministro de hidrógeno a vehículos, coloquialmente llamada Hidrogenera. Por otro lado, la congregación de una flota de vehículos, lo más variada y versátil posible, los cuales sólo consuman hidrógeno como energía para sus motores, generando como residuo simplemente vapor de agua.

Con idea de que el proyecto sea completamente sostenible, la energía eléctrica consumida por la instalación se obtiene mediante energías renovables, habiendo instalado EXPOAGUA dos parques eólicos y dos huertas solares, las cuales generan la energía necesaria para todo el consumo de EXPO, incluyendo la hidrogenera (en el balance energético anual). De esta forma se cierra el círculo de sostenibilidad, demostrando la viabilidad técnica y la posible implantación de un proyecto de estas características.

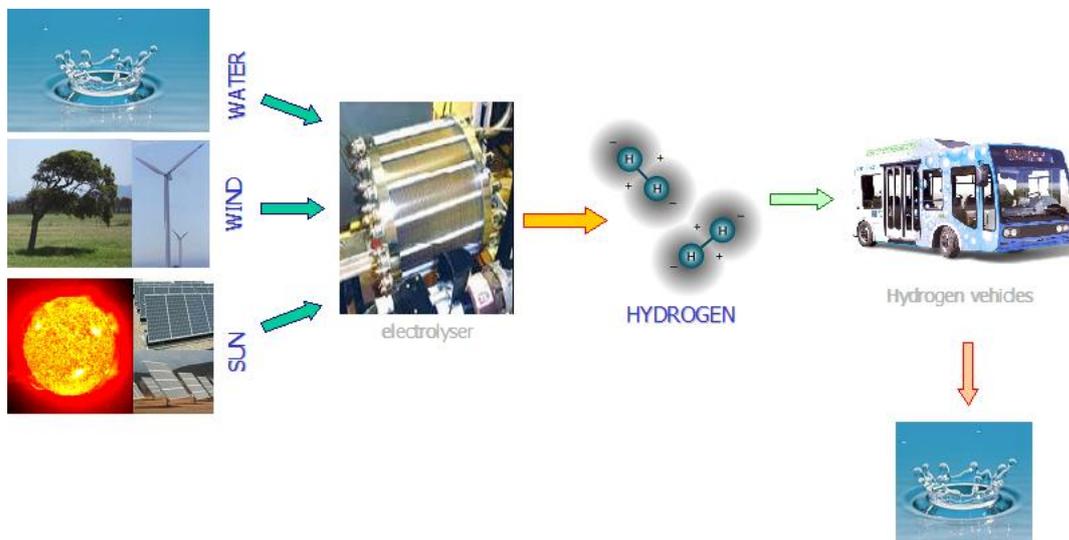


Figura 1: ciclo energético del proyecto

2. La instalación de suministro de combustible.

Hidrogenera EXPO es el nombre popular con el que ha sido bautizada la instalación de suministro de hidrógeno que dará servicio a los vehículos. Esta “gasolinera” de hidrógeno, ubicada en una parcela de servicios del barrio de Valdespartera, es la primera instalación pública de este tipo y la única que estará en funcionamiento en España el verano de 2008. Además, tiene la peculiaridad de que es capaz de generar in-situ el propio hidrógeno, no siendo necesario el transporte del combustible por carretera, como ocurre en el resto de los hidrocarburos que mueven los vehículos convencionales.

El funcionamiento de la hidrogenera, se puede dividir en varias fases o etapas perfectamente diferenciadas. En la primera etapa se realiza la producción de hidrógeno, mediante un proceso de electrólisis de agua. El sistema tomará agua desionizada obtenida a través de un desmineralizador que eliminará las impurezas del agua suministrada de red. Este agua pasará al electrolizador, el cual mediante la aplicación de una corriente eléctrica producirá la disociación de la molécula de agua en sus dos componentes, hidrógeno y oxígeno, de acuerdo a las siguientes reacciones químicas:

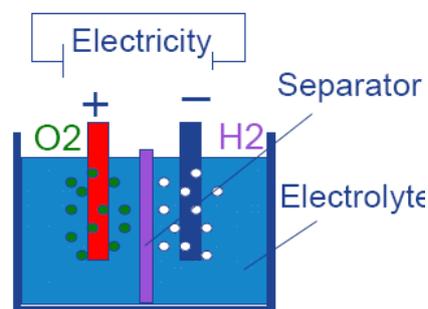
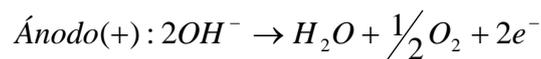
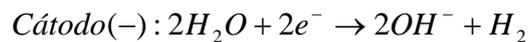


Figura 2: esquema de un electrolizador alcalino

El presente electrolizador alcalino, utiliza una disolución de potasa como electrolito y es capaz de generar un máximo de 12Nm³/h de hidrógeno con una pureza del 99,5% a una presión de salida de 8 bar. El sistema está diseñado para un funcionamiento continuo, por lo que la capacidad máxima de generación diaria es de aproximadamente 25 kg de hidrógeno.

El uso de hidrógeno como materia prima en las pilas de combustible, exige una pureza mucho mayor de la que se obtiene directamente de la salida del electrolizador, por lo que se ha dispuesto una unidad de purificación del gas, que obtiene un hidrógeno de alta pureza (99,9995%) con un contenido máximo de oxígeno de 5 ppm.

En el caso de que la producción de hidrógeno en el proceso de electrólisis no sea suficiente para satisfacer la demanda o por una avería del electrolizador, se dispondrá de la posibilidad de suministro externo mediante plataformas de botellas de hidrógeno a 200 bar, constituyendo un excelente almacenamiento de respaldo.

El hidrógeno producido en el proceso de electrólisis será comprimido mediante un compresor de membrana de dos etapas, elevando la presión de salida del electrolizador

hasta la presión de almacenaje diseñada a 420 bar. El compresor se conectará automáticamente cuando la presión del sistema de almacenaje baje del punto de consigna y se parará cuando el almacenamiento se encuentre lleno. El almacenaje se realizará mediante bloques de botellas a alta presión estimando una capacidad máxima de almacenamiento de unos 56kg de hidrógeno.

El suministro a los vehículos se realizará a través de un surtidor especial para el suministro de hidrógeno y se dispensará a dos presiones diferentes: 200 bar y 350 bar. La razón por la que se dispone de esta dualidad, es para poder servir combustible a diferentes tipos de tecnología de vehículos que se concentrarán durante los meses de la Expo. El sistema ha sido dimensionado para suministrar hidrógeno a una flota de entre tres y cuatro autobuses, de forma que pueda realizarse diariamente el repostaje de todos ellos de acuerdo a los horarios de carga y descarga de las botellas de almacenamiento.

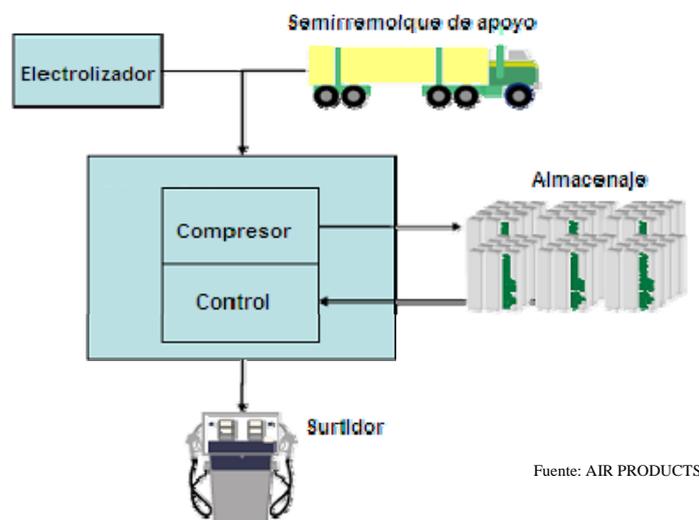


Figura 3: esquema básico de la hidrogenera

Cada una de las etapas mencionadas se realizará en el interior del establecimiento en donde, se dispondrán de los sistemas de control y seguridad mínimos exigibles para un correcto funcionamiento y adecuada operación.

3. Los vehículos

Dentro del apartado de vehículos, el objetivo del proyecto es doble. Por un lado disponer de una pequeña flota de vehículos que permanezca estable en la ciudad, dando servicio a la misma y consumiendo hidrógeno de la hidrogenera. Por otro lado, aprovechar la Exposición para congrega una plantilla lo más extensa y variada posible de diferentes vehículos de hidrógeno, demostrando la funcionalidad de los mismos y su implantación al mismo nivel que los habituales vehículos de motorizaciones estándar.

La realidad del sector de los vehículos de hidrógeno es un tanto virtual. Si bien a nivel internacional se pueden encontrar diferentes posibilidades, no todas ellas se encuentran en un grado de madurez suficientemente adecuado. La mayoría de los pocos vehículos que se presentan son prototipos o están en fase de pruebas, no siendo posible su adquisición. Por otro lado, las escasas opciones que quedan como posibilidad real de adquisición tienen unos elevadísimos precios que impiden la creación de una flota lo suficientemente numerosa y variada. Ante esta situación, el resultado ha sido la adquisición de algunos vehículos

como flota propia, y de la firma de convenios de cesión de otros vehículos, aunque todos ellos, obviamente, movidos mediante hidrógeno.

La flota propia contará con la presencia de tres minibuses con capacidad para 22 personas y una autonomía de unos 200 km. Se trata de unos vehículos de reducido tamaño, menos de 6 metros de longitud, por lo que disponen de una amplia movilidad por zonas pequeñas. Está previsto que estos vehículos funcionen durante la Exposición realizando desplazamientos especiales para circulación interna y posteriormente, serán ellos los que queden en Zaragoza para el disfrute de la ciudad durante los próximos años.

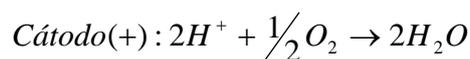
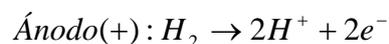
Además de estos vehículos se dispondrá también de otro modelo de autobús de gran capacidad, habilitado para transportar más de 100 personas y con una autonomía de unos 400 km, así como de varias unidades de vehículos monoplaza como scooters y bicicletas, también de hidrógeno.



Fotografía 1: parque de vehículos de pila de combustible

Si bien no es la única tecnología disponible para el uso de hidrógeno en los vehículos, todos los vehículos presentes en el proyecto EXPO, corresponden a modelos alimentados con una pila de combustible, directa o junto con baterías de apoyo, las cuales se recargan únicamente con la electricidad generada por la propia pila en los momentos de menor sollicitación de potencia.

El proceso de obtención de electricidad en una pila de combustible, es el inverso de la electrólisis. En él, mediante el hidrógeno almacenado en los depósitos y el oxígeno presente en el aire, se combina para volver a formar la molécula de agua, generando un potencial eléctrico que es utilizado para alimentar los motores eléctricos. Este proceso, para una pila de combustible tipo PEM, responde a las siguientes reacciones químicas:



Con esta tecnología, el único residuo generado por los vehículos es el vapor de agua resultante de la conversión química, no existiendo ningún tipo de contaminación posible. Si además podemos obtener el hidrógeno de combustible generado a partir de electrólisis de agua mediante energías renovables, podemos asegurara que todo el proceso está libre de cualquier emisión contaminante siendo cien por cien sostenible.

4. Los retos del proyecto.

La gestión de un proyecto de estas características, con un desarrollo técnico tan innovador, de tan escasa implantación y con un plazo tan ajustado y totalmente inampliable ha supuesto un reto ya solo por la propia gestión de los trabajos y diferentes agentes implicados.

Uno de los obstáculos más importantes de esta parte del proyecto, ha sido todo lo referente a la tramitación de los pertinentes permisos y licencias, así como la normativa aplicable a este tipo de instalaciones. Actualmente no existe en España normativa en vigor para hidrogenas, y ha sido necesario coordinar tanto con el Ayuntamiento como con el Gobierno de Aragón, la normativa aplicable y las medidas de seguridad de diferente índole con las que dotar a la presente instalación.

La solución a este problema se ha obtenido adaptando toda la normativa referente a instalaciones relacionadas con la presente instalación, en todo o en parte, considerando las condiciones más restrictivas de cada una de ellas de cara a la máxima seguridad. Según esto, la instalación cumple con todos los requisitos indicados en los principales reglamentos industriales como el de Protección Contra Incendios, el del Almacenamiento de Productos Químicos, el Electrotécnico de Baja Tensión o el de Aparatos a Presión entre otros. La aplicación de todos estos reglamentos ha derivado en una instalación con un equipamiento de seguridad como pocas instalaciones poseen.

Otro tema que realmente ha supuesto un reto son los plazos en los que se ha desarrollado el proyecto. Si bien el proyecto comenzó a forjarse unos meses antes, el primer hito importante del proyecto fue la contratación de los proyectos y construcción de la hidrogenera, los cuales se firmaron en el mes de agosto de 2007, debiendo desarrollar el resto del proyecto descrito en un plazo inferior a un año. Los proyectos se finalizaron en noviembre de 2007 y las pertinentes licencias de obras y actividad se obtuvieron ya bien entrado el año 2008. Las obras de edificación y urbanización de los edificios donde se ubicarán los equipos finalizan este mes de abril, coincidiendo con el inicio del montaje de las instalaciones, que entrarán en fase de pruebas a mitad del mes de mayo, un mes antes del inicio de la Exposición.

Un aspecto que ha originado una complicación especial en la gestión de este proyecto ha sido el carácter público de la Sociedad Expoagua y su consiguiente obligatoriedad de realizar las contrataciones de acuerdo a la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. La aplicación de esta ley, es necesaria por la propia condición de EXPO y por la necesidad de un control estricto de todo el tema económico. Este condicionante ha causado unas complicaciones añadidas en la gestión y una rigidez en los plazos de las contrataciones que han hecho necesario un esfuerzo adicional en la gestión del proyecto. Todo lo anterior se complica aún más en un contexto técnico tan poco desarrollado como las tecnologías del hidrógeno, donde la ley de la oferta y la demanda no está suficientemente madura.

5. Conclusiones.

Como conclusión principal del proyecto, cabría destacar que, si bien se ha demostrado que las tecnologías del hidrógeno no solo son teóricamente viables sino factibles de implantar, hay que indicar que la realidad tangible no está tan avanzada como el estado del arte de la presente tecnología. Si bien es segura la implantación del hidrógeno como sustituto de los combustibles derivados del petróleo a medio o largo plazo, esta implantación debe comenzar por apoyos decididos por las administraciones de las iniciativas que impulsen estos proyectos independientes, los cuales se irán extendiendo, aumentando con ellos, tanto las infraestructuras como el conocimiento social del hidrógeno como vector energético.

El papel del profesional en Gestión de Proyectos en este tipo de proyectos es muy importante. Su carácter multidisciplinar y la experiencia en esta disciplina permite abordar el trabajo en su conjunto y llevar una dirección completa del mismo, tanto en su parte técnica, como en las tareas de gestión.

Referencias

Ochoa, J.R. *“Normativa y Reglamentación de seguridad en materia de Hidrógeno”* Diploma de Especialización en Tecnologías de Hidrógeno, Univ. de Zaragoza, 2008.

Plan Director del Hidrogeno en Aragón, Gobierno de Aragón. 2007.

Zabalza, I. Valero, A. Scarpellini, S., *“Hidrógeno y Pilas de Combustible”*, Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón. 2005.

Fuel Cells Handbook, 7th edition, Department of Energy, DOE, US. 2004

Ponencias. *3er Encuentro Sectorial del Hidrógeno y las Pilas de Combustible. Santiago de Compostela. Noviembre de 2007* www.pmH2.com

Bossel, U.; *Does a Hydrogen Economy Make Sense?*. Proceedings of the IEEE, Volume 94, Issue 10, Oct. 2006 Page(s):1826 - 1837

Pool, R.; *Pump up the gas [hydrogen storage for transport applications]*. Power Engineer. Volume 19, Issue 1, Feb.-March 2005 Page(s):18 - 21

T-Raissi, A.; Block, D.L.; *Hydrogen: automotive fuel of the future*. Power and Energy Magazine, IEEE Volume 2, Issue 6, Nov.-Dec. 2004 Page(s):40 - 45

www.airproducts.com

www.hydrogenics.com

www.ajusa.com

www.vanhool.be

Correspondencia (Para más información contacte con):

Pedro Montaner Izcue.

IDOM.

Phone: +34 976 561 536

E-mail: pmi@idom.com