



Expectativas de creación de empleo en hidrógeno y pilas de combustible en España

NOVIEMBRE 2013

PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA
DEL HIDRÓGENO Y DE LAS PILAS DE COMBUSTIBLE



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



Índice de contenidos

1. Resumen ejecutivo	3
2. Antecedentes/ Situación actual	8
<i>¿Por qué impulsar la implantación de las tecnologías del hidrógeno en España?</i>	8
<i>¿Cuál es la situación en España comparada con los países líderes en tecnologías del hidrógeno? ¿Qué futuro se le plantea al sector español?</i>	11
3. Mercado internacional del sector del hidrógeno y de las pilas de combustible	13
<i>Datos de 2011 y evolución.</i>	13
<i>Previsiones de mercado</i>	16
4. Análisis de la situación actual en España	19
4.1 <i>Identificación de barreras</i>	19
4.2 <i>Detección de oportunidades</i>	22
4.3 <i>¿Quién trabaja actualmente en las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible en España?</i>	24
5. Identificación de nichos de mercado	26
5.0 <i>Aspectos comunes al sector en general</i>	32
5.1 <i>Identificación de nichos de mercado para el subsector de Producción de Hidrógeno</i>	32
5.2 <i>Identificación de nichos de mercado para el subsector de Almacenamiento y Distribución de Hidrógeno</i>	33
5.3 <i>Identificación de nichos de mercado para el subsector de Transporte: Vehículos e Infraestructuras</i>	33
5.4 <i>Identificación de nichos de mercado para el subsector de Usos del Hidrógeno</i>	34
6. Posibilidades para la economía española	36
6.1 <i>Estimaciones de empleo para España</i>	38
6.2 <i>Impacto sobre otros sectores</i>	44
6.3 <i>Impacto sobre exportaciones e importaciones</i>	44
7. Beneficios ambientales	47
8. Beneficios indirectos de la generalización del hidrógeno	50
9. Glosario de términos	52
10. Acrónimos y abreviaciones	53
11. Documentos citados	54
12. Bibliografía relacionada de la PTE HPC	55

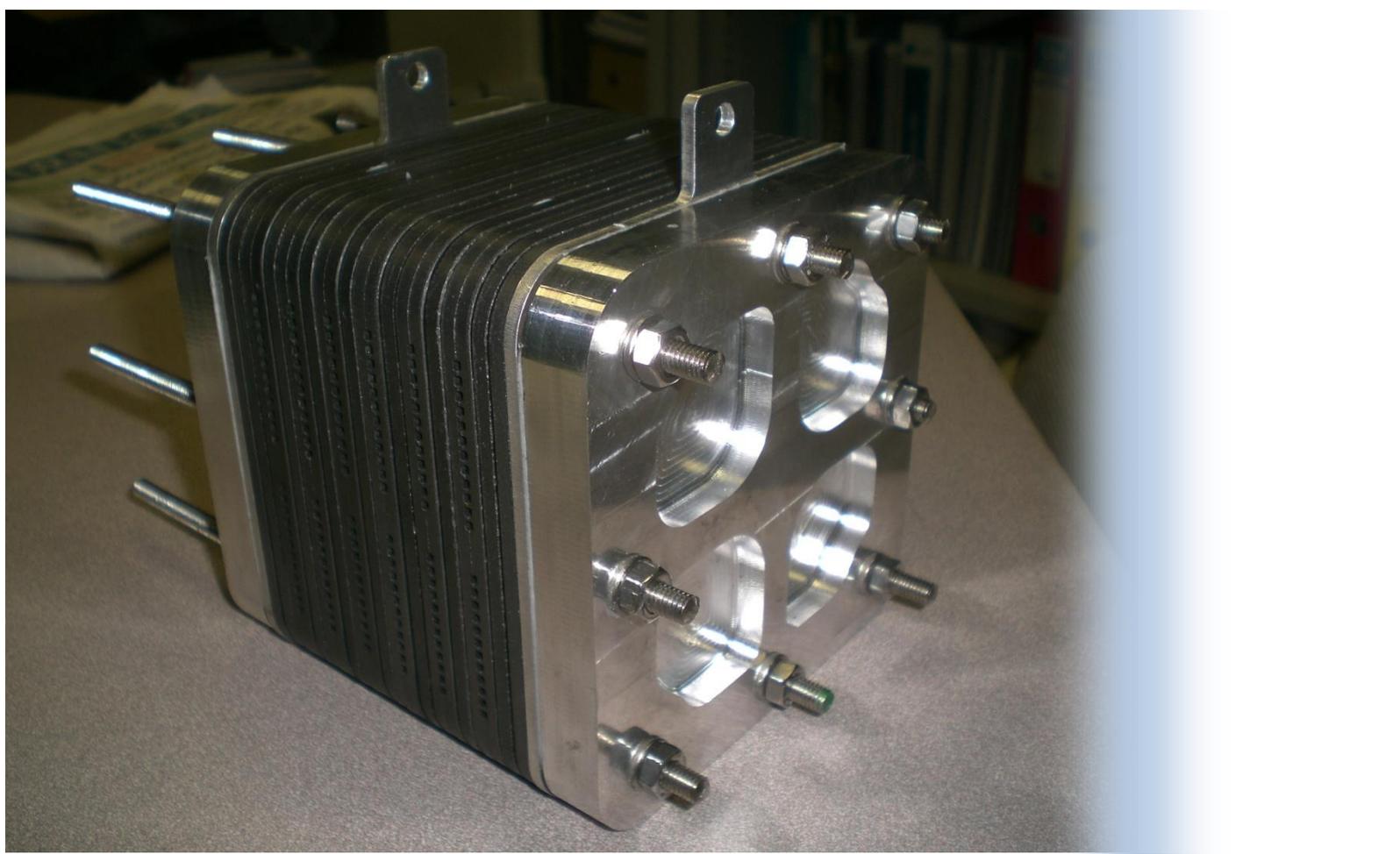




“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



PRÓLOGO



Proyecto con nº de referencia INF-2011-0086-120000

Asociación Española del Hidrógeno
Secretaría Técnica de la PTE HPC



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



En contraste con el impacto de la crisis mundial en las tecnologías energéticas que hoy más se comercializan, se puede afirmar con certeza que estamos viviendo un cambio de enorme trascendencia para la transición hacia una economía del hidrógeno, tanto a nivel mundial como, en concreto, en el ámbito europeo. Varios son los acontecimientos acaecidos en estos últimos años, en particular los relacionados con el despliegue de los vehículos propulsados por hidrógeno y de sus infraestructuras, que nos llevan a la afirmación anterior:



- *Varios fabricantes de automóviles como **Toyota, Honda, General Motors o Hyundai han confirmado el inicio de la comercialización de vehículos de hidrógeno en 2015.***
- *Países como Alemania, Francia o Reino Unido trabajan activamente en su estrategia para el despliegue del hidrógeno como combustible para el transporte.*
- *Alemania trabaja en el despliegue de **400 estaciones de servicio** de hidrógeno.*
- *Los Gobiernos de Noruega, Suecia, Dinamarca e Islandia han alcanzado un acuerdo con cuatro grandes fabricantes de vehículos (Honda, Toyota, Hyundai y Nissan) para crear una red de hidrogeneras antes de 2017.*

Además, no hay que olvidar que detrás del sector del hidrógeno y de las pilas de combustible existe ya un gran mercado competitivo, con cifras de negocio que van creciendo anualmente a un ritmo impresionante. En este sentido me gustaría citar como dato destacable en EEUU el interesante nicho de mercado de las carretillas elevadoras eléctricas alimentadas con hidrógeno, con una cifra de negocio global que va a ser de más de 2.000 millones de dólares en 2013, creciendo anualmente en torno al 25-30%.

La posición de España respecto al futuro mercado de las tecnologías del hidrógeno se considera muy favorable, debido a la gran capacidad que tiene España en el sector de las energías renovables y en fabricación de automóviles y sus componentes. No obstante existen todavía algunas barreras, sobre todo económicas e institucionales: se necesitan economías de escala así como un importante apoyo público y político (tanto en la promoción de infraestructuras como en los desarrollos tecnológicos en I+D+i).

El presente documento **“Expectativas de creación de empleo en hidrógeno y pilas de combustible en España”**, es fruto del trabajo realizado por los expertos miembros de la Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible (PTE HPC), en representación de todo el sector nacional con actividad en las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible. Las conclusiones suponen un punto clave de partida para informar a toda la sociedad de la importancia que pueden tener los avances y el desarrollo del sector del hidrógeno y de las pilas de combustible, así como el efecto que tendrá en el empleo el posicionamiento que tome España en este sector, que podrá ser decisivo para ayudar a impulsar la economía nacional.

Antonio González García-Conde
Presidente de la PTE HPC





1. Resumen ejecutivo

Muchos gobiernos y empresas consideran que la tecnología del hidrógeno y de las pilas de combustible va a protagonizar un cambio drástico, tanto energético como económico: permitirá eficiencias muy superiores a las actuales, se reducirán las emisiones contaminantes, y se facilitará el uso de fuentes de energía renovable. El discurso sobre **"el hidrógeno como combustible del futuro"** se difunde desde hace décadas, pero los espectaculares avances tanto técnicos como de reducción de costes y de aumento de cifras de negocio de los últimos años permite afirmar que el inicio del cambio es inminente: en EEUU se registran tantas patentes sobre esta tecnología como sobre la suma de todas las demás tecnologías limpias (renovables y vehículo híbrido/eléctrico), y la cifra de negocios global va a ser ya de más de 2.000 millones de dólares en 2013, son 200 MW, más de 100.000 equipos, creciendo anualmente en torno al 25-30%.

Este documento ha sido elaborado por la **Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible (PTE HPC)**, en representación del sector nacional con actividad en estas tecnologías, para informar de la importancia que pueden tener estos avances sobre la economía nacional y en particular sobre el empleo.

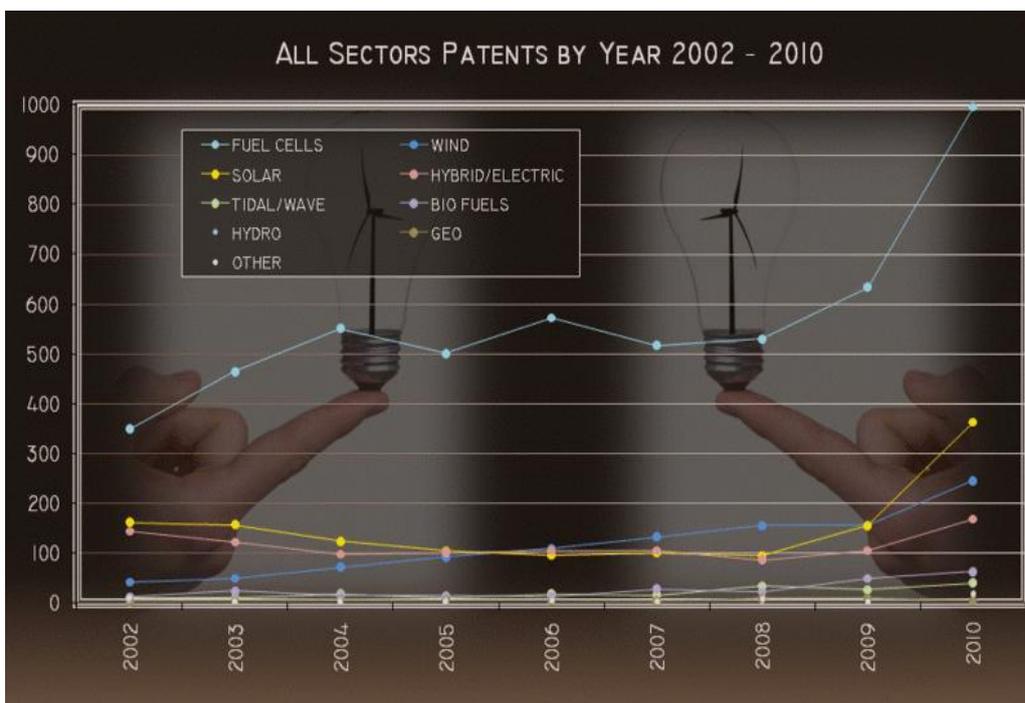


Figura 1. Índice de crecimiento de las patentes registradas en varios sectores tecnológicos energéticos por año en EEUU. Fuente: CLEAN ENERGY PATENT GROWTH INDEX (CEPGI)-2011. Year in Review. CleanTech Group- Heslin Rothenberg Farley & Mesiti P.C.

Las estimaciones se basan en datos estadísticos del ámbito español y en estudios específicos sobre los impactos futuros de los sistemas de hidrógeno financiados por la Unión Europea, realizados por el Departamento de Energía de Estados Unidos, y otros.

Necesariamente la cuantificación se basa en estimaciones que conllevan un cierto grado de incertidumbre, pero el escenario puede afectar tanto a la economía española que no parece sensato no considerar las consecuencias para el empleo en España: con las medidas de apoyo



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

adecuadas se podrían crear en España más de 200.000 puestos de trabajo, mientras que podríamos sufrir la pérdida de más de 800.000 empleos en 2035 si las decisiones en el corto plazo no son las correctas.

La ganancia en el empleo se produciría sobre todo en el sector energético y en nuevos sectores emergentes, mientras que la severidad del efecto negativo tiene que ver con la gran implantación del sector del automóvil en España: se considera que el automóvil con pila de combustible será la primera gran aplicación del hidrógeno en desarrollarse, y los empleos de hoy correrían serio peligro si el sector no se renovara adecuadamente.

Los primeros coches con pila de combustible van a llegar al mercado en 2015 (General Motors, Honda, Hyundai, Toyota, Daimler...), y la Unión Europea ya trabaja en una directiva que supondrá la obligatoriedad del despliegue de una red de estaciones de repostaje de hidrógeno cada 300 km antes de 2020.

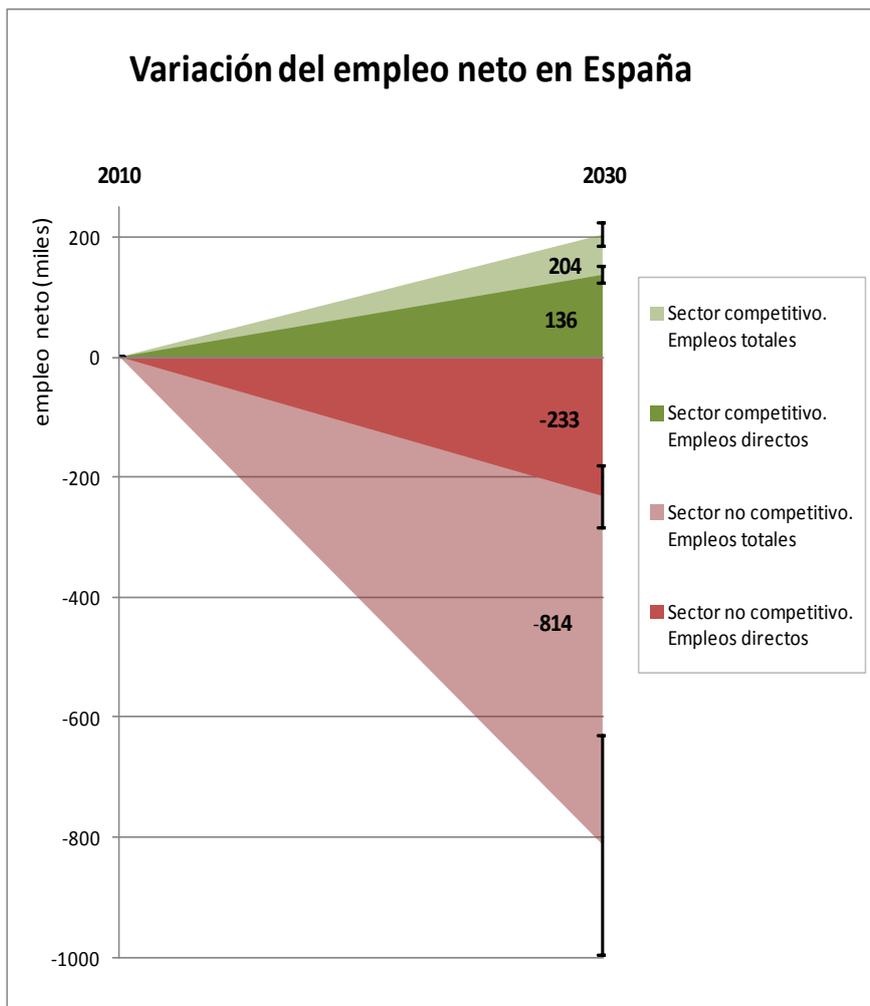


Figura 2. Variación del empleo neto en España según el grado de éxito en la implementación nacional de las tecnologías del hidrógeno. Fuente: Elaboración propia.

El gran calado de semejante cambio de modelo hace necesaria la total implicación de todos y cada uno de los agentes implicados, pero es especialmente importante un gran compromiso político. Así lo han entendido Administraciones de otros países como EEUU, Canadá, Japón, Corea del Sur, Alemania o el Reino Unido, entre otros, que además de allanar el camino en cuanto a legislación y regulación, encabezan y financian intensas iniciativas de despliegue de las infraestructuras necesarias para la implantación del hidrógeno.





“EXPECTATIVAS DE
CREACIÓN DE EMPLEO
EN HIDRÓGENO Y PILAS DE
COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



ANTECEDENTES





“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

2. Antecedentes/ Situación actual

El hidrógeno es un vector energético versátil y no contaminante. Al igual que la electricidad, se puede obtener de diversas fuentes, siendo un complemento muy interesante para las energías renovables intermitentes que requieren un sistema de almacenamiento limpio y eficiente. A partir del hidrógeno se puede obtener energía eléctrica, mecánica o calorífica con altos rendimientos y nulas emisiones de CO₂, su aprovechamiento favorece la seguridad de suministro por su diversidad de fuentes y permite nuevas oportunidades económicas para Europa en la economía mundial.

Estas cualidades, junto con la necesidad de reducción de emisiones de CO₂ y el aumento de la cuota de consumo energético del sector transporte mundial, promueven al hidrógeno como un combustible alternativo muy interesante.

Pero la transición no será fácil: la introducción del hidrógeno en el sistema energético no puede suceder de manera total e inmediata, ya que existen todavía importantes barreras económicas, tecnológicas e institucionales que superar. Esto va a suponer que habrá países “de primera fila” que concentrarán las mejores oportunidades económicas por disponer de infraestructuras y capacidades adecuadas.

La posición de España respecto al futuro mercado de las tecnologías del hidrógeno se considera muy favorable, debido entre otras causas a su gran capacidad en el área de las energías renovables. No obstante, su éxito dependerá del comportamiento del sector y del apoyo público con el que cuente: se considera fundamental el apoyo político, tanto en la promoción de infraestructuras como en la compra pública innovadora, en los desarrollos tecnológicos en I+D, así como mediante las acciones de demostración, para ir concienciando a los distintos sectores y a la sociedad en general.

¿Por qué impulsar la implantación de las tecnologías del hidrógeno en España?

- ▶ Las ventajas del hidrógeno en materias como la **mayor eficiencia energética**, la seguridad de suministro y las emisiones son evidentes, siendo argumentos que por sí solos justifican el apoyo político, pero que no “financian” la inversión necesaria para la introducción de esta tecnología.
- ▶ Sería necesario incrementar la **concienciación social sobre el hidrógeno y las pilas de combustible**, a la vez que se aumenta el conocimiento de la tecnología por parte de las empresas, posibles usuarias y suministradoras de la misma. Esta tarea de divulgación y concienciación debe hacerse desde todos los agentes del sector aunque ganará en credibilidad si existe apoyo de organismos oficiales enfocados al bienestar social.
- ▶ Con el esfuerzo adecuado, España **tiene posibilidades de alcanzar un papel de liderazgo en el mercado** de estas tecnologías, particularmente, en producción de hidrógeno y





“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

en electrolizadores, así como en componentes para las pilas de combustible y los nuevos vehículos que las incorporan.

► **Impacto en el crecimiento económico y en el empleo:** La introducción de estas tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible en el sistema energético mundial afectará a la economía europea, y en particular a parámetros como el empleo, el PIB y el balance de costes de esta tecnología con respecto a las tradicionales. El mayor efecto directo sobre el empleo se verá en la industria del automóvil, y en una menor proporción en el sector de maquinaria y equipos. Si la industria del automóvil de hidrógeno se estableciera firmemente en España, podrían crearse más de 200.000 nuevos puestos de trabajo para 2030. Si, por el contrario, nuestro país se quedara atrás y esta industria redujera o suprimiera su actividad, la pérdida de empleo podría superar ampliamente el medio millón de puestos. Por tanto, la transición hacia el hidrógeno ofrece una oportunidad económica para fortalecer la posición de España en la fabricación de vehículos y equipos energéticos, pero en el caso de que España no mantuviera su posición en el mercado del automóvil mundial este crecimiento económico se volvería negativo.

► **Otros países industrializados y en desarrollo ya tienen un plan específico** para fomentar esta tecnología, pues uno de los principales obstáculos para su desarrollo es la paradoja de que si no existe producción no habrá consumo y viceversa. Planes públicos que incluyen inversiones definidas y vinculantes hacen que otras entidades privadas se muestren más dispuestas a invertir y así alcanzar un umbral mínimo que supere este bloqueo.

En países como España, con un importante sector de fabricación de vehículos y componentes de automoción, se presenta un dilema: tomar partido, con inversiones arriesgadas en nuevas tecnologías que le permitan entrar a tiempo en el mercado de vehículos de hidrógeno y mantener las exportaciones en el sector, o bien no hacerlo, perdiendo así la oportunidad de entrar en el mercado a tiempo.

Muchos fabricantes de automóviles han decidido que en el año 2015 iniciarán la producción de pequeñas series de vehículos eléctricos de pila de combustible (FCEV, *Fuel Cell Electric Vehicles*). Para que estos vehículos se puedan utilizar en un determinado país es necesaria la existencia de una infraestructura de repostaje de hidrógeno, estaciones de servicio también conocidas como “hidrogeneras”. Algunos países, entre los que se encuentran EE.UU., Japón, Alemania, Reino Unido, Francia o Dinamarca disponen de programas de apoyo al desarrollo de la tecnología



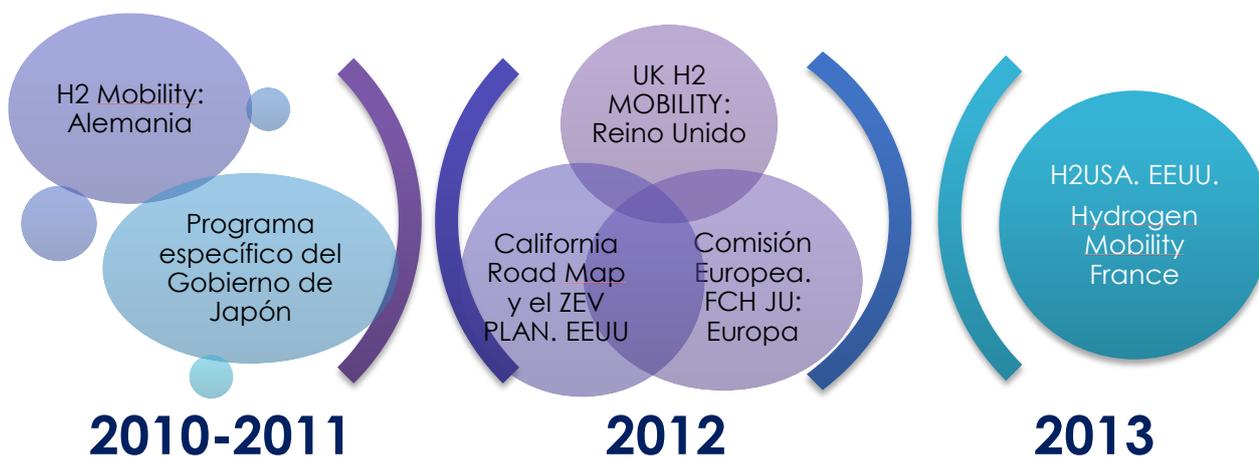


“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

y la industria del sector hidrógeno y pilas de combustible. Hay que señalar que la mayoría de estos programas están enfocados al desarrollo e implantación de una infraestructura de estaciones de servicio de hidrógeno, cuyo objetivo es, sin lugar a dudas, crear un ambiente económico favorable para la apuesta por el vehículo de pila de combustible. Así, durante 2015-2020, periodo en el que se prevé comience la fase de pre-comercialización de los FCEV, dichos países estarán preparados para la utilización de los FCEV; del mismo modo es importante destacar que los números de empleo relacionados con el sector transporte relacionado con hidrógeno se verán incrementados.

Los diferentes países que ya son punteros en el desarrollo de estas tecnologías están llevando a cabo planes para implantar el vehículo de pila de combustible y una infraestructura de estaciones de servicio de hidrógeno. Estos planes están orientados a medio y largo plazo, con el objetivo de que el desarrollo comercial de las tecnologías arranque en 2015 y que posteriormente estén asentadas entre 2025 y 2030. La industria automovilística está acompañando a estos planes: todos los fabricantes están aliándose para tener desarrollado un modelo comercial de vehículo en 2015. En particular empresas como Hyundai ya han avanzado de manera importante la inclusión en sus líneas de producción del vehículo de pila de combustible.

Todas estas iniciativas tanto estatales como de la industria son un motor para crear puestos de trabajo relacionados con las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible, y una oportunidad para los países promotores de ser líderes de una industria de futuro. A continuación se citan las diferentes iniciativas y/o planes de financiación y desarrollo por países (para más información consultar el Anexo 1):



Otras iniciativas:

- ▶ Programa específico del Gobierno de Corea.
- ▶ Plan energético del Gobierno de Dinamarca





“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



¿Cuál es la situación en España comparada con los países líderes en tecnologías del hidrógeno? ¿Qué futuro se le plantea al sector español?

En España no existe ningún programa específico de apoyo al desarrollo de la tecnología y la industria del sector hidrógeno y pilas de combustible, y por lo tanto tampoco existe un plan de implantación de los FCEVs ni de desarrollo de hidrogeneras. Si esta situación no cambia y, como está planificado, en 2015 los vehículos de pila de combustible son ya una realidad, esos vehículos sólo podrán ser utilizados en unas zonas muy limitadas de nuestro país (actualmente en España existen solo 5 hidrogeneras operativas: Huesca, Zaragoza, Sevilla, Albacete y Soria).

Por otra parte son muy pocas en el mundo las empresas con tecnología disponible para la implantación y puesta en marcha de hidrogeneras, estando actualmente centradas en los países anteriormente mencionados, cumpliendo sus planes de infraestructuras. Por lo tanto, cuando España tome la decisión de crear su propia red de hidrogeneras podría, si lo hace tarde, no disponer de empresas españolas con tecnología adecuada.

Aunque España es un país importante en Europa en cuanto a número de vehículos fabricados, los centros de decisión están fuera de nuestro país. Por lo tanto la tecnología de los FCEV se está desarrollando fuera de nuestras fronteras.

El despliegue de las estaciones de servicio de hidrógeno podría estar más cercano para los países miembros de la CE. **El 24 de enero de 2013 la Unión Europea lanzaba un borrador de directiva según el cual se exigirá la implementación de una red de hidrogeneras que permita la circulación de los vehículos de hidrógeno por toda Europa antes de que finalice el año 2020** (AeH2, 2013). Los puntos de repostaje de hidrógeno existentes, desarrollados como proyectos de demostración, deberán unificarse y complementarse con otros a fin de permitir la circulación de vehículos de hidrógeno a lo largo de cada territorio. Esto sentará las bases para la creación de una red europea para el transporte sostenible.

Según este borrador de directiva, España tendrá que planificar el despliegue de estaciones de servicio con hidrógeno por “imperativo legal”, que es condición imprescindible para que los vehículos puedan comercializarse. Nuestro país debería ver esta obligación como una oportunidad, y coordinar para ello a las administraciones con el sector.





“EXPECTATIVAS DE
CREACIÓN DE EMPLEO
EN HIDRÓGENO Y PILAS DE
COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



MERCADO INTERNACIONAL DEL SECTOR DEL HIDRÓGENO Y DE LAS PILAS DE COMBUSTIBLE





3. Mercado internacional del sector del hidrógeno y de las pilas de combustible

Datos de 2011 y evolución. (Fuel Cell Today 2012)

La **producción de pilas de combustible en 2011** (excluyendo los juguetes y kits educativos) fue de **24.600 unidades**, un **crecimiento del 39% respecto a 2010**, encabezado por el aumento en el sector estacionario. La potencia total comercializada anual superó los 100 MW por vez primera en esta industria.

La producción de pilas de combustible **para energía estacionaria** creció considerablemente de 2010 a 2011, en todas las categorías. En 2011 se produjeron 16.000 unidades y más de 81 MW, aumentando el 94% y 133%, respectivamente, respecto a 2010.

La producción **para aplicaciones de transporte** se redujo en casi un 40% desde 2010, hasta 1.600 unidades en 2011. Esto se debió a varios factores, incluyendo en 2010 un aumento en las implementaciones en autobuses de Asia y el lanzamiento de varias flotas de demostración de vehículos eléctricos de pila de combustible. Estas circunstancias no se repitieron en 2011.

La producción de **sistemas portátiles** se mantuvo estable entre 2010 y 2011, creciendo un 1,5%. La pequeña caída de las ventas en el sector de las APU (Unidades Auxiliares de Potencia), debido al consumo limitado en Europa, fue contrarrestada por los envíos de pequeños sistemas de pilas de combustible para aplicación como cargadores portátiles de electrónica.

A finales de 2011, 215 **estaciones de servicio de hidrógeno** estaban en funcionamiento en todo el mundo con doce nuevas estaciones ese año. Esas estaciones están ubicadas en Europa (85), Norteamérica (80), Asia Pacífico (47) y el resto del mundo (3).

Por regiones, Asia domina la industria de las pilas combustible en términos de unidades con 17.000 en 2011, el 69% del mercado global. América del Norte lideró los datos de 2011 en potencia, con 59,6 MW, poco más del 50% del total, seguida de Asia en segundo lugar con 36%.

La producción de pilas de combustible para energía estacionaria creció considerablemente de 2010 a 2011, en todas las categorías.

Por tipo de pila de combustible, la producción en el año 2011 fue dominada por PEMFC (83%), que se utiliza en la gama más amplia de los mercados a nivel mundial. En términos de megavatios, PEMFC cayó debido a los despliegues de aplicaciones en transporte más bajos; las MCFC, utilizadas en grandes instalaciones de energía

primaria, crecieron sustancialmente.

Las cifras de 2012 parecen dispararse respecto a la evolución anterior, quizá iniciando una nueva fase en estos mercados. A falta solo de datos confirmados para el último trimestre, **el citado informe vaticinaba que en 2012 las ventas anuales de sistemas de pilas de combustible se triplicarían**, hasta alcanzar un total de más de 78.000 unidades en todo el año, y los megavatios totales producidos o instalados crecerían en un 60%, hasta alrededor de 176 MW (ver Figura 1). A



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

falta de datos finales, el informe esperaba cerrar el año con aumentos en todas las categorías de aplicaciones.

El crecimiento más espectacular de ventas se produjo en el sector portátil con el lanzamiento comercial generalizado de los cargadores de pilas de combustible para la electrónica de consumo. Tres empresas tienen productos a la venta: el *Minipak* de Horizon Fuel Cell Technologies, el *PowerTrek* de myFC y el *AF-M3000* de Aquafairy. Esto se traduce en un **aumento de siete veces en las ventas**, de 6.900 unidades en 2011 a 50.500 unidades en 2012.

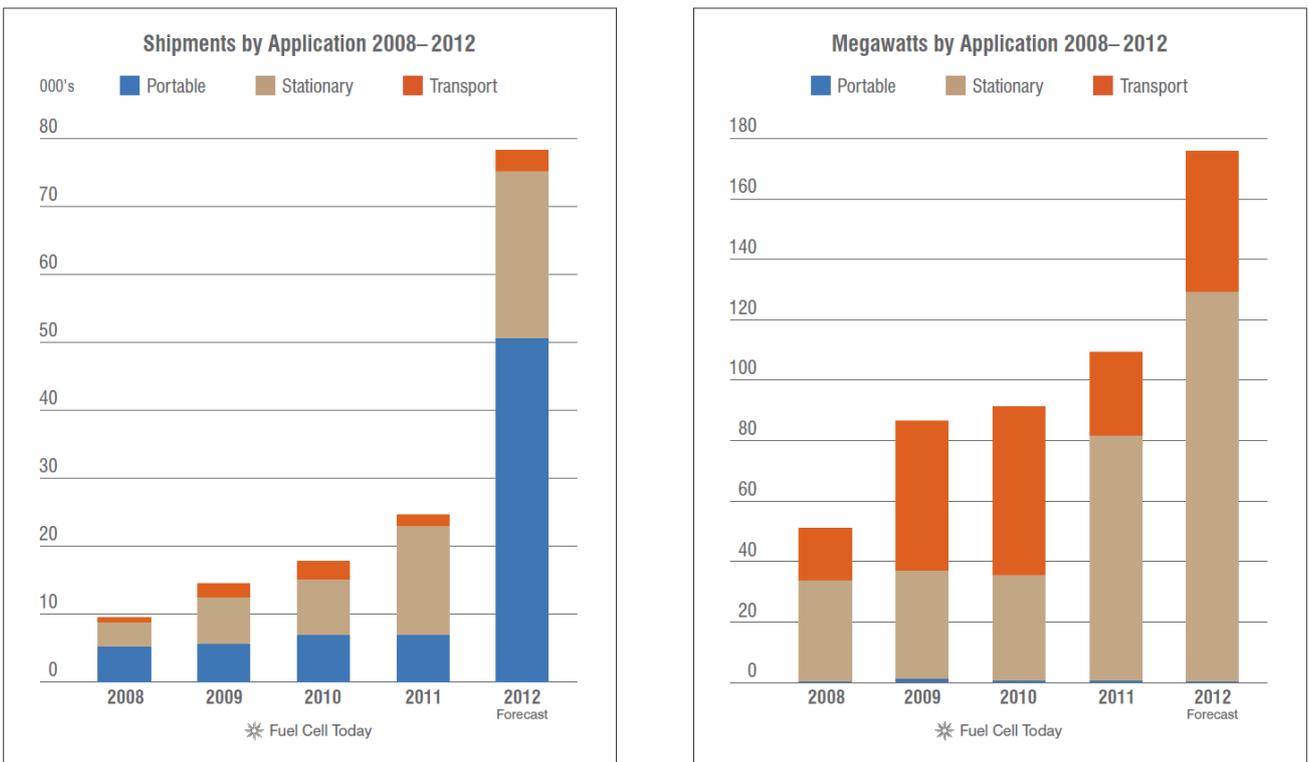


Figura 3. Unidades y megavatios totales de pilas de combustible por aplicaciones. (Fuel Cell Today, 2012)

El crecimiento de los **pequeños sistemas estacionarios** de pilas de combustible, particularmente Ene-Farm en Japón, también contribuirá a la producción en 2012, mientras que los despliegues de **grandes sistemas estacionarios en Corea del Sur** se espera que aumenten significativamente la cifra de megavatios anuales.

Las aplicaciones en el transporte se recuperaron en 2012 gracias a los modestos aumentos de ventas en pilas de combustible para vehículos, autobuses y transporte en general, pero principalmente debido **al aumento del doble de ventas en carretillas elevadoras de pila de combustible** en América del Norte. La rentabilidad de la sustitución de la tecnología de batería por las pilas de combustible también ha sido estudiada por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL) estadounidense, que informó que la pila de combustible supone ahorros de costes significativos en gastos de personal, de mantenimiento, y de espacio.





En 2012 se construyeron nuevas estaciones de repostaje de hidrógeno para suministrar a los “mercados tempranos” que aparecen por el lanzamiento comercial de los vehículos eléctricos de pila de combustible. **Alemania, California y Japón** han anunciado planes para construir entre ellos más de **200 nuevas estaciones de suministro de hidrógeno antes de 2016**.

En el número de sistemas producidos en el año 2012 se produjo un aumento en todas las regiones, siendo los cargadores de pilas de combustible para electrónica portátil el principal protagonista en las ventas. Se espera que la potencia anual instalada aumente en todas las regiones, especialmente en Asia y Europa.

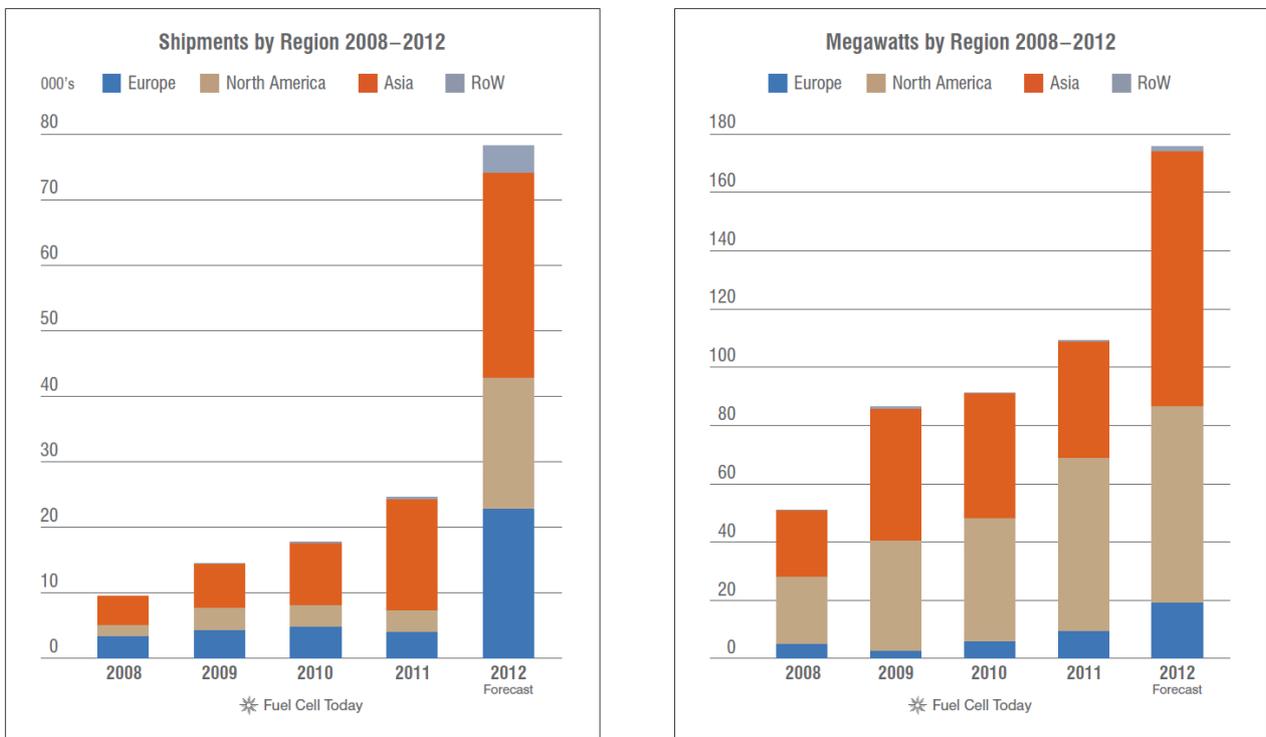


Figura 4. Unidades y megavatios totales de pilas de combustible por regiones. (Fuel Cell Today, 2012).

Las PEMFC siguieron siendo el tipo de pila de combustible dominante en las ventas en 2012, con crecimiento también en SOFC debido al aumento de su uso en aplicaciones de energía estacionarias. Los megavatios anuales de SOFC, MCFC y PAFC se incrementaron debido al crecimiento en el sector de gran energía estacionaria.



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

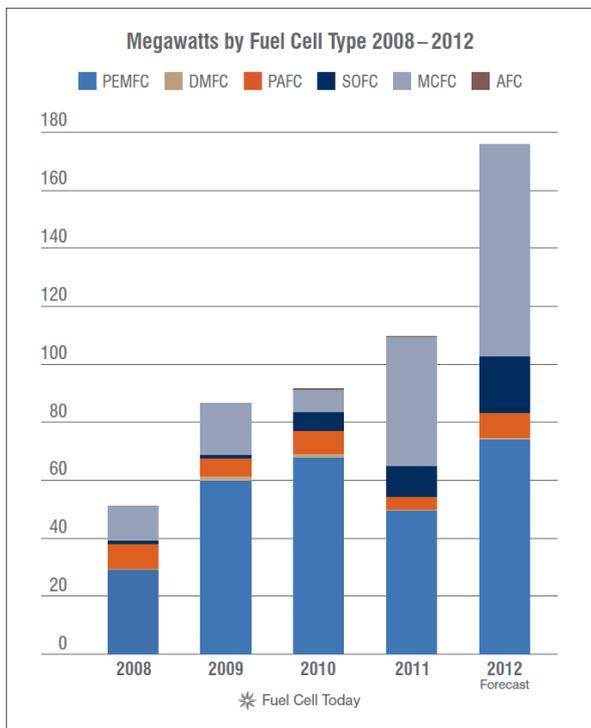
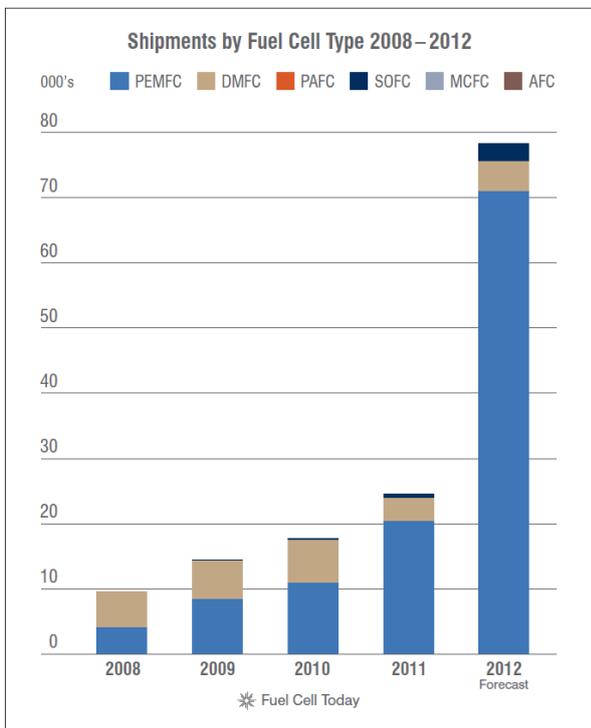


Figura 5. Unidades y megavatios totales de pilas de combustible por tecnología. (Fuel Cell Today, 2012).

Previsiones de mercado

Según los datos hasta 2012 y las previsiones para 2013 recientemente publicadas (Pike Research, 2012), cuyos datos han sido utilizados por el US DOE, la evolución de las ventas de pilas de combustible es espectacular, desde poco más de 500 M\$ en 2009 hasta más de 2.000 M\$ en 2013 (se cuadruplican en 4 años). Por aplicación, la mayor facturación está en las aplicaciones estacionarias, después en transporte, y por último la electrónica portátil.

La mitad de las patentes en energías limpias son de tecnologías de hidrógeno y pilas de combustible: mil patentes al año.

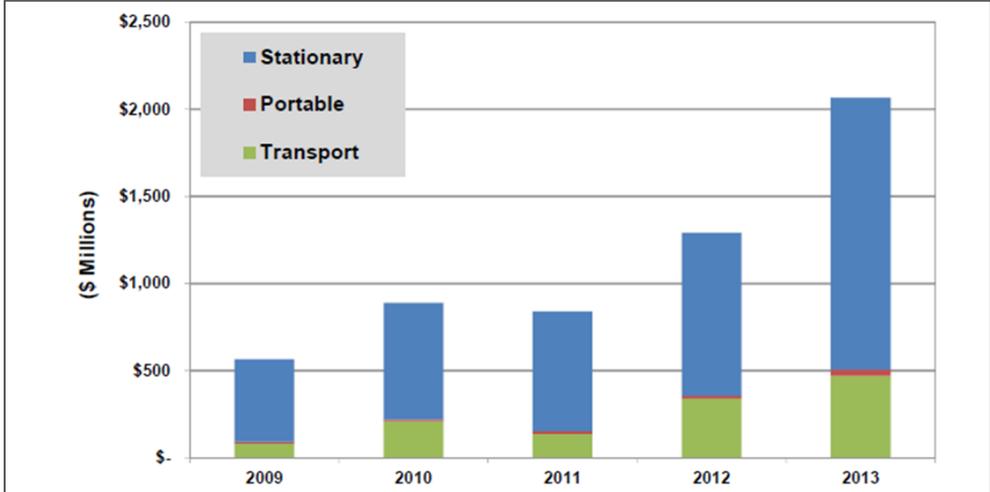


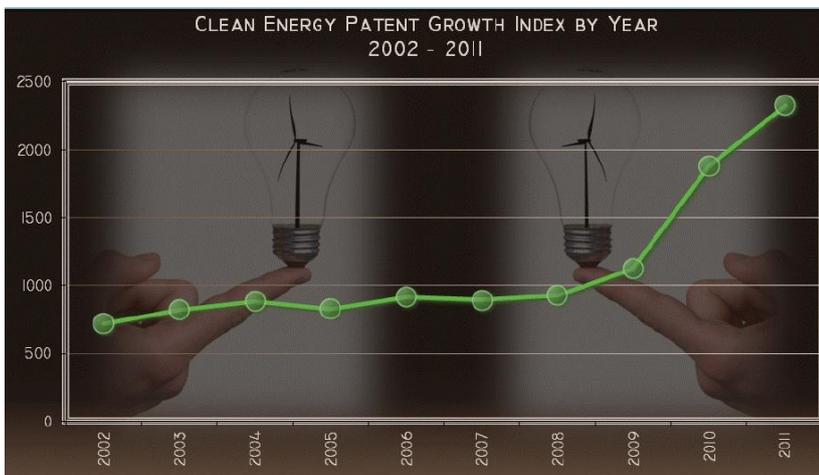
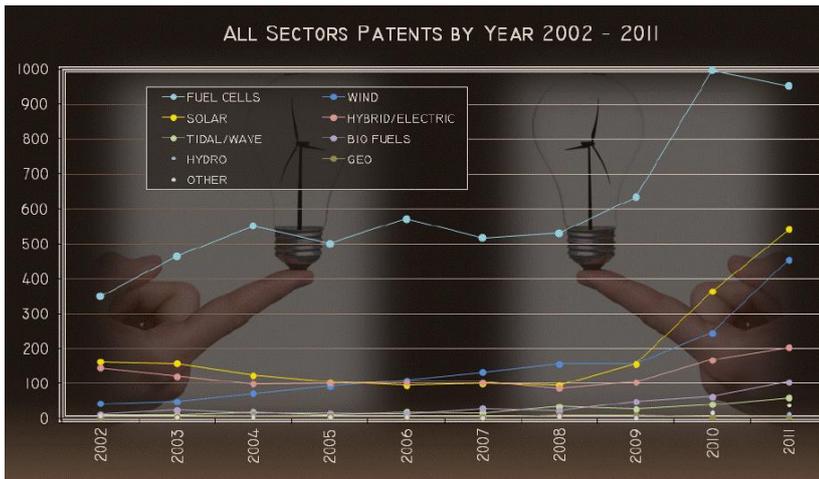
Figura 6. Facturación pilas de combustible por aplicaciones. (Pike Research, 2012).





“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

Según el estudio realizado por *Cleantech Group*, basado en datos de la oficina americana de patentes, se patentan ahora más de 2.000 invenciones al año en energías limpias, frente a las cerca de 1.000 de antes del año 2.009. Y de esas patentes, aproximadamente la mitad son de pilas de combustible. En EEUU se registran tantas patentes sobre esta tecnología como sobre la suma de todas las demás tecnologías limpias (renovables y vehículo híbrido/eléctrico).



Principales datos:

- La producción de pilas de combustible en 2011 (excluyendo los juguetes y kits educativos) fue de 24.600 unidades, un crecimiento del 39% respecto a 2010

- Asia domina la industria de las pilas combustible en términos de unidades con 17.000 en 2011, el 69% del mercado global

- Contamos con 215 estaciones de servicio de hidrógeno a nivel mundial.

- La producción en el año 2011 fue dominada por PEMFC (83%),

- En 2013 aproximadamente el 50% de las patentes de energías limpias son de pilas de combustible

Figura 7. Índice de crecimiento de las patentes registradas en varios sectores tecnológicos energéticos por año en EEUU. y Figura 8. Índice de crecimiento de las patentes en energía limpia por año. Fuente: CLEAN ENERGY PATENT GROWTH INDEX (CEPGI). Year in Review. CleanTech Group- Heslin Rothenberg Farley & Mesiti P.C.



“EXPECTATIVAS DE
CREACIÓN DE EMPLEO
EN HIDRÓGENO Y PILAS DE
COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL EN ESPAÑA





“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



4. Análisis de la situación actual en España

Este apartado muestra el estado actual del sector del hidrógeno y de las pilas de combustible en el contexto en el que España se encuentra.

Se describe de manera detallada, por una parte, cuales son las barreras y/o factores que frenan y dificultan el desarrollo del sector, y por otra parte, cuáles son las oportunidades que España debería aprovechar para conseguir un impulso y desarrollo de la tecnología, para avanzar hacia un liderazgo tecnológico y de competitividad en el sistema energético español y europeo, y particularmente para conseguir la generación de nuevos puestos de trabajo en España.

4.1 Identificación de barreras



Se consideran barreras a todos aquellos factores externos que frenan el desarrollo de una tecnología. Se han identificado y se recopilan a continuación algunas de las barreras que afectan al sector del hidrógeno y de las pilas de combustible en general, así como otras específicas por subsectores (identificadas según los grupos de trabajo de la PTE HPC):

4.1.0 Identificación de barreras para el sector en general

Sería **necesaria una clara implicación/apuesta política hacia el desarrollo de la tecnología**, igual que ocurre en otros países de la Unión Europea, que son ya punteros en esta tecnología. En España existe falta de apoyo por parte de las Administraciones, comparativamente a otros países (EEUU, Japón, Canadá, Alemania, etc.). *Sería necesaria la creación de un Plan Nacional de Implantación de Tecnologías del Hidrógeno y Pilas de Combustible en España similar al H2 Mobility de Alemania o al UK H2 Mobility de Reino Unido (promovido y liderado por el Ministro de Comercio).*

Necesidad de mayor conocimiento de la sociedad española del uso del H2 y en sus tecnologías. Incluyendo en los libros de texto los conocimientos básicos sobre las tecnologías de pilas de combustible e hidrógeno, planes educativos en los colegios y universidades para crear los profesionales del futuro. Así como desarrollo del mercado de kits educativos de hidrógeno como apoyo a las labores de difusión en Universidades e Institutos. El mercado actual de kits educativos de hidrógeno es de 200.000 unidades/año a nivel mundial.

Existe en España una **falta de actividad en el uso de mezclas de hidrógeno con gas natural**, destacando que actualmente se están llevando a cabo legislaciones que ponen trabas al uso de este tipo de mezclas. Cabe destacar la gran rentabilidad que tiene el uso del hidrógeno mezclado con gas natural (*Un claro ejemplo de este uso está en EEUU, donde se ha demostrado que se disminuyen mucho los costes y aumentan los beneficios ambientales. Un 5% de H2 en gas natural baja las emisiones de NOx en un 30%*).

En España no existe un mercado del hidrógeno energético amplio, abierto y ágil, que facilite nuevas instalaciones.



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

Gran dificultad de legalización de instalaciones, con el agravante de una gran disparidad de criterios y trámites según de qué lugar de España se trate. Dificultad para encontrar en España organismos de certificación de instalaciones de hidrógeno y por ende se generan problemas para certificar ante la administración.

Falta de recursos adecuados: un claro ejemplo de ello es el lento avance del Comité AENOR CTN 181 “Tecnologías del Hidrógeno” por **falta de apoyo público**.

- ✓ Necesidades de mejora en la estandarización de la composición del hidrógeno producido.
- ✓ Sería necesario trasladar la normativa de gases industriales a una normativa específica para uso del hidrógeno energético. Homologación de dicha normativa en todo el territorio europeo.
- ✓ **Costes de la tecnología muy elevados**, especialmente en las etapas iniciales.
- ✓ **Falta de capital público y privado** para la implantación de las instalaciones.
- ✓ Profundo desconocimiento de la tecnología por parte del “gran público”.
- ✓ Se considera que el papel de España es el de un rápido seguidor de los países líderes del mercado, pero parámetros como la poca inversión en I+D y la escasez de patentes no le permiten potenciar este liderazgo.

4.1.1 Identificación de barreras específicas para el subsector de Producción de hidrógeno

- ✓ **Falta de incentivos a aplicaciones de estabilización de red** (mediante tasas, tarifas, apoyo a proyectos piloto de iniciativa pública, etc.).
- ✓ **Necesidad de reducción de los costes de producción de H₂** para hacerlo competitivo con los combustibles

actuales. Este punto se mejorará cuando se produzca H₂ a gran escala.

- ✓ **Necesidad de mayores incentivos a los agricultores e industrias que generen biomasa para su recogida, almacenamiento y transporte.** Este tema es de especial importancia para aquella biomasa de origen vegetal (podas, paja, clareo de montes, etc.) que es aprovechable en procesos de gasificación y pirólisis.
- ✓ **Freno de incentivos a las energías renovables** (fotovoltaica, eólica...) por parte del Gobierno, que consecuentemente producirá un freno en el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno como medio de almacenamiento de energías renovables.

4.1.2 Identificación de barreras específicas para el subsector de Almacenamiento y Distribución de hidrógeno

- ✓ **Ausencia de normativa específica y estándares de certificación** para los materiales y sistemas de almacenamiento y distribución de hidrógeno.
- ✓ **Ausencia de incentivos** a aplicaciones de estabilización de red (tasas, tarifas...).
- ✓ **Escasez de redes industriales de hidrógeno.**
- ✓ **No existe una previsión de implantación de una red de hidrogeneras en España.**
- ✓ Existencia de una **percepción social de peligro.**

4.1.3 Identificación de barreras específicas para el subsector de Vehículos: Transporte e Infraestructuras





- ✓ **Poco presupuesto específico** para aplicación de hidrógeno y pilas de combustible en transporte.
- ✓ **Elevado coste** debido a que se tiene que emplear hidrógeno prácticamente puro y al alto coste de la ingeniería asociada al desarrollo y mantenimiento de los vehículos de pila de combustible.
- ✓ **Escasez de normas, especificaciones y estandarización** en materia de equipamiento, seguridad y calidad del producto.
- ✓ **Escasez de empresas españolas (y europeas) de fabricantes de componentes de pilas de combustible** en el área de transporte.
- ✓ **No contextualizar las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible frente a la apuesta del vehículo eléctrico.**
- ✓ **Desarrollo de las pilas de combustible y sus componentes auxiliares.** Importante para comparaciones de fiabilidad con otros sistemas.
- ✓ **Coste de la infraestructura necesaria para el suministro del hidrógeno** a la tipología de vehículo seleccionada.
- ✓ **Falta de desarrollo de componentes auxiliares apropiados a la tecnología.**
- ✓ **Falta de una hoja de ruta específica** con unos objetivos claros y concisos en lo que a movilidad mediante hidrógeno se refiere. Necesidad de elaborar dicha hoja de ruta.
- ✓ **Falta de incentivos** a vehículos eléctricos impulsados por pila de combustible.
- ✓ **Falta de mercado nacional** para las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible en el transporte, puesto que basta hacer una reseña a que para los vehículos de nueva introducción en el mercado nacional (híbridos enchufables, 100% eléctricos), no existe la demanda esperada contemplada en los planes energéticos e industriales establecidos previamente.
- ✓ Ausencia de una infraestructura específica para el transporte, distribución y uso final del hidrógeno en transporte.
- ✓ Falta de normativa específica para las tecnologías de hidrógeno en transporte (hidrogeneras, producción *on-site*, etc.).
- ✓ Es importante destacar que la sociedad actual española no va a comprar un vehículo eléctrico de pila de combustible (ni tampoco un vehículo eléctrico de baterías) por los beneficios medioambientales que puedan generar, sino que éstos **han de ser económicamente competitivos.**
- ✓ Teniendo España un sector auxiliar de automoción de gran importancia por facturación, empleo y capacidad técnica, es muy necesaria una colaboración más intensa entre este sector y las entidades especializadas en hidrógeno y pilas de combustible para aprovechar las capacidades y lograr que se fabriquen en España componentes (OEM) para el sector automovilístico internacional de vehículos de pila de combustible.
- ✓ **Se destaca la importancia y existencia de la iniciativa del Gobierno de Reino Unido: UKH2 Mobility.** Desarrollo de un plan de implantación de una amplia red de estaciones de servicio de hidrógeno en el país, que dará lugar a un ambiente económico favorable para la apuesta por el vehículo de pila de combustible. **En España no existe a día de hoy ninguna iniciativa de este tipo.**

4.1.4 Identificación de barreras específicas para el subsector Usos del Hidrógeno

- ✓ **Escasez de empresas españolas de fabricación de pilas de combustible.**
- ✓ **No existen en España expectativas de mercado por parte de las empresas que**



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

permitan planificar las oportunidades de mercado de estas tecnologías.

- ✓ Se considera que **no existen incentivos políticos que apoyen la aplicación y la comercialización de estas tecnologías.**
- ✓ **Alto coste de inversión inicial en el desarrollo de la tecnología** que ha marginado hasta el momento a la mayor parte de agentes potencialmente involucrados en aplicaciones estacionarias de la energía.
- ✓ Existe una **percepción social de peligro.**
- ✓ **No existe una prima específica para sistemas de cogeneración con emisiones de CO2 extremadamente bajas.**
- ✓ **Apoyo político a otros recursos en detrimento del uso de estas tecnologías de cogeneración.**

4.2.0 Detección de oportunidades para el sector en general



La implicación relevante de varias industrias en el desarrollo de la tecnología de hidrógeno y pilas de combustible junto a la presencia de actores poderosos de los sectores de energía y servicios podrían aportar a España ciertas ventajas para colocarse en los primeros puestos en sectores objetivo de aplicación tecnológica.

Por otra parte, se ha detectado que la creciente visita a España de turistas procedentes de países como Alemania (país con un gran desarrollo en tecnologías del hidrógeno aplicadas a la automoción), podría ser un incentivo para el desarrollo en España de una industria dedicada a la producción y suministro de hidrógeno.

4.2 Detección de oportunidades



La implantación de las tecnologías del hidrógeno presenta grandes oportunidades para España en una economía mundial dependiente del mercado energético.

Se analizan/resumen a continuación cuáles son las principales ventajas y potencialidades que ofrece nuestro país para lograr un desarrollo del sector del hidrógeno y pilas de combustible. Además se resumen los aspectos más importantes que pueden afectar a España y sus necesidades de actuación:

Existen a día de hoy **numerosos grupos de investigación nacionales** implicados en el avance de las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible.

4.2.1 Detección de oportunidades específicas para el subsector de Producción de hidrógeno



Una posible vía de liderazgo de España podría estar en el sector de producción de hidrógeno con fuentes renovables, aprovechando tanto el liderazgo empresarial español como los recursos solares y eólicos nacionales. La integración de la producción de hidrógeno y las energías renovables es una fortaleza para España.

Al igual que con otras tecnologías, las multinacionales energéticas españolas **podrán exportar su capacidad tecnológica** en hidrógeno y pilas de combustible.





“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



- ✓ Se dispone de la **mayor planta de uso limpio de carbón existente en el mundo por Gasificación Integrada en Ciclo Combinado**, que, unida a las tecnologías de almacenamiento de CO₂, le daría a España ventaja en el conocimiento de la tecnología de producción centralizada de hidrógeno a partir de combustibles fósiles con cero emisiones y de forma sostenible a medio-largo plazo”
- ✓ Posibilidad de **mayor implantación de las energías renovables** en España debido a la opción de almacenaje de energía en gran escala en forma de hidrógeno.
- ✓ **Producción por gasificación de biomasa.** España posee un gran potencial en la producción de biomasa de origen vegetal que actualmente solo se aprovecha en un pequeño porcentaje. (PTEHPC, 2011).
- ✓ España es una de las primeras productoras de bioetanol de Europa. **El reformado de bioetanol podría ser una oportunidad para el desarrollo de tecnologías catalíticas comerciales de producción de hidrógeno.**
- ✓ Instalaciones de carácter energético con **excedentes** estacionarios, como centrales de ciclo combinado o nuclear.
- ✓ **Existen plantas de producción de hidrógeno** en España desde hace muchos años. Estas plantas pueden ver incrementada su producción si se apostase por un impulso de esta tecnología.

4.2.2 Detección de oportunidades específicas para el subsector de Almacenamiento y Distribución de hidrógeno



- ✓ **Desarrollo, fabricación, instalación y montaje de depósitos/tanques de almacenamiento de hidrógeno.**
- ✓ **Creación de una infraestructura** desplegada en torno a las estaciones de

suministro actuales y los productos industriales.

- ✓ **Ingeniería básica y de detalle** de instalaciones.
- ✓ **Existencia de una red robusta y amplia de transporte y distribución** energética (gas natural), lo que permite tener experiencia previa en cuanto a distribución de gases.
- ✓ Instalación y montaje de **sensores y actuadores para hidrógeno.**
- ✓ El desarrollo de la **infraestructura para vehículos eléctricos** que se está impulsando en España, podría ser una oportunidad que facilite el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible.
- ✓ Existencia de **empresas españolas muy fuertes** en distribución de hidrocarburos y gas.
- ✓ Almacenamiento de hidrógeno en la **red de gas natural.**
- ✓ Efectos en la generación de empleo en los sectores de **bienes de equipo**, como tuberías y racores, valvulería, compresores, aparellaje eléctrico, instrumentación y control, etc.

4.2.3 Detección de oportunidades específicas para el subsector de Transporte: Vehículos e Infraestructuras.



- ✓ **Aprovechar los avances en la tecnología y la infraestructura de la hibridación en vehículos y sus sinergias** (principalmente en propulsión eléctrica).
- ✓ **Aprovechar los nichos de mercado y/o de oportunidades que** ya son una realidad en otros países (los vehículos de baja potencia, carretillas elevadoras, ferrocarril, embarcaciones de recreo, electrónica de potencia, integración de renovables, balance de planta, industria auxiliar como bancos de ensayo para pilas de combustible, nuevo utillaje, etc.),



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



- así como los proyectos demostrativos, etc.
- ✓ **Existencia de la convicción de que la mejor opción de futuro en automoción es el hidrógeno y las pilas de combustible.**
 - ✓ **Existe una clara tendencia europea a que el centro de los municipios se cierre a vehículos contaminantes.** Los medios de transporte públicos como autobuses y taxis tendrían bajas prestaciones con baterías, por lo que se detecta aquí una **clara oportunidad para las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible.**
 - ✓ **Oportunidad para los fabricantes de componentes**, que podrían aprovechar los cambios hacia nuevas tecnologías para vehículos, y desarrollar tecnología propia nacional.
 - ✓ **El desarrollo de la infraestructura para vehículos eléctricos que se está impulsando en España, podría ser una oportunidad que facilite el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible.**
 - ✓ Liderazgo en la industria de componentes y auxiliar del automóvil.
 - ✓ Industria manufacturera de vehículos, de ferrocarril y aeronáutica ya desarrollada en España.

Aprovechamiento de las sinergias con el vehículo eléctrico el cual se encuentra en un grado de desarrollo e implantación más elevado. De esta forma, se podrían introducir las dos tecnologías de forma paralela.

En países como España, con un importante mercado en producción de vehículos, **se presenta un dilema**: tomar partido con inversiones arriesgadas en nuevas tecnologías que le permitan entrar a tiempo en el mercado de vehículos de hidrógeno y mantener las exportaciones en el sector, o bien, no hacerlo, perdiendo la oportunidad de entrar en el mercado a tiempo.

La industria de componentes de vehículos de pilas de combustible así como la dedicada a la integración pueden contribuir al desarrollo del sector de exportaciones. Sin embargo, una entrada tardía en el mercado supondría una drástica pérdida de puestos de trabajo y de PIB en este sector.

4.2.4 Detección de oportunidades específicas para el subsector de Usos del Hidrógeno.



- ✓ **Desarrollo de la tecnología nacional para procesos de fabricación de componentes y “stacks”,** de pilas de combustible de tecnología PEMFC y SOFC.
- ✓ **Desarrollo de procesos, equipos y componentes** para generación autónoma de hidrógeno y descentralizada en uso residencial.
- ✓ **Desarrollo de tecnología nacional para aplicaciones portátiles y pequeño electrodoméstico** basadas en pilas de combustible de tecnología PEMFC o DMFC.
- ✓ **Aprovechar el carácter modular de las pilas de combustible y su fácil instalación**, su utilidad para el sector transporte y sus aplicaciones en áreas militares y en otras áreas en las que se necesite una respuesta crítica con una demanda de energía urgente.

4.3 ¿Quién trabaja actualmente en las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible en España?

Son muchas las entidades que trabajan activamente para impulsar el desarrollo del sector del hidrógeno y de las pilas de combustible en España, y un gran número de ellas forman parte de la Plataforma





“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible (PTE HPC).

Actualmente, **169 entidades forman parte de esta iniciativa**, y gracias al trabajo y esfuerzo de todas ellas han podido llevarse a cabo las acciones que se han realizado por la PTE HPC. Se cuenta con la participación de todo tipo de entidades: centros tecnológicos y de investigación, OPIs, universidades, OTRIs, administraciones públicas, pequeñas, medianas y grandes empresas.

Tipo de entidades miembro de la Plataforma

Desde la PTE HPC se promueve la participación en particular de empresas, así como de la presencia de otros tipos de

entidades para promover la cooperación tecnológica entre las mismas y la colaboración entre empresas y otros organismos, facilitando la transferencia tecnológica desde el sector investigador hasta el sector industrial, coordinándose con la administración y también con organismos de apoyo al sector como asociaciones, fundaciones, etc.

En la siguiente gráfica pueden observarse los miembros PTE HPC clasificados según el tipo de entidad de las que se trata.

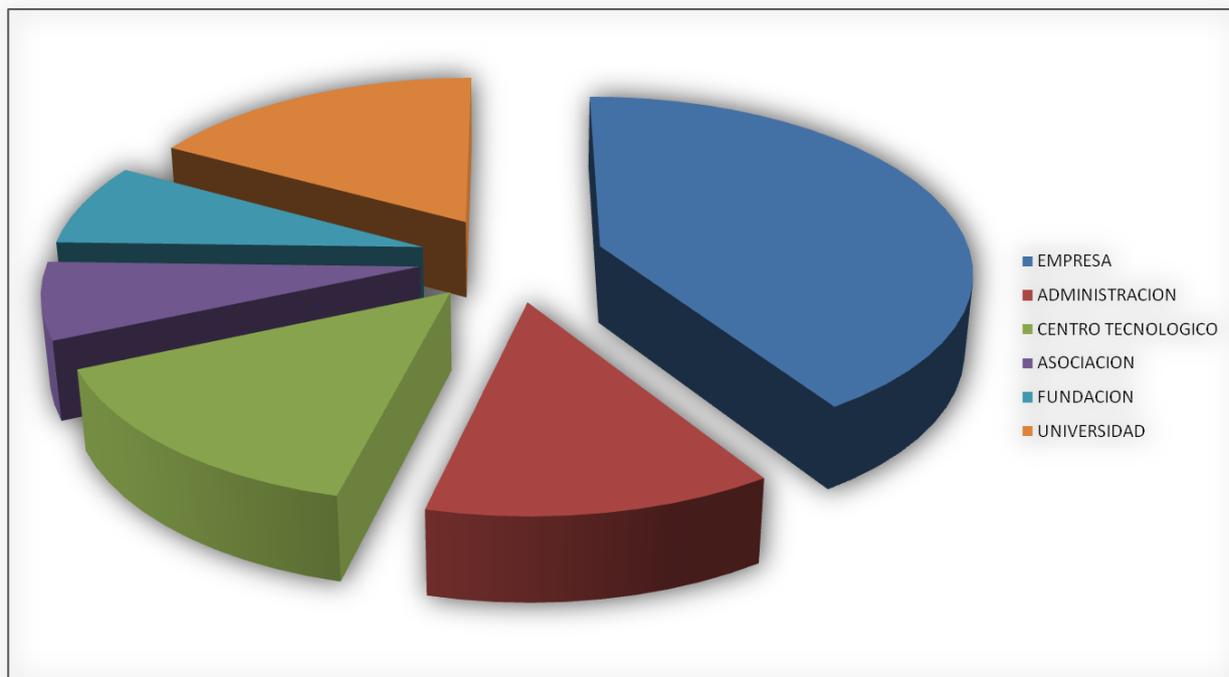


Figura 9. Naturaleza de los miembros de la PTE HPC (noviembre 2013)



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



Listado de miembros de la PTE HPC

A continuación se muestra un listado de todas las entidades que forman parte de la PTE HPC:

1. ABBACUS SOLUCIONES E INNOVACIÓN
2. ABENGOA HIDROGENO S.A.
3. ABITUR S.L. (AGUA, BIOLOGÍA Y TURBINAS)
4. ACCADUE S.L.
5. ACCIONA ENERGÍA
6. AENOR
7. AICIA (ASOCIACION DE INVESTIGACION Y COOPERACION INDUSTRIAL DE ANDALUCIA)
8. AIJU (ASOCIACIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA INDUSTRIA DE JUGUETE, CONEXAS Y AFINES)
9. AIR LIQUIDE ESPAÑA
10. AJUSA
11. ALTERNATIVA ENERGÉTICA
12. ANALISIS-DSC
13. APINA
14. ARIEMA ENERGÍA Y MEDIOAMBIENTE, SL.
15. ASESORAMIENTO Y ENSEÑANZA INTEGRAL DE PROFESIONALES S.L.U. (ASEIP)
16. ASOCIACIÓN CATALANA DEL HIDRÓGENO Y LAS ENERGÍAS RENOVABLE
17. ASOCIACIÓN CLUSTER DE LA ENERGIA DE EXTREMADURA
18. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE PILAS DE COMBUSTIBLE (APPICE)
19. ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DEL HIDRÓGENO (AEH2)
20. ASOCIACIÓN INDUSTRIAL DE ÓPTICA, COLOR E IMAGEN (AIDO)
21. BIOGAS FUEL CELL, SA
22. BIOINGENIERÍA MEDIOAMBIENTAL S.L.
23. BOEING RESEARCH AND TECHNOLOGY EUROPE S. L.
24. CARBUROS METÁLICOS,S.A
25. CARTIF
26. CDTI
27. CEGASA
28. CEIT (CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES TECNICAS DE GUIPUZCUA)
29. CEMITEC (FUNDACIÓN CETENA)
30. CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES (CENER)
31. CENTRO TECNOLÓGICO AVANZADO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES (CTAER)
32. CERAMICA MILLAS HIJOS, S.A.
33. CIDAUT
34. CIDETEC
35. CIEMAT
36. CINTTEC / UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS
37. CIRCE
38. CITCEA – UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA
39. CLAN TECNOLÓGICA S.L.





“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



40. CLUSTER DE ENERGÍA DEL PAIS VASCO
41. CNH2
42. COMPAÑÍA LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS CLH, S.A.
43. CONSEJERÍA DE INDUSTRIA DEL GOBIERNO DE CANARIAS.SERVICIO DE INSTALACIONES PETROLÍFERAS Y ENERGÍAS RENOVABLES.
44. CONSELLERÍA DE INNOVACIÓN E INDUSTRIA DE GALICIA
45. CORPORACIÓN TECNOLÓGICA DE ANDALUCÍA
46. CSIC. INSTITUTO DE CIENCIAS DE LOS MATERIALES DE BARCELONA
47. CSIC.INSTITUTO DE CATÁLISIS Y PETROLEOQUÍMICA
48. CSIC. INSTITUTO DE CARBOQUÍMICA
49. CSIC. INSTITUTO DE AUTOMATICA INDUSTRIAL
50. CSIC. INSTITUTO DE QUÍMICA ORGÁNICA DE MADRID
51. CSIC. INSTITUTO DE TECNOLOGÍA QUÍMICA. CSIC-UPV
52. CSIC-INCAR
53. CSIC-INSTITUTO DE CERAMICA Y VIDREO
54. CYMASA
55. DIRECCIÓN GENERAL DE ECONOMÍA, ESTADÍSTICA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE LA CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA
56. DIRECCIÓN GENERAL DE INNOVACIÓN DE LA JUNTA DE EXTREMADURA
57. DIRECCIÓN GENERAL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA. CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA. COMUNIDAD DE MADRID
58. EGC ESPAÑA
59. ELCOGAS
60. EMPRESARIOS AGRUPADOS
61. ENDESA GENERACIÓN
62. ERCROS S.A.
63. ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (BILBAO)
64. ETS. INGENIEROS INDUSTRIALES-UPM
65. EUROCONTROL, SA
66. F. INICIATIVAS I+D+I
67. FEVE /FERROCARRILES DE VÍA ESTRECHA)
68. FITSA
69. FUNDACIÓN LEIA CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO
70. FUNDACIÓN OPTI
71. FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS DEL HIDRÓGENO EN ARAGÓN
72. GAS NATURAL FENOSA
73. GASINDU 2000 SLU
74. GENERALIA SL
75. GENERALITAT DE CATALUÑA
76. GENERALITAT VALENCIANA. CONSELLERIA DE EMPRESA, UNIVERSIDAD Y CIENCIA
77. GILMA TECHNOLOGY S.A
78. GOBIERNO DE ARAGÓN



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



79. GOMENSORO S.A.
80. GREEN POWER TECHNOLOGIES, S.L.
81. GUASCOR I+D
82. HERCA CONSTRUCCION INNOVADORA S.L.
83. HIDROGENERA ATLÁNTICA S.L.
84. HIDROGENA
85. IBERCAT S.L. (SOLUCIONES CATALÍTICAS IBERCAT S.L.)
86. IBERDROLA S.A.
87. IDAE
88. IDENER
89. IKERLAN CENTRO DE INVESTIGACIONES
90. IMDEA ENERGÍA
91. INAEL ELECTRICAL SYSTEMES SA
92. INGENIERÍA NACARSA S.L.
93. INNOBAN RED DE INVERSORES ÁNGEL PARA LA INNOVACIÓN
94. INSOLATIO PAMASOL S.L.
95. INSTITUT DE ROBÒTICA INFORMÀTICA INDUSTRIAL, UPC-CSIC
96. INSTITUTO DE BIOTECNOLOGIA DE LEON (INBIOTEC)
97. INSTITUTO DE INGENIERÍA ENERGÉTICA IIE – UPV
98. INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍAS RENOVABLES (IER), UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA
99. INSTITUTO DE QUÍMICA MOLECULAR APLICADA - UPV
100. INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES. UNIVERSIDAD DE LEÓN. GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE ING QUÍMICA Y AMBIENTAL-BIOPROCESOS
101. INSTITUTO DE TÉCNICAS ENERGÉTICAS DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA
102. INSTITUTO DE TECNOLOGÍA CERÁMICA DE CASTELLON (ITC-AICE)
103. INSTITUTO NACIONAL DE TECNICA AEROSPAIAL (INTA)
104. INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ENERGÍA ITE-UPV
105. INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACION DE AUTOMOVIL (INSIA-UPM)
106. INSTITUTO UNIVERSITARIO DE MATERIALES DE ALICANTE, UNIVERSIDAD DE ALICANTE
107. INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INGENIERÍA DE ARAGÓN (I3A)
108. INTERLEGERE ENERGY
109. INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y DESARROLLO DE INGENIOS, S.L.
110. IPLUSF
111. IVECO ESPAÑA
112. JUNTA DE ANDALUCÍA - AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGIA
113. JUNTA DE ANDALUCÍA - DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION TECNOLOGIA Y EMPRESA
114. JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN- EREN
115. JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA-LA MANCHA
116. KNOWLEDGE VALLEY SL
117. LABORATORIO DE QUÍMICA INDUSTRIAL E INGENIERÍA ELECTROQUÍMICA DE LA UNIVE DEL PAÍS VASCO (LQI E IE-UPV/EHU). CSIC RED DE PILAS, UNIVERSIDAD





“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



118. LEITAT
119. LITEC-CSIC (LABORATORIO DE INVESTIGACION EN TECNOLOGIAS DE LA COMBUSTION)
120. MATGAS 2000
121. MCPHY ENERGY
122. MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD
123. MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA (MEC) - SGPI
124. MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO (SECRETARÍA GRAL DE PLÍTICA ENERGÉTICA Y DIRECCIÓN GRAL DE DESARROLLO INDUSTRIAL)
125. MONDRAGON COMPONENTES
126. MP POWERFOTON, SL
127. MURCIA - DIRECCIÓN GRAL DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN
128. NGVA EUROPE
129. OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS (OEPM)
130. OTRI-UNIVERSIDAD ZARAGOZA
131. PEVAFERSA
132. PILAS -MEET-INTERUNIVERSITARIO UPM-UCM
133. PREMATECNICA S.A.
134. PRINCIPADO DE ASTURIAS
135. PROINTEC
136. RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A (REE)
137. RED TEMÁTICA DEL CSIC DE HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE
138. REPSOL YPF
139. SANDRO ENERGY
140. SCHUNK IBERICA S.A.
141. SENER INGENIERÍA Y SISTEMAS
142. SERVICIO EXTREMEÑO DE SALUD
143. SGENIA
144. SILIKEN S.A.
145. SODERCAN, SOCIEDAD PARA EL DESARROLLO REGIONAL DE CANTABRIA
146. SUBDIRECCIÓN GENERAL DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DEL MINISTERIO DE DEFENSA
147. SYNERPLUS
148. TECNALIA
149. TÉCNICA DE XESTIÓN DE PROXECTOS PLAN IN.CI.TE
FUNDACIÓN PARA O FOMENTO DA CALIDADE INDUSTRIAL
150. TECNOSA NUEVAS TECNOLOGÍAS, S.A.
151. TEMPLE ENERGIA LIMPIA, SL
152. UNESA (ASOCIACION ESPAÑOLA DE LA INDUSTRIA ELECTRICA)
153. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID (GRUPO MIRE)
154. UNIVERSIDAD DE BARCELONA- DEPARTAMENTO DE QUIMICA ORGANICA
155. UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA-DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA
156. UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA-DEPARTAMENTO DE QUIMICA ORGANICA, INORGANICA Y BIOQUIMICA



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



157. UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA, ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES.
158. UNIVERSIDAD DE JAÉN- DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA
159. UNIVERSIDAD DE SAN JORGE
160. UNIVERSIDAD LA LAGUNA (GRUPO DE INVESTIGACIÓN "EQUIPO ESTABLE DE I+D INGEMAR")
161. UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
162. UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE
163. UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
164. UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS, CINTTEC
165. UNIVERSIDAD ZARAGOZA (INSTITUTO DE NANOCIENCIA DE ARAGON)
166. UNIVERSIDAD DE HUELVA
167. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID_ ESCUELA DE INGENIEROS INDUSTRIALES
168. UPM ETSI CAMINOS CANALES Y PUERTOS
169. VEA QUALITAS
170. VOSSLOH ESPAÑA S.A.
171. ZONA EÓLICA CANARIA (ZECSA)





“EXPECTATIVAS DE
CREACIÓN DE EMPLEO
EN HIDRÓGENO Y PILAS DE
COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



IDENTIFICACIÓN DE NICHOS DE MERCADO





“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

5. Identificación de nichos de mercado

Se entiende como **nicho de mercado** un mercado existente a corto plazo (dos años).

Antes de cuantificar los empleos que se podrían generar en un futuro en el sector del hidrógeno y pilas de combustible, **se considera necesario identificar cuáles son los nichos de mercado relacionados con el sector.** Para ello, y de cara a cuantificarlos, en España sería necesario conocer previamente cuáles son los recursos con los que cuenta la industria española.



En este informe se ha optado por tener una **previsión de los mercados potenciales que pueden aparecer en España**, de forma que en este apartado se han recopilado cuáles podrían ser los mercados potenciales para España en el sector del hidrógeno y de las pilas de combustible.

5.0 Aspectos comunes al sector en general

Se citan a continuación algunos aspectos comunes o transversales a los subsectores relacionados con las tecnologías del hidrógeno y pilas de combustible y que se analizan con detalle en los siguientes apartados:

- ✓ Servicios de ingeniería.
- ✓ Seguridad: análisis, diseño de instalaciones, sensores y detectores.
- ✓ Formación: entidades públicas como universidades, y empresas privadas que dediquen parte de su actividad a la formación.

5.1 Identificación de nichos de mercado para el subsector de Producción de Hidrógeno

A continuación se indican los nichos de mercado identificados por los miembros de la PTE HPC para el subsector de producción de hidrógeno:

- ✓ Producción de H₂ por electrolisis, con solar y eólica.
- ✓ Producción de H₂ vía gasificación de carbón, con captura y almacenamiento de CO₂.
- ✓ Pequeños reformadores de gas natural para aplicaciones estacionarias residenciales (reformado distribuido).
- ✓ Reformado centralizado.
- ✓ Producción de hidrógeno a partir de biomasa por gasificación.
- ✓ Reformado de bioetanol, reformado en fase líquida de glicerina, reformado de compuestos solubles en agua procedentes de la pirolisis de biomasa.

¿Existe un mercado en España para la producción distribuida, mediante el uso de reformadores y/o electrolizadores?: Se podría afirmar que el “hidrógeno es un gas al que no le gusta viajar”, por lo que el mercado del futuro en España podría estar en el uso y comercialización de equipos de electrolisis y reformadores de pequeña-mediana capacidad.





“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



5.2 Identificación de nichos de mercado para el subsector de Almacenamiento y Distribución de Hidrógeno

A continuación se indican los nichos de mercado identificados por los miembros de la PTE HPC para el subsector de almacenamiento y distribución de hidrógeno:



5.3 Identificación de nichos de mercado para el subsector de Transporte: Vehículos e Infraestructuras

A continuación se indican los nichos de mercado identificados por los miembros de la PTE HPC para el subsector transporte, incluyendo vehículos e infraestructuras:

TRANSPORTE AÉREO	MANEJO DE MERCANCIAS	INFRAESTRUCTURAS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pequeños aviones. Propulsión mediante pila de combustible. ▪ Grandes aviones. Unidades auxiliares de potencia. ▪ Aviones de vigilancia no tripulados (siglas en inglés UAVs). ▪ Desarrollo de sistemas de propulsión para aviones no tripulados y pequeños aviones de recreo (parapentes a motor, etc.). ▪ Sistemas auxiliares de propulsión aeronáuticos y <i>handling</i> aeroportuario. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Carretillas elevadoras (<i>forklifts</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ingenierías de diseño, desarrollo y certificación de las hidrogeneras. ▪ Instalación de red de hidrogeneras. ▪ Mantenimiento de las hidrogeneras.



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

TRANSPORTE TERRESTRE	TRANSPORTE MARÍTIMO
<ul style="list-style-type: none"> • Vehículos ligeros para transporte de personas por carretera. • Vehículos medios para transporte de personas y mercancías por carretera. • Vehículos pesados para transporte por carretera. Unidades auxiliares de potencia. • Autobuses. • Tranvías y vehículos ferroviarios ligeros. • Motocicletas. • Bicicletas. • Scooters. • Ferrocarriles. Unidades auxiliares de potencia (APUs). 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequeños barcos. Propulsión mediante pila de combustible. • Grandes barcos. Unidades auxiliares de potencia. • Barcos mercantes. • Barcos militares. • Embarcaciones de recreo.

5.4 Identificación de nichos de mercado para el subsector de Usos del Hidrógeno

A continuación se indican los nichos de mercado identificados por los miembros de la PTE HPC para el subsector de usos del hidrógeno:

- ✓ **Back up.** Sistemas de Alimentación Ininterrumpida.
- ✓ Cargadores portátiles.
- ✓ Kits didácticos y juguetes.
- ✓ Maquinaria de Jardinería
- ✓ Maquinaria de limpieza de oficinas, supermercados
- ✓ **Pilas de Combustible tipo MCFC y tipo SOFC** con combustible diferente al hidrógeno.

USOS ENERGÉTICOS	USOS NO ENERGÉTICOS
<p>Pilas de combustible Unidades de potencia (generadores eléctricos) – Generación distribuida:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Baja potencia: Hasta 5kWe ▪ Media potencia: Entre 5kWe y 100kWe ▪ Alta potencia: Entre 100kWe y MWe <p>Unidades de cogeneración – Generación distribuida:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Baja potencia: Hasta 5kWe+t (aplicaciones residenciales individuales) ▪ Media potencia: Entre 5kWe+t y 100kWe+t (aplicaciones residenciales comunitarias, hospitales, centros educativos, etc.) ▪ Alta potencia: 100 kWe+t y MWe+t (Aplicaciones industriales, centros de datos, etc.) 	<p>Mezclas de gas natural e hidrógeno Aplicaciones industriales energéticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hornos, tratamientos térmicos, secaderos, etc. ▪ Refino del petróleo ▪ Sistemas de refrigeración ▪ Sustitución de las pilas voltaicas por pequeños sistemas con pila de combustible para aplicaciones electrónicas (teléfono móvil, ordenador portátil, etc.) <p>Industria alimentaria</p>





“EXPECTATIVAS DE
CREACIÓN DE EMPLEO
EN HIDRÓGENO Y PILAS DE
COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



POSIBILIDADES PARA LA ECONOMÍA ESPAÑOLA





“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

6. Posibilidades para la economía española

De manera previa a las estimaciones y cálculos del empleo que se podría generar en España en el sector del hidrógeno y de las pilas de combustible, se ha considerado necesario hacer una recopilación previa de los datos de empleos que existen a nivel internacional en el sector. Dichos datos se han obtenido de varios informes y/o estudios económicos del sector, que son considerados de gran importancia y relevancia a nivel internacional.

Fuel Cells 2000, afirma que en el año 2011 existían **13.000 puestos de trabajo directos** en la industria de las pilas de combustible, a nivel mundial. Además ha estimado en **más de 25.000 los empleos indirectos** (Fuel Cells 2000, 2011).

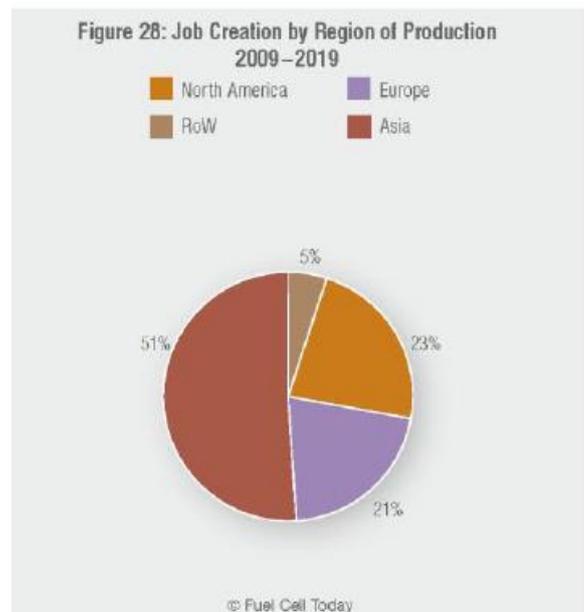
Figura 10. Estimación de los puestos de trabajo generados en la industria de pilas de combustible. (Fuel Cells 2000, 2011).

Estimated Fuel Cell Industry Jobs - Stack and System Companies						
	US	Canada	Europe	Aus-Asia	Lat. Am.	Total
Direct	3615	974	3028	5025	240	13272
Indirect	7230	1948	6056	10050	480	25764
Total	10845	2922	9084	15075	720	39036

Según datos recopilados (Fuel Cell Today, 2010), la industria de las pilas de combustible a nivel global podría crear hasta **700.000 empleos directos, en el año 2020**. Se estima que en los próximos 10 años se producirá un significativo aumento de empleo en lo que a fabricación de pilas de combustible se refiere: “hasta un millón de nuevos puestos de trabajo se podrán crear cuando se tenga en cuenta las instalaciones y mantenimiento de pilas de combustible”. Cabe destacar que aproximadamente **500.000 empleos, que se podrían crear durante los próximos 10 años**, son referentes a las pilas de combustible estacionarias. En la figura que se muestra más abajo se ilustra una estimación de creación de empleo por regiones, entre 2009 y 2019. Se puede observar cómo un 25% de los puestos de trabajo se estima que se crearán en Norteamérica, y más de un 50% se espera se creen en Asia, refiriéndose a la creación de empleo en la industria de fabricación de pilas de combustible.

Según un estudio para el ámbito estadounidense (US DOE, 2008), se estima **un incremento neto de 185.000 a 675.000 empleos para 2035**, en pilas de combustible e hidrógeno, en 41 industrias diferentes.

Figura 11. Estimación de la creación de empleo a nivel mundial, 2009-2019. (Fuel Cell Today, 2010).





Creación y pérdida acumulativa de empleos en EEUU				
Escenario		2020	2035	2050
		Número de trabajadores		
Desarrollo rápido	Efecto neto	182.840	677.070	674.500
	Ganados	252.040	754.030	751.060
	Perdidos	69.200	76.960	76.560
Intermedio	Efecto neto	58.010	184.560	360.740
	Ganados	126.680	242.820	417.390
	Perdidos	68.670	58.260	56.650
		Proporción en el empleo total		
Desarrollo rápido	Efecto neto	0,13%	0,42%	0,37%
	Ganados	0,17%	0,46%	0,41%
	Perdidos	0,05%	0,05%	0,04%
Intermedio	Efecto neto	0,04%	0,11%	0,20%
	Ganados	0,09%	0,15%	0,23%
	Perdidos	0,05%	0,04%	0,03%

Figura 12. Estimación de la creación de empleo a nivel mundial, 2020-2050. (US DOE, 2008)

Según el informe Hyways, se estima un potencial de crecimiento del empleo en el sector del hidrógeno y de las pilas de combustible en la Unión Europea de **500.000 puestos de trabajo para el año 2030** (HyWays Project, 2007).

Corea tiene el objetivo de suministrar un 20% del total de pilas de combustible en el mundo, creando así 560.000 puestos de trabajo en Corea. Esto implicaría la creación de **2,8 millones de empleos en el mundo** con unas ventas globales de 126.000 millones de dólares (Park, 2010).

Otro dato interesante es el que aparece en un estudio llevado a cabo en 2008 por la Asociación Americana de Energía Solar y el "Management Information Service, Inc." (ASES & MISI, 2008). En este estudio, se realiza una estimación de los empleos que existían en 2008, referentes a los sectores de eficiencia energética y energías renovables. Las conclusiones a las que se llegaron son, entre otras, que el sector de las pilas de combustible es la tercera industria con mayor crecimiento de empleos en el sector de las energías renovables (después de la biomasa y la solar).

Este estudio prevé la **creación de 925.000 empleos para 2030 en EEUU**, en el escenario más optimista, con unos ingresos máximos de hasta 81.000 millones de dólares por año.



En las tablas que se muestran a continuación se pueden observar los datos de empleo en 2007: 22.000 puestos de trabajo en EEUU (tabla primera), y las estimaciones de empleo para el año 2030 (tabla segunda), según el estudio realizado por ASES y MISI. En el desglose, es de interés para España que de los 925.000 empleos estimados, unos 420.000 serán en el subsector hidrógeno.

u.s. Fuel Cell ans Hydrogen Industry Jobs in 2007		
	Industry jobs	Total Jobs created
Fuel Cells	5.600	12800
Hydrogen	4.100	9400
Totals	9.700	22200

↓

u.s. Fuel Cell ans Hydrogen Industry Jobs in 2030			
	Base	Moderate Scenario	Advanced scenario
Fuel Cells	68.600	158.000	505.000
Hydrogen	47.200	143.200	420.000
Totals	115.800	301.200	925.000

Figura 13. Estimación de la creación de empleo a nivel mundial, 2020-2050. (ASES & MISI, 2008).

6.1 Estimaciones de empleo para España

Nº de empleos que se podrían generar en España

Las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible están inmersas en un proceso de aprendizaje y demostración, en el que España tiene un papel activo aunque aún no sea preponderante. Si bien este aprendizaje es (y continuará siendo) gradual, todo indica que la maduración comercial de la tecnología vendrá marcada por las decisiones del sector automovilístico en los próximos años. La evolución del vehículo de pila de combustible influirá decisivamente en el lanzamiento de las demás aplicaciones del hidrógeno, y son ya varios los países industrializados o en desarrollo que han lanzado planes específicos de apoyo a su introducción (ver Anexo 1).

Aunque el sector del hidrógeno y de las pilas de combustible tiene actualmente un peso mínimo en el contexto español, esta estrecha relación hidrógeno/automóvil es la que podría resultar determinante para nuestro país a medio y largo plazo: según datos de 2011, el sector del automóvil genera el 6,1% del PIB, emplea directa o indirectamente al 8,7% de la población activa y representa el 17,6% del total de exportaciones nacionales (ICEX, 2012). Si el hidrógeno tiene un papel relevante en el futuro del automóvil, en lo que coinciden los grandes fabricantes, quedarse atrás en su implementación tendría un impacto económico muy significativo.



El único estudio disponible que aporta datos específicos para España es el “Análisis del mapa de ruta del hidrógeno para España” (PTEHPC, 2011), elaborado a partir de los resultados del informe HyWays (en adelante “HyWays para España”). Este trabajo incluye unas previsiones de los puestos de trabajo directos que se crearían en distintos escenarios propuestos, que difieren en la velocidad de aprendizaje en las tecnologías y en el grado de apoyo político. En el gráfico que aparece a continuación, se contemplan además variaciones en el balance de importaciones/exportaciones: *Structural Identity* supone que se mantiene el equilibrio actual, y en los escenarios optimista y pesimista la balanza de pagos variaría a favor o en contra, respectivamente.

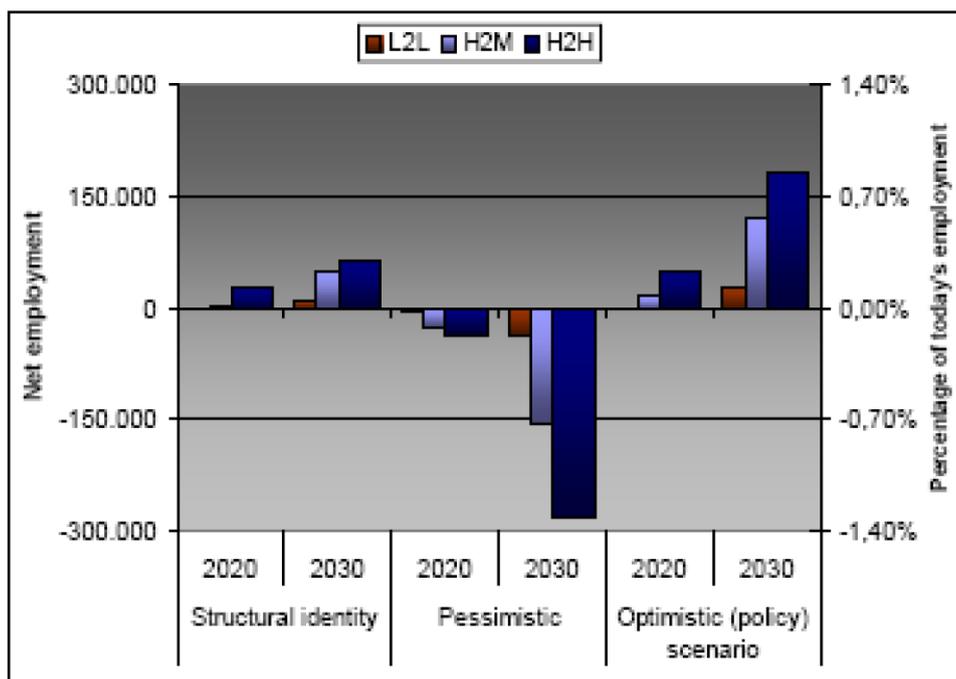


Figura 14. Efecto neto en el empleo para España en los tres escenarios de importación/exportación. (PTEHPC, 2011).

(NOTA: L2L= Aprendizaje moderado y apoyo político modesto; H2M= Aprendizaje rápido y apoyo político alto; H2H= Aprendizaje rápido y apoyo político muy alto).

A la luz de los resultados, la conclusión más importante es que si España optara por no incentivar las tecnologías de hidrógeno y pilas de combustible, el peor resultado no sería simplemente no generar los empleos asociados: en ese caso, podrían destruirse muchos empleos debido a la obsolescencia tecnológica de sectores clave en la economía española. En particular, el sector de automoción se vería sometido a un cambio radical, y si las empresas españolas no se adaptaran a tiempo la producción podría deslocalizarse a otros países, con la pérdida de casi 300.000 empleos directos y muchos más indirectos.

Al otro lado del espectro de posibilidades, si se promovieran contundentes iniciativas nacionales para el fomento de estas tecnologías, el avance técnico fuera rápido y Europa se posicionara entre los líderes en exportación de estas tecnologías, podrían crearse hasta 180.000 empleos directos netos en España en 2030. Estos nuevos empleos estarían encuadrados tanto en el sector de la automoción, que crecería en peso, como en los nuevos nichos de mercado favorecidos por la coyuntura de precios, disponibilidad, normativa y percepción pública respecto al hidrógeno.



Ante la ausencia de otros estudios específicos, solo podemos contrastar estos resultados con los obtenidos para otros países, asumiendo la falta de exactitud que conlleva esa extrapolación. En la siguiente tabla se recogen las **extrapolaciones directas de los resultados para EEUU de dos de los estudios descritos anteriormente, junto con el dato estimado por el "Análisis del mapa de ruta del hidrógeno en España"**:

Potencial económico de la tecnología del hidrógeno en España. Creación de empleo directo neto (horizonte 2030-2035)		Empleos directos en España	
HyWays para España	Aprendizaje rápido y apoyo muy alto - 2030	180.000	
	Escenario <i>Optimistic</i>	125.000	
US DOE 2008	Empleos en Estado Unidos 677.070	extrapolación	101.999
	*Región: <i>Upper Midwest</i> 105.000		107.326
	*Región: <i>Tennessee</i> 14.500		106.105
Escenario HFI - 2035 (Solo sector del automóvil)			
ASES 2008	Empleos en Estados Unidos 925.000	extrapolación	139.349
Escenario <i>Advanced</i> - 2030 (Hidrógeno + pila de comb.)			
	Estados Unidos	España	
Población (ONU 2012)	313.607.000	47.244.000	
Población (US Census Bureau, 2010)	Upper Midwest		
	46.220.000		
	Tennessee		
	6.456.243		

Figura 15. Estimaciones directas y extrapoladas del empleo directo que generaría la implantación de la economía del hidrógeno en España. Fuente: elaboración propia

Las cifras obtenidas son coherentes con las conclusiones del informe "HyWays para España", teniendo en cuenta la distinta metodología y supuestos de futuro: en un escenario medianamente optimista, coinciden en apuntar a que los puestos de trabajo netos creados en 2030 superarían holgadamente los cien mil (extrapolando por población). Las diferencias entre la economía estadounidense y la española son notables, y resulta evidente que la extrapolación directa basada en un único factor es poco fiable, aunque sí puede determinar un orden de magnitud.

El trabajo del US DOE detalla también algunas estimaciones regionales, de las que se han destacado dos: *Upper Midwest* y *Tennessee*. Según el propio informe, la actividad petrolera en esas regiones es débil, y su economía está más orientada hacia la industria automovilística y afines; esos dos factores hacen que las previsiones para estas regiones sean más representativas del caso





español, y la tendencia es hacia niveles de generación de empleo aún mayores que los correspondientes al promedio del país en su conjunto.

La siguiente figura muestra las conclusiones a las que puede llegarse a la vista de toda la información expuesta anteriormente:

Variación del empleo neto en España

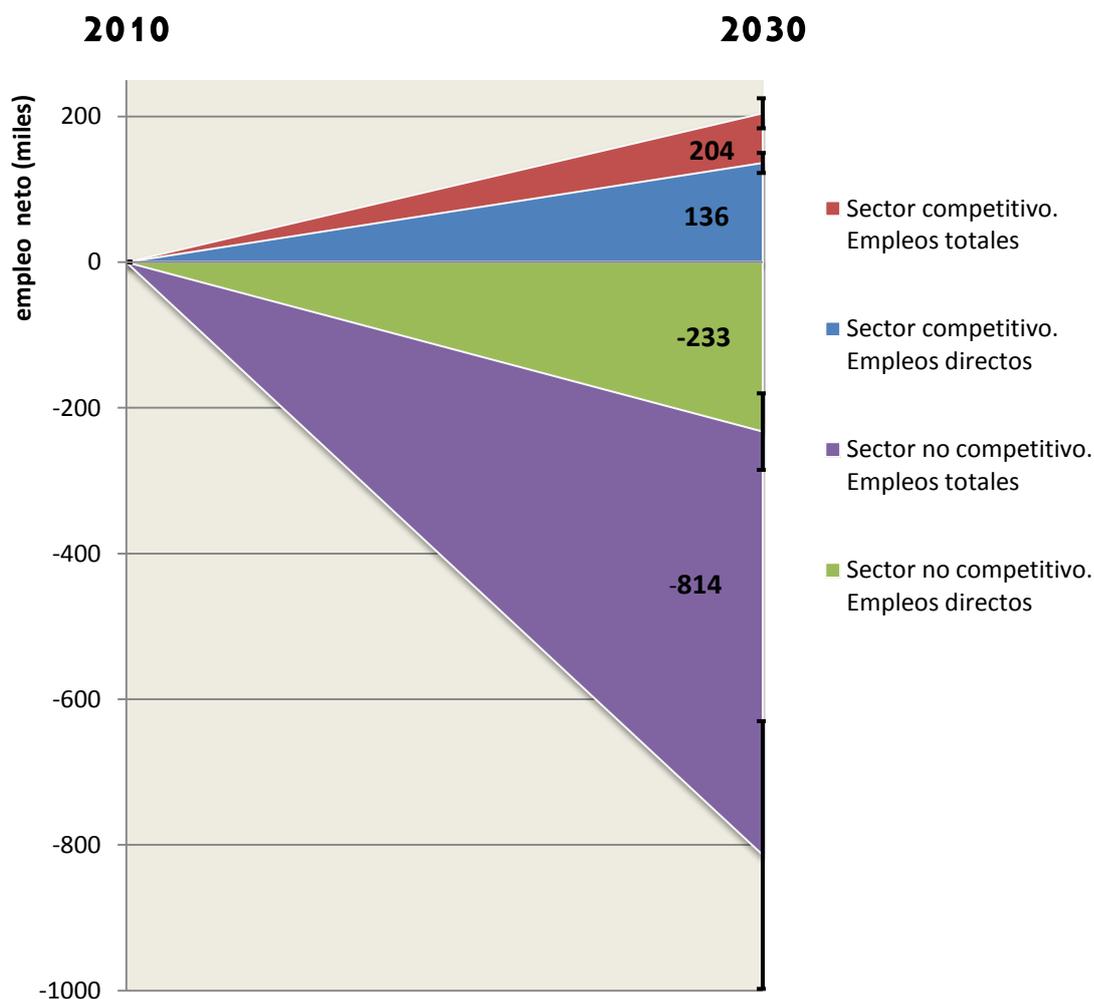


Figura 16. Variación del empleo neto en España según el grado de éxito en la implementación nacional de las tecnologías del hidrógeno. Fuente: elaboración propia.

Dato de creación de empleo directo: punto medio entre escenarios Optimistic H2M y H2H de HyWays (extremos de las barras de error), ponderado con los otros dos informes ("HyWays para España" 50%, US DOE Upper Midwest 30%, ASES 20%). Factor empleo total/empleo directo = 1,5 (intermedio termosolar (1,3) - eólica (1,7)).

Dato de destrucción de empleo directo: punto medio entre escenarios Pessimistic H2M y H2H de "HyWays para España" (extremos de las barras de error). Factor empleo total/empleo directo = 3,5 (intermedio renovables (1,5) - automoción (5,5)).



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

Los datos de empleo directo estimados por los expertos de la PTE HPC coinciden a grandes rasgos con los del informe HyWays para España, con la salvedad de que se ha escogido un nuevo valor representativo, intermedio entre los escenarios H2M y H2H de dicho informe. Sin embargo, a la hora de medir los efectos macroeconómicos, es necesario tener en cuenta también los empleos indirectos e inducidos que se generarían, y así estimar un valor de empleos totales. Esta conversión de empleos directos a empleos totales depende del sector y el ámbito concreto, y en este caso se han tomado valores distintos según se trate de creación o pérdida neta de empleo:

Para creación de empleo

Se ha tomado un valor de 1,5: valor medio entre los que aparecen en los documentos de impacto macroeconómico para los sectores termosolar y eólico nacionales.

Para la destrucción de empleo

Se ha tomado un valor de 3,5: ostensiblemente más alto, aunque conservador si lo comparamos con los ratios que se manejan en el sector de la automoción (entre 4 y 7), principal sector perjudicado en este supuesto.

En los datos de variación en el empleo total se agudizan aun más los efectos desfavorables sobre el empleo de un mal posicionamiento respecto a estas tecnologías: aunque podrían crearse del orden de 200.000 puestos de trabajo si España se posicionara exitosamente en el mercado, el efecto más serio se daría en el caso contrario, pues la destrucción de empleo previsible supera los 800.000 puestos netos perdidos, la mayoría relacionados con el sector del automóvil.

Como se ha mencionado a lo largo del documento, los datos de empleo obtenidos son solo estimaciones, cuya validez está condicionada a una serie de supuestos razonables. A continuación se recopilan una serie de factores que podrían desviar las cifras de empleo estimado hacia arriba o hacia abajo, según el caso:





“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



Factores que podrían INCREMENTAR el impacto sobre el empleo

Probablemente el ratio de empleo total/directo será mayor que el de otros sectores renovables, al ser ésta una actividad más transversal.

El ratio de empleo total/directo para la destrucción de empleo en el sector automóvil podría ser mayor aún: aunque en 2011 ocupaba directamente a unas 250.000 personas, fuentes oficiales afirman que en total dependía del sector en torno al 8% de la población activa (~1.800.000 empleos).

Los resultados de “HyWays para España” se refieren a empleo generado en el conjunto de la economía, y se han ponderado a la baja con resultados de estudios que incluyen solo a los principales sectores afectados.

La disminución en las importaciones y otros factores macroeconómicos podrían mejorar las cuentas públicas, permitiendo mejoras en servicios sociales con empleo público asociado.

Todos los informes citados son anteriores a 2012, la mayoría entre 2007 y 2009, por lo que no tienen en cuenta el gran crecimiento en instalaciones y ventas en el periodo posterior, especialmente en 2012 (ver gráficos del apartado 3).

Factores que podrían REDUCIR el impacto sobre el empleo

Se tienen en cuenta solo los escenarios de rápida evolución tecnológica; si ésta fuera más lenta, cualquier efecto sería más moderado.

Variación en los datos de empleo en el sector automovilístico en el periodo 2009-2013: el descenso en el número de empleos en el sector supondría reducir estos impactos en la misma proporción.

Si las extrapolaciones tomasen como referencia otro factor (PIB, vehículos *per capita*...) las estimaciones de empleo podrían reducirse respecto a las mostradas.

Se ponderan estimaciones para 2030 (Hyways para España, ASES) con otras para 2035 (US DOE), por lo que la estimación resultante para 2030 está ligeramente sobreestimada.

La población española disminuyera en este periodo, el impacto absoluto sería proporcionalmente menor (aunque el impacto relativo podría mantenerse o ser mayor). Datos oficiales del INE en 2012 prevén un descenso poblacional en 2030 en torno al 5%.



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

6.2 Impacto sobre otros sectores

El sector del hidrógeno y las pilas de combustible presenta amplias sinergias hacia otros sectores, y la renovación del mercado automovilístico podría generar un sistema y un tejido industrial también nuevo a su alrededor. En particular, el sector del automóvil alimentado por hidrógeno podría incrementar la facturación de los siguientes sectores y servicios:

- ✓ Servicios de ingeniería, instalación y certificación de instalaciones.
- ✓ Servicios de logística.
- ✓ Mantenimiento de las instalaciones.
- ✓ Revisión y certificación periódica de las instalaciones.
- ✓ Reducción de la factura de derechos de emisión de CO₂.
- ✓ Venta de unidades de potencia (generadores eléctricos).
- ✓ Venta de unidades de cogeneración.
- ✓ Producción de hidrógeno energético.
- ✓ Venta de sistemas con pila de combustible para la alimentación de pequeños sistemas electrónicos.

Toda esta nueva actividad económica derivada se traducirá, previsiblemente, en nuevos puestos de trabajo y en mayores flujos de importación y exportación de bienes y servicios.

6.3 Impacto sobre exportaciones e importaciones

Suponiendo un escenario extremo, en el que toda la flota de vehículos funcionara con hidrógeno y ese hidrógeno se produjera solo a partir de combustibles fósiles, el equilibrio de exportaciones e importaciones se vería afectado en muchos aspectos, pero el más

evidente y probablemente el más significativo sería el del descenso en las importaciones de petróleo. En la actualidad, y según datos del IDAE, el consumo de combustible para aplicaciones al transporte es de aproximadamente 26.482 ktep/año.

El ahorro sobre las importaciones actuales de petróleo sería aproximadamente el 50%, lo que representaría reducir las importaciones en unos 7.000 millones de euros.

Según el planteamiento expuesto anteriormente, la reducción en el consumo se debería a la mejora de eficiencia de los sistemas de pila de combustible frente al motor de combustión Interna (eficiencia de la pila de combustible en automoción del ~55%, frente al ~25% del motor de combustión interna en automoción). Al sistema de producción de hidrógeno hay que añadirle una pérdida por procesos de transformación del combustible fósil en hidrógeno (~10%), pero aun así, la eficiencia del vehículo de pila de combustible es de alrededor del doble del vehículo de motor combustión interna. ***El uso de los vehículos de pila de combustible implicaría una reducción de aproximadamente el 50% del consumo total de combustible frente al actual.***

Por todo ello, y en lo relativo a las **importaciones de combustible en el sector transporte**, estaríamos hablando de una reducción aproximada del 50% de combustible importado. En cifras económicas, y partiendo de la mitad de consumo total (13.241 ktep)), estos 13.241 ktep se transformarían en barriles de crudo (1ktep=7,4 barriles), por lo que si se estimara un precio medio del barril actual en 95\$ (se han llegado a alcanzar cifras de 150\$ por barril) y una tasa de cambio media de 1,30 euros por dólar, **el ahorro total de las exportaciones sin**



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



incluir transporte ni impuestos equivaldría a 7.000 millones de Euros.

Es importante destacar que todos los datos estimados se han basado en el modelo de producción de hidrógeno desde combustibles fósiles; si en este modelo se tuviese en cuenta la producción a partir de energías renovables, la cifra de importaciones de petróleo sería aún menor.

En el aspecto de las exportaciones si España alcanzara una posición de liderazgo en la

implantación de flotas de vehículos FCEV, podría atraer a los grandes fabricantes de vehículos e **implantar sus líneas de producción exportando vehículos de tecnología FCEV a Europa.** Además, se dispondría de un **know-how** adquirido en las empresas españolas por llevar a cabo grandes infraestructuras de suministro de hidrógeno, que podría ser exportado a otros países con intenciones de implantar estas tecnologías.





“EXPECTATIVAS DE
CREACIÓN DE EMPLEO
EN HIDRÓGENO Y PILAS DE
COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



BENEFICIOS AMBIENTALES





7. Beneficios ambientales

Las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible podrían mejorar sensiblemente los sistemas renovables del futuro, de forma que sean más eficientes y permitan acoplar mejor la demanda eléctrica con el consumo. Esta mejora tecnológica contribuiría a paliar nuestra dependencia de los combustibles fósiles y además reduciría las emisiones de CO2 de manera directa, tanto por la potenciación de las fuentes renovables como por la mejora en eficiencia.

El uso del hidrógeno de manera directa en las pilas de combustible para la obtención de electricidad se considera un claro ejemplo de tecnología limpia: el proceso se basa en la oxidación de hidrógeno para formar agua, obteniendo al mismo tiempo electricidad. La generación de electricidad mediante pila de combustible tiene lugar en un único paso, a través de un proceso electroquímico que transforma directamente la energía química del combustible en energía eléctrica; de esta manera se evitan los pasos térmicos de las tecnologías clásicas de combustión.

Un ejemplo claro de estos beneficios y reducciones de emisiones puede ser el sector de la automoción, especialmente dependiente del petróleo. El consumo de gasóleo y gasolina en 2011 para aplicaciones de transporte fue:

Fuente: IDAE/MINETUR		gasolina	gasóleo
Consumo de combustible para transporte por carretera en 2011 en España	(millones de litros)	6.699	23.247
	(ktep)	5.193	21.289

Si asumimos que por cada litro de gasolina se emiten 2,3 kg CO2 y que por cada litro de gasóleo se emite 2,6 kg CO2, entonces del consumo de gasolina y gasóleo se estiman que se emiten 75.849 millones de kg de CO2 al año. Partiendo de que el parque automovilístico español ronda los 27 millones de vehículos, se puede estimar que cada vehículo emite unos 2800 kg CO2 de media al año.

Ya están en marcha múltiples iniciativas nacionales que pretenden introducir del orden de 1,5 millones de vehículos de cero emisiones (FCEV y BEV) en sus respectivos países, con horizontes temporales entre 2025 y 2030. En España, semejante parque podría disminuir las emisiones de CO2 en 4.200 millones de kg de CO2 al año, un 5,5% de las emisiones debidas al transporte. Las emisiones totales en España por el transporte implican aproximadamente en la actualidad un 42% de las emisiones totales.

Si hoy todo nuestro parque automovilístico estuviese compuesto por vehículos de pila de combustible y aunque la producción de hidrógeno fuera exclusivamente con combustibles fósiles, las emisiones totales debidas al transporte podrían reducirse a la mitad (reducción del ~20% de emisiones totales), simplemente por la mejora de eficiencia en la cadena energética; si además se progresara en la generación renovable asociada a la producción de hidrógeno y en la racionalización del consumo, la reducción sería sustancialmente más elevada. Una ventaja



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



adicional sería que en este escenario las emisiones pasarían de provenir de focos móviles (los propios vehículos) a estar inmóviles y concentradas en grandes plantas industriales fuera de los núcleos de población, mejorando la calidad del aire urbano, facilitando los procedimientos de captura de CO₂ y posibilitando tratamientos contra otros contaminantes (NO_x, partículas, compuestos de azufre, etc.).

Aunque cuantificar las consecuencias de la exposición es muy complejo, está demostrado que esos otros contaminantes provocan importantes efectos adversos en la salud humana y en consecuencia aumentan el gasto sanitario *per capita* de las regiones con mayor exposición (Pascal, 2013) (Xinye Zheng, 2010). En base a esos datos, la sustitución de los motores de combustión interna por otros sistemas de cero emisiones podría mejorar los indicadores de salud humana, con el consiguiente ahorro sanitario además de otras mejoras intangibles como el mayor bienestar de los ciudadanos o el aumento de su expectativa y calidad de vida.

En la actualidad, la estabilidad de las redes eléctricas está directamente relacionada con su tamaño y su grado de interconexión: en el caso de España, a medida que se aumentara la proporción de renovables no gestionables sería necesario



acometer grandes obras de interconexión con Francia y el resto de Europa para poder amortiguar los picos de demanda y oferta; la incorporación de sistemas de acumulación locales y gestionables hará que este punto pierda importancia.

Almacenar energía local de forma distribuida y masiva en forma de hidrógeno requiere grandes inversiones en infraestructuras, pero también evitará la necesidad de nuevos tendidos eléctricos de transporte a larga y media distancia, con sus correspondientes costes e impactos ambientales.





“EXPECTATIVAS DE
CREACIÓN DE EMPLEO
EN HIDRÓGENO Y PILAS DE
COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”



BENEFICIOS INDIRECTOS DE LA GENERALIZACIÓN DEL HIDRÓGENO



8. Beneficios indirectos de la generalización del hidrógeno

Como ya se ha mencionado, las principales ventajas de los sistemas de hidrógeno son la mejora significativa de la eficiencia eléctrica, su potencial para desligar el transporte del consumo de petróleo y su efecto sinérgico respecto a la mayoría de energías renovables. Sin embargo, yendo un paso más allá en el razonamiento, se pueden identificar otras consecuencias positivas, más indirectas, de la generalización de las tecnologías del hidrógeno.

Aunque parece que el momento de los sistemas de hidrógeno llegará en los próximos años de la mano de una única aplicación, los vehículos con pila de combustible, es de esperar que la fácil disponibilidad de hidrógeno en cualquier región española genere nuevas aplicaciones enseguida, diversificando el uso y avanzando gradualmente hacia un nuevo modelo energético. Ya se han mencionado algunas en otros apartados, pero a continuación se citan más ejemplos de actividades potenciadas por la disponibilidad de hidrógeno:

1. Fomento de las “*smart grids*” y en general de la **estabilización de la red eléctrica**. La posibilidad de almacenar masivamente la electricidad tenderá acercar la potencia instalada a la potencia demandada, con el consiguiente ahorro de recursos.

2. Disminución de las importaciones de recursos energéticos, a vez que de nuestra elevadísima **dependencia energética**.

3. Sistemas *Power to Gas*: la reacción de hidrógeno con CO_2 produce **gas natural sintético**, que puede transportarse y usarse





“EXPECTATIVAS DE
CREACIÓN DE EMPLEO
EN HIDRÓGENO Y PILAS DE
COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

exactamente igual que éste. Se crea un recurso energético local (y renovable, si el hidrógeno lo era) a la vez que se valoriza un residuo de otros procesos.

Co-combustión (gasoil, gas natural...) en máquinas térmicas para reducción de emisiones. Las emisiones de CO₂ se reducen en la misma proporción en la que participa el hidrógeno, pero está demostrado que pequeños aportes reducen sustancialmente otros contaminantes, como los NO_x.

Reducción de costes y posible mejora de la sostenibilidad en algunos **procesos industriales consumidores de hidrógeno**.

Mantenimiento o incremento del **turismo**. Los futuros europeos dueños de vehículos de hidrógeno podrían abandonar España como destino turístico ante la ausencia de infraestructura de repostaje; las “autopistas del hidrógeno” son inminentes o ya existen en el centro y norte de Europa, pero España podría convertirse en el primer país del sur en beneficiarse de su implementación.

Mejora en la **calidad del aire** en las ciudades, con la consiguiente mejora en la salud y esperanza de vida de la ciudadanía. Este factor se sumaría también al punto anterior, pues mejoraría la imagen medioambiental para los turistas.

Disponibilidad de oxígeno barato. El oxígeno es un subproducto en la electrolisis, y se generará allí donde se produzca hidrógeno por esta vía. Seguramente podrá valorizarse para uso medicinal o para otros usos como la acuicultura, la depuración de aguas u otros.

Disponibilidad de agua muy pura, aprovechando el excedente de las pilas de combustible. Además de reciclarse para volver a ser electrolizada, esa agua podría salir del ciclo y aprovecharse para otros fines, por ejemplo como suministro puntual en zonas remotas, procesos de evaporación, etc.





“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

9. Glosario de términos

Aplicaciones Estacionarias: dícese de las aplicaciones de producción de energía de manera estacionaria.

Aplicaciones al transporte: dícese de las aplicaciones de generación de energía relativas al transporte de mercancías y/o personas.

Aplicaciones Portátiles: dícese de las aplicaciones de generación de energía para pequeños dispositivos portátiles.

Bioetanol: combustible limpio y renovable, de origen vegetal.

Co-combustión: consiste en la combustión conjunta de dos combustibles en un mismo dispositivo

Electrolizador: dispositivo para llevar a cabo la electrolisis del Agua.

Forklifts: Carretillas elevadoras para manejo de mercancías.

Gasificación de carbón: Proceso que transforma el carbón desde su estado sólido, en una mezcla combustible gaseosa.

Handling aeroportuario: conjunto de equipos y sistemas, y en especial vehículos, que dan servicio exclusivamente dentro de los límites de un aeropuerto.

Hidrogeneras: Estación de Servicio que suministran Hidrógeno de una manera homologada y segura.

Nicho de mercado: segmento de mercado en el cual los individuos tienen características y necesidades homogéneas que no están siendo satisfechas por la oferta.

OEM (original equipment manufacturer): fabricante de equipamiento original.

Power to Gas: Definición de generación de Metano por la reacción CO₂ y H₂.

Producción on-site: Producción de energía in situ.

Reformador: Dispositivo para realizar el reformado con un combustible y obtener hidrógeno.

Smart grid. Red eléctrica inteligente

Stacks de pila de combustible: Apilamiento de celdas de combustible.

Vehículo de Zero Emisiones: Vehículos que no generar emisiones de Co₂ ni de otro contaminante mientras están funcionando.





10. Acrónimos y abreviaciones

ASES: Asociación Americana de Energía Solar

APUs: Auxiliar Power Units (Unidad Auxiliar de Potencia)

BEV: Battery electric Vehicle (Vehículo Eléctrico de Baterías)

EERR: Energías Renovables

FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle (Vehículo Eléctrico de Pila de Combustible)

GAC: Grupo de Análisis de Capacidades

INE: Instituto Nacional de Estadística

kWe: Kilovatio Eléctrico

kWe+t: kilovatio eléctrico mas kilovatio térmico

MCFC: Pila de Combustible de Carbonatos Fundidos

MWe: Megavatio eléctricos

NREL: Laboratorio Nacional de Energía Renovable americano

PAFC: Pila de combustible de Acido Fosfórico

PEMFC: Pila de combustible de Membrana de Intercambio Protónico

PIB: Producto Interior Bruto

PTE HPC: Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y las Pilas de Combustible

SOFC: Pila de Combustible de Óxidos Sólidos

UAVs: Unmanned Aerial Vehicles (vehículo aéreo no tripulado)

US.DOE: US Department of Energy, Departamento de Energía Americano

ZEV: Zero Emission Vehicles, vehículos de cero emisiones, sin motor de combustión



11. Documentos citados

AeH2 Bruselas exigirá una red de hidrogenas en 2020 [En línea]. - 2013. - http://www.aeh2.org/images/stories/PDF/comunicado%20ce_24%20enero%202013_estrategia%20europea%20comb%20alternativos.pdf.

ASES & MISI Defining, Estimating, and Forecasting the Renewable Energy and Energy Efficiency Industries in the U.S and in Colorado [Informe]. - 2008.

Fuel Cell Today Fuel Cell Today's 2010 Industry Review press release, Fuel Cells: Sustainability [Informe]. - 2010.

Fuel Cell Today The Fuel Cell Industry Review 2012 [Informe]. - 2012.

Fuel Cells 2000 A Compendium of Job Estimates in the Fuel Cell Industry [Informe]. - 2011.

HyWays Project HyWays: European Hydrogen Energy Roadmap [Informe]. - 2007.

Park Dal-Ryung Commercialization of Fuel Cell Technologies in Korea [Informe]. - 2010.

Pascal M. et al. Assessing the public health impacts of urban air pollution in 25 European cities: results of the Aphekom project. Sci Total Environ. , 2013.

Pike Research The Fuel Cell and Hydrogen Industries: Ten Trends to Watch in 2012 and Beyond [Informe]. - 2012.

PTEHPC Análisis del mapa de ruta del hidrógeno para España [Informe]. - 2011.

US DOE Effect of Transition to a Hydrogen Economy on Employment in the United States: Report to Congress [Informe]. - 2008.

Xinye Zheng Yihua Yu, Li Zhang, Yanli Zhang Does Pollution Drive Up Public Health Expenditure?. - 2010.





12. Bibliografía relacionada de la PTE HPC

I+D+i del Hidrógeno: Acciones prioritarias. 2012. PTE HPC.

Hidrógeno y Pilas de Combustible. Reflejo del sector en España. 2011. PTE HPC.

Mecanismos de financiación a la I+D+i relacionada con Hidrógeno y Pilas de Combustible. 2010. PTE HPC.

Selección de las acciones de mayor prioridad del Segundo Informe de Recomendaciones del GEP e identificación de responsables. 2008. Grupo de Estrategia y Planificación (GEP). PTE HPC.

Segundo Informe de Trabajos y Recomendaciones. 2007. Grupo de Estrategia y Planificación (GEP). PTE HPC.

Estado de la Tecnología del Hidrógeno y las Pilas de Combustible en España 2007. Grupo de Análisis y Capacidades (GAC). PTE HPC.

Primer Informe de Recomendaciones. 2006. Grupo de Estrategia y Planificación (GEP). PTE HPC.

Heslin Rothenberg Farley & Mesiti P.C. CLEAN ENERGY PATENT GROWTH INDEX (CEPGI)- 2011 Year in Review. CleanTech Group.



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

ANEXO 1: INICIATIVAS DE FOMENTO DE LAS INFRAESTRUCTURAS DEL HIDRÓGENO

Los diferentes países que ya son punteros –o quieren serlo– en el desarrollo de estas tecnologías, están llevando a cabo planes/iniciativas para implantar el vehículo de pila de combustible y una infraestructura de estaciones de servicio de hidrógeno. Estos planes están orientados a medio y largo plazo con el objetivo de que el desarrollo comercial de las tecnologías arranque en 2015 y que posteriormente estén asentadas entre 2025-2030.

Se exponen a continuación las diferentes iniciativas y/o Planes de financiación y desarrollo por países y sus objetivos. Para España, un buen modelo a seguir es lo realizado en el Reino Unido, por tener unas capacidades comparables.

H2 Mobility. Alemania. 2010

Alianza Público-Privada para implementar la infraestructura de las tecnologías del hidrógeno en Alemania. Ha sido el primer acuerdo firmado en Europa, entre 18 empresas (entre ellas se encuentran los principales fabricantes de la automoción, empresas asociadas del sector y órganos de Gobierno). Las previsiones de este plan de desarrollo son:

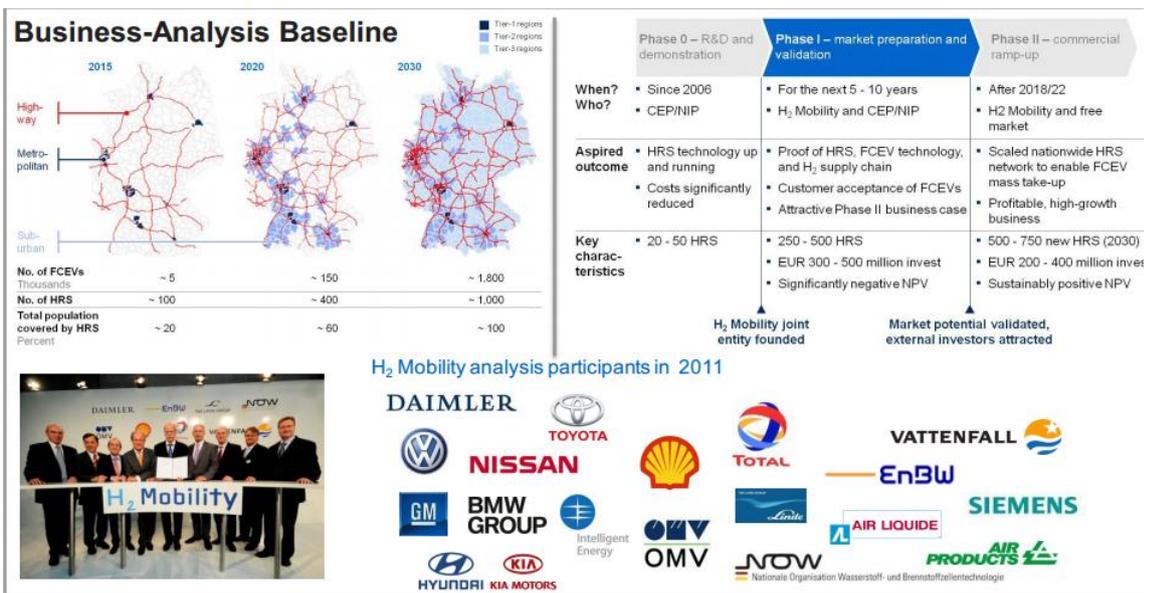
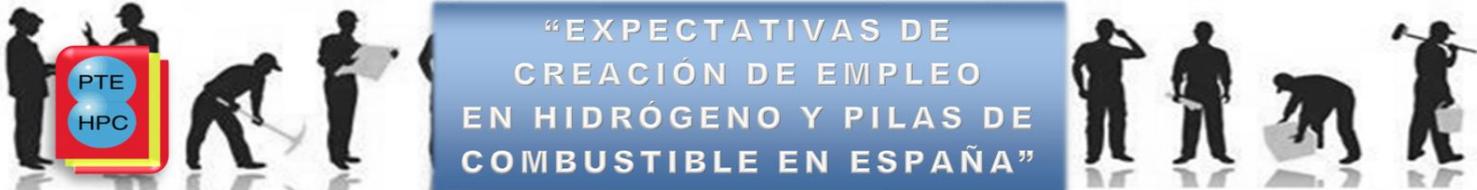


Figura 17. Escenario base-análisis del punto de partida de negocio de las infraestructuras del hidrógeno en Alemania. Fuente: www.whec2012.org

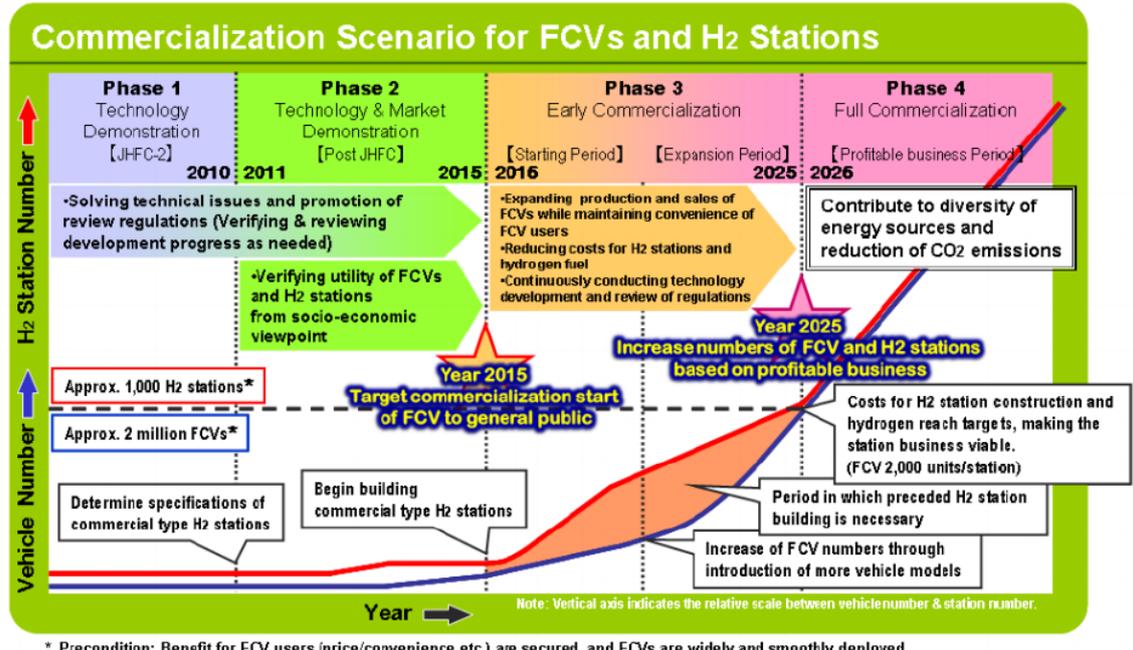
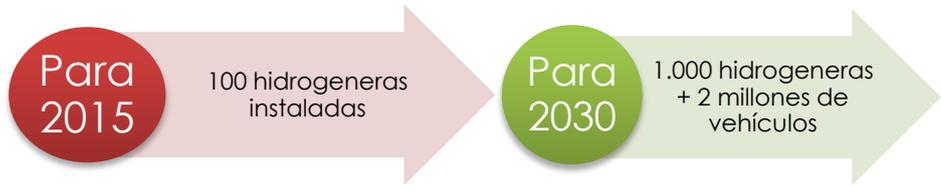




**“EXPECTATIVAS DE
CREACIÓN DE EMPLEO
EN HIDRÓGENO Y PILAS DE
COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”**

Programa específico del Gobierno de Japón. 2011

El Gobierno de Japón junto con trece empresas privadas japonesas anunciaron en marzo de 2011 el lanzamiento de un programa de apoyo público para pasar a la fase de comercialización de vehículos de pila de combustible: producción masiva de estos vehículos y la puesta en marcha de infraestructuras del hidrógeno. El Gobierno ha anunciado que en 2015 comenzará la pre-comercialización de los FCEVs y para ello ha destacado la importancia y necesidad del desarrollo de hidrogeneras. Las previsiones son:



* Precondition: Benefit for FCV users (price/convenience etc.) are secured, and FCVs are widely and smoothly deployed

Figura 18. Escenario de comercialización de los FCEVs e hidrogeneras en Japón. Fuente: www.whc2012.org



“EXPECTATIVAS DE CREACIÓN DE EMPLEO EN HIDRÓGENO Y PILAS DE COMBUSTIBLE EN ESPAÑA”

UK H2 MOBILITY. Reino Unido



La iniciativa UKH2Mobility proporciona una visión de largo plazo para desarrollar una estrategia de despliegue de las tecnologías del hidrógeno en el Reino Unido. Esta iniciativa permitirá la introducción y el desarrollo de un sistema de transporte basado en las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible a partir de 2015, fecha en que los fabricantes están determinando como clave para la comercialización de los vehículos de pila de combustible. Inicialmente planteaba tener instaladas para 2015, 65 estaciones de servicio y en 2030 más de 1150 estaciones de servicio. Esta alianza público-privada incluye a fabricantes de vehículos como empresas asociadas del sector y a entidades públicas del Reino Unido. Se citan a continuación las entidades participantes que han puesto en marcha esta iniciativa:

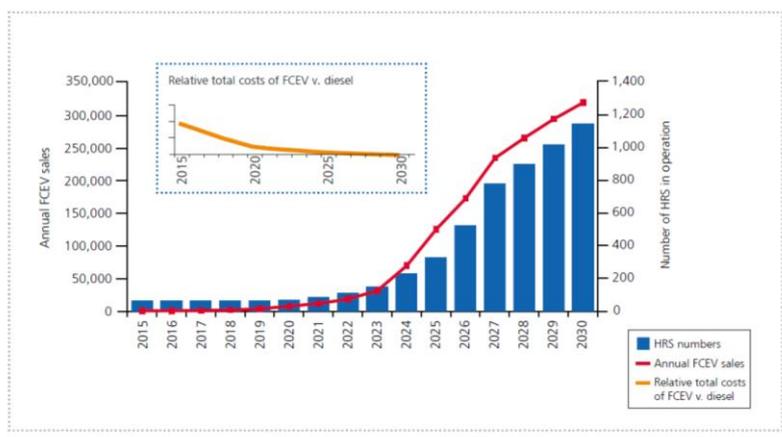


Figure 7: UK consumer demand for FCEVs increases as the cost premium diminishes and the network of HRS expands.

Figura 19. Resultados de la fase 1 de la Iniciativa UK H2 Mobility (abril 2013)¹

- Gobierno del Reino Unido: Department of Energy & Climate Change, Department for Transport, Department for Business Innovation & Skills
- Fabricantes de vehículos: Daimler, Hyundai, Nissan, Toyota, Tata Motors, Vauxhall.
- Empresas gasistas y/o productoras de hidrógeno: Air Liquide, ITM Power, Air Products, BOC (Linde Group member), SSE.
- Proveedores de Tecnología: Intelligent Energy, Johnson Matthey
- Consortios público-privados: FCH JU – New Energy World
- Minorista de combustible: Morrisons.

California Road Map y ZEV PLAN. EEUU. 2012.

Las autoridades californianas están trabajando desde el año 2012 para disponer de un plan viable y concreto sobre movilidad limpia, en el que se plantean varias acciones claras y concisas. La primera es un **plan de Acción (ZEV PLAN)**: mediante el cual se pretende tener 1,5 millones de vehículos de *cero emisiones* para 2025. Hay que señalar que este plan de movilidad, y en particular el específico para vehículos de pila de combustible, no se puede cumplir sin tener planificadas unas infraestructuras adecuadas, por lo que se ha desarrollado el **“California Road Map”**. Este se divide en dos fases, una primera fase entre pre- comercial (2012-2014) y una segunda fase *“Early comercial”* (2015-2017). Se prevé para el año 2015 disponer de 68 estaciones de servicio, ubicadas en lugares específicos, para poder suministrar hidrógeno a 30.000 vehículos.

¹https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/192440/13-799-uk-h2-mobility-phase-1-results.pdf





Table 5 – Station Deployment Based on Market Development and Vehicle Roll-out

Year	Start of Year (Station Total) ³¹	Added Stations ³²	Number of FCEVs in CA ³³	Expected Station Design Capacity [kg/day]
2012	4	4	312	Up to 100
2013	8	9	430	100
2014	17	20	1389	100-500
2015	37	31	5,000-15,000	100-500
2016	68	Market Needs	10,000-30,000	500
2017	>84	Market Needs	53,000	500
2018	>100	Market Needs	>53,000	>500

Note: The OEM Survey only requested years 2015-2017 as a single entry. While the numbers of FCEVs in 2015 and 2016 are not generated in the survey, an estimate value has been used based on a likely roll-out scenario. Based on questions during the CEC workshop, this table has been adjusted to illustrate an estimated range. This table provides a potential station development scenario from 2014-2017, including the average capacity of stations.³⁴

Figura 20. Previsión del despliegue de los FCEVs en California. Fuente: A California Road Map: The Commercialization of Hydrogen Fuel Cell Vehicles

H2 USA. EEUU, 2013.

El Departamento de Energía (DOE) de EEUU ha anunciado la puesta en marcha de una alianza Público-Privada (H2 USA) cuyo objetivo es el desarrollo de la infraestructura del hidrógeno, incluyendo los vehículos eléctricos de pila de combustible. Este consorcio agrupa a los fabricantes de automóviles, agencias gubernamentales, proveedores de gas, y las industrias del hidrógeno y pilas de combustible para coordinar las labores de investigación e identificar soluciones rentables para implementar la infraestructura de hidrógeno en Estados Unidos.

Hydrogen Mobility France. 2013

Iniciativa puesta en marcha por un consorcio público-privado cuyo objetivo es desarrollar una estrategia nacional coherente para el desarrollo del uso del hidrógeno en Francia entre 2015 y 2030, que incluye un análisis de coste y efectividad.

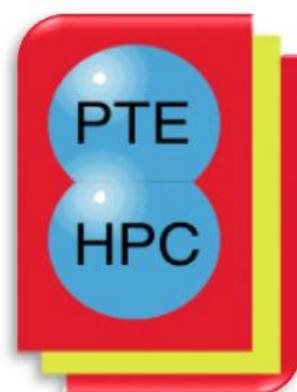
Actualmente son 20 las entidades-partners que se han unido a esta iniciativa y se nombran a continuación: Air Liquide, Alphéa Hydrogène, AREVA, CEA, CETH2, EDF, GDF SUEZ, GRTgaz, IFPEN, INEVA-CNRT, Intelligent Energy, ITM Power, Linde, Michelin, McPhy Energy, Pole Vehicle of the Future, PHYRENEES, Solvay, Symbio FCell, Tenerrdis, WH2, con la participación de expertos de la FCH-JU, ADEME, el CGSP (French Prime Minister Policy Planning Agency) y la DGEC (Energy and Climate General Directorate).

“Hydrogen Mobility France” y, por consiguiente, el consorcio se han formado en paralelo al proyecto de Directiva Europea para promover el desarrollo de combustibles alternativos como la electricidad y el hidrógeno, que está siendo considerado actualmente por el Parlamento Europeo y el Consejo Europeo.

Otras iniciativas puestas en marcha:

Programa específico del Gobierno de Corea: para apoyar a la financiación y el despliegue en el año 2020 de 100.000 FCEVs y 170 hidrogeneras. Las previsiones son que en 2013 haya una producción testimonial de estos vehículos y para 2015 se prevé fabricar 1.000 unidades de este vehículo y para comenzar más tarde con la fabricación de estos vehículos para la venta directa en concesionarios.

Plan energético 2020 del Gobierno de Dinamarca. Este Plan incluye varias iniciativas para el desarrollo de los FCEVs y las infraestructuras de repostaje de hidrógeno.



PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DEL HIDRÓGENO Y DE LAS PILAS DE COMBUSTIBLE

