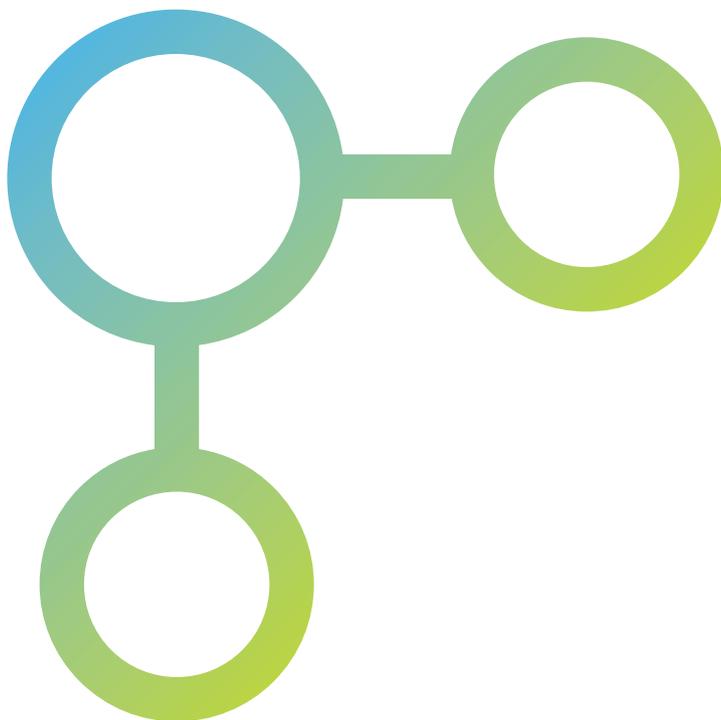




Estado de las
**tecnologías del
hidrógeno y de las
pilas de combustible**
en Andalucía



Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA



Estado de las
**tecnologías del
hidrógeno y de las
pilas de combustible**
en Andalucía



Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA



Índice

-  **1** Presentación / 5
-  **2** Introducción / 9
-  **3** El entorno actual: España, Europa y el mundo / 19
-  **4** Pasado y presente del hidrógeno en Andalucía / 31
-  **5** Actores relevantes en Andalucía / 37
-  **6** Proyectos emblemáticos en Andalucía / 45
-  **7** Anexos / 77

Presentación

1



Presentación /

/ El hidrógeno es un vector energético limpio y sostenible, seguro y eficiente, que complementará en un futuro a la electricidad a la hora de garantizar el suministro energético de la población e incrementará la penetración de las fuentes de origen renovable.

Esta nueva situación está llevando a los diferentes Organismos Públicos, instituciones y empresas a posicionarse, elaborando estrategias y planes de actuación que permitan alcanzar un futuro en el que se contemple la utilización del hidrógeno y las pilas de combustible.

En el Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013 (PASENER) se persigue la aproximación a un nuevo modelo energético que dé respuesta a las necesidades de abastecimiento de energía de la sociedad andaluza sin generar desequilibrios ambientales, económicos y sociales, en el contexto de un desarrollo sostenible para Andalucía, abordando, entre otras, las siguientes cuestiones:

- / Diversificación energética.
- / Garantía y seguridad del suministro.
- / Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.
- / Autosuficiencia energética.

Este nuevo modelo de desarrollo requiere una profunda transformación del sistema energético actual, para lo que se considera primordial el progreso tecnológico, la innovación y la investigación, sobre todo en el campo de las energías renovables.

En este sentido, el hidrógeno y las pilas de combustible se consideran claves para la introducción de las fuentes renovables en el mix energético, ya que su empleo como sistema de almacenamiento de energía elimina el carácter intermitente propio de estos recursos.

A su vez, el sector transporte es, en el ámbito de la Unión Europea, el responsable de la emisión de un 30% de los gases de efecto invernadero y de un 33% del consumo de energía final. Las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible se consideran adecuadas para reducir estos niveles de emisión y para introducir el uso de energías renovables en el sector.

La Comunidad Autónoma andaluza lleva años desarrollando proyectos y tecnología en este campo, a través de empresas y centros de investigación de reconocido prestigio. Con el documento “Estado de las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible en Andalucía”, la Agencia Andaluza de la Energía pretende mostrar algunas de las iniciativas más relevantes. El objetivo de esta publicación es tener un referente de la situación actual, tomando ésta como punto de partida en el trazado de las futuras actuaciones relacionadas con esta materia, haciendo ver cómo, a través de las empresas,

centros de investigación y agentes sociales, Andalucía se encuentra preparada para afrontar este cambio, manteniendo un papel de liderazgo en el desarrollo de la tecnología, la fabricación de equipos y la instalación de infraestructuras.

Para ello, además de analizar la situación estratégica a nivel nacional e internacional, se realiza un inventario de los proyectos acometidos en nuestra Comunidad Autónoma, mostrando los centros de investigación, universidades y empresas que han venido trabajando en hidrógeno y pilas de combustible, o en tecnologías que les son afines.

El resultado pone de manifiesto que Andalucía ha apostado por un cambio en el paradigma energético, posicionándose a través de actuaciones concretas en una situación óptima para jugar un papel relevante en este sector.

Isabel de Haro Aramberri

Presidenta
Agencia Andaluza de la Energía



Introducción

2

**El hidrógeno es un vector energético,
no una fuente de energía primaria.**

Su uso es limpio y seguro.

**La sostenibilidad del proceso de producción
del hidrógeno depende
de la tecnología empleada.**

**El binomio *hidrógeno – pilas de combustible*
puede ser empleado en cualquier aplicación
que requiera energía eléctrica.**

**La utilización del hidrógeno no se limita a su
uso en pilas de combustible, destacando su
empleo en motores de combustión interna y
turbinas.**

Naturaleza del hidrógeno /

/ El hidrógeno es un gas incoloro e inodoro que al igual que el gas natural o la gasolina, presenta la cualidad de ser combustible, es decir, de oxidarse en presencia de oxígeno (o aire), desprendiendo energía en forma de calor.

Sin embargo, a diferencia de otros combustibles que contienen carbono en su molécula, el hidrógeno al reaccionar con oxígeno produce solo vapor de agua como residuo.



Aunque el hidrógeno es un elemento químico muy abundante en la naturaleza (aproximadamente el 75% del Universo), no se encuentra en estado puro en ningún tipo de “yacimientos”, ha de ser producido a partir de una materia prima que lo contenga y un aporte de energía.

Debido a lo anterior, el hidrógeno no es una fuente de energía primaria sino un vector energético empleado para almacenar y transportar energía.



Beneficios del hidrógeno /

/ Los beneficios del hidrógeno se pueden englobar en las siguientes categorías:

Beneficios en ahorro y eficiencia energética.

Beneficios respecto a la diversidad de suministro e independencia energética.

Beneficios medioambientales.

La utilización de hidrógeno como vector energético abre la vía al uso de tecnologías basadas en electroquímica, en las cuales el rendimiento de transformación de energía química a energía eléctrica se incrementa respecto a los sistemas basados en transformaciones de tipo térmico (caso de los motores de combustión interna), consiguiendo mejoras en términos de ahorro y eficiencia energética.



Los beneficios en materia de diversidad de suministro e independencia energética surgen del hecho de que el hidrógeno no sea un recurso energético en si mismo, sino que haya que producirlo empleando una fuente de energía primaria, por lo que cada país, cada región, puede generar su propio hidrógeno, su propio “combustible”. Cuando este hidrógeno se crea a partir de los recursos autóctonos supone independencia energética, seguridad del suministro, mejora de la balanza de pagos y promoción de las economías locales al crear puestos de trabajo.

Adicionalmente, el uso del hidrógeno como combustible y su producción, tanto centralizada como distribuida, abre la puerta al “hidrógeno renovable”, o lo que es lo mismo, a la posibilidad de almacenar y transportar la energía renovable (independientemente de la fuente) de una manera práctica y segura.

Este aspecto es especialmente interesante si se tiene en cuenta la dificultad, cada vez mayor, de evacuar la electricidad generada con tecnologías renovables. Mediante el empleo del hidrógeno como vector energético se consigue aumentar la capacidad de penetración de estas fuentes sostenibles.

Por otra parte, el almacenamiento de energía en forma de hidrógeno y su posterior uso en el sector transporte, abre otra vía para utilizar energías renovables en dicho sector.

Respecto a los beneficios medioambientales, la combustión del hidrógeno en sí es un proceso limpio al liberar únicamente vapor de agua, por tanto la electricidad generada a partir de hidrógeno estará libre de emisiones siempre que este combustible se haya producido mediante un proceso limpio de carbono.



Procedimientos de generación de hidrógeno /

/ Actualmente existen tecnologías en distintas fases (investigación, desarrollo y comercialización) que permiten producir hidrógeno a partir de diversos tipos de materias primas como el agua, la biomasa, o los recursos fósiles (carbón, petróleo y gas natural) y con un aporte de energía primaria que puede provenir de los combustibles convencionales, energía nuclear o fuentes renovables.

A pesar de este abanico de posibilidades, en la actualidad el 94% del hidrógeno producido a nivel mundial se origina mediante reformado de gas natural (metano), que consiste en partir la molécula de este gas al combinarla con vapor de agua, requiriendo para ello de un aporte de energía. La reacción que rige este proceso es:



Este proceso tiene la ventaja de ser el de menor coste económico a gran escala pero conlleva emisiones de CO_2 como consecuencia de utilizar una materia prima de origen fósil. Estas emisiones son, en la práctica, de aproximadamente 7 kg de CO_2 por kg de hidrógeno producido.

Por otra parte, existe un grupo de procesos (electrólisis, termólisis, fotoelectrólisis, etc.) limpios en lo que a emisiones de CO_2 se refiere, basados en la rotura de la molécula de agua, que precisan el consumo de energía para dicho fin, según la siguiente reacción:

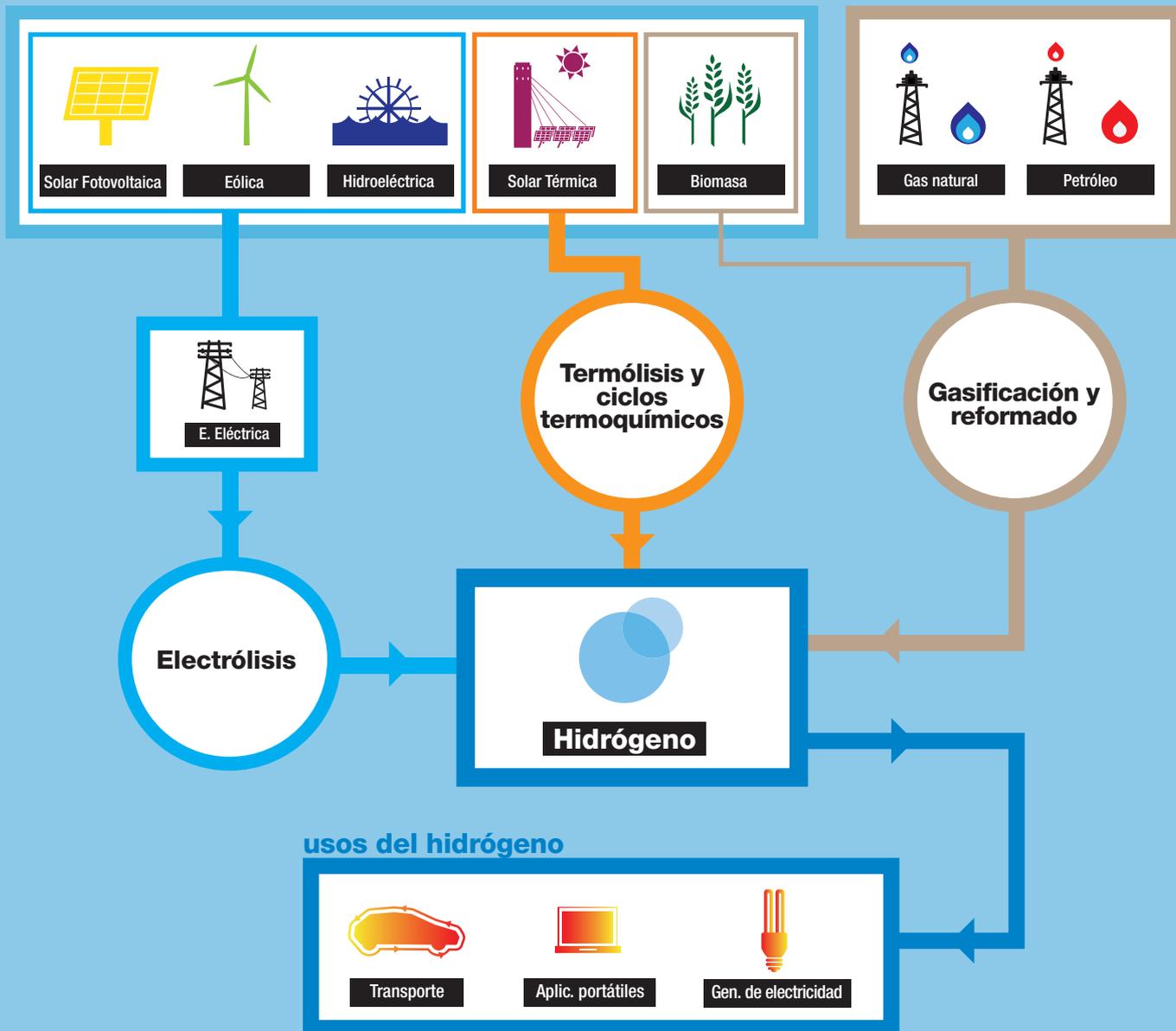


Dado que todos los procesos de producción de hidrógeno requieren consumo de materia prima y un aporte de energía, la sostenibilidad del mismo dependerá de la tecnología empleada.

Cadena de producción del hidrógeno /

energías renovables

combustibles fósiles



Almacenamiento de hidrógeno /

/ Existen diversas formas, comercialmente establecidas, de almacenamiento de hidrógeno: a presión, líquido e hidruros metálicos.

El almacenamiento de hidrógeno a presión es una tecnología ampliamente utilizada desde los inicios del siglo XX. Su uso comercial se ha establecido a 200 atm de presión y se prevé su aplicación en automoción a presiones de hasta 700 atm.

El uso de hidrógeno líquido está asociado a su utilización en aplicaciones espaciales o portátiles. Esta es la opción elegida cuando se trata de aumentar la densidad energética del sistema de almacenamiento.

El uso de sistemas basados en hidruros metálicos está asociado a aplicaciones estacionarias y es el que menor requerimiento energético precisa.

En todos ellos se alcanzan unos niveles de seguridad compatibles con su empleo tanto industrial como doméstico.



Usos del hidrógeno: las Pilas de Combustible /



/ Al margen de sus aplicaciones como materia prima en la industria química, el hidrógeno, como vector energético, tiene la capacidad de almacenar y transportar energía.

Ahora bien, para transformar la energía química contenida en el hidrógeno en otro tipo de energía como la electricidad o el calor, es necesario emplear dispositivos como las pilas de combustible (integradas en ciclos combinados o no) o los motores de combustión interna.

Las pilas de combustible, cuya base de funcionamiento fue descubierta en el Siglo XIX, se sustentan en el principio inverso de la electrólisis; es decir, combinar oxígeno e hidrógeno para formar agua y electricidad:



Nota: existen otras tecnologías de pilas de combustible, como las que llevan a cabo reformado interno o las que funcionan con metanol directo.

Estructuralmente, las pilas de combustible son un conjunto o apilamiento de “celdas básicas”, en cada una de las cuales se lleva a cabo la citada reacción.

Las pilas de combustible se clasifican en función de parámetros tales como el electrolito, la temperatura de operación o las reacciones químicas concretas que se desarrollan en las celdas que las conforman. Según sus características, serán más apropiadas para una u otra aplicación.

Actualmente, las pilas de combustible que se encuentran en desarrollo comercial son las de uso espacial (de tecnología alcalina o AFC), las empleadas en automoción (de tecnología de polímeros sólidos o PEMFC) y las utilizadas en generación distribuida (habitualmente de ácido fosfórico o PAFC).

En general, el binomio hidrógeno – pila de combustible puede ser utilizado donde se necesite energía eléctrica. Una de sus primeras aplicaciones fueron los vehículos empleados en la carrera espacial a finales de la década de 1960. En ellos, se combinaba el hidrógeno y el oxígeno almacenados en la nave en una pila de combustible para producir la electricidad que se necesitaba a bordo.

En la actualidad, este binomio se usa en submarinos (donde se emplean para que permanezcan sumergidos por más tiempo), sistemas de comunicaciones o aplicaciones portátiles.

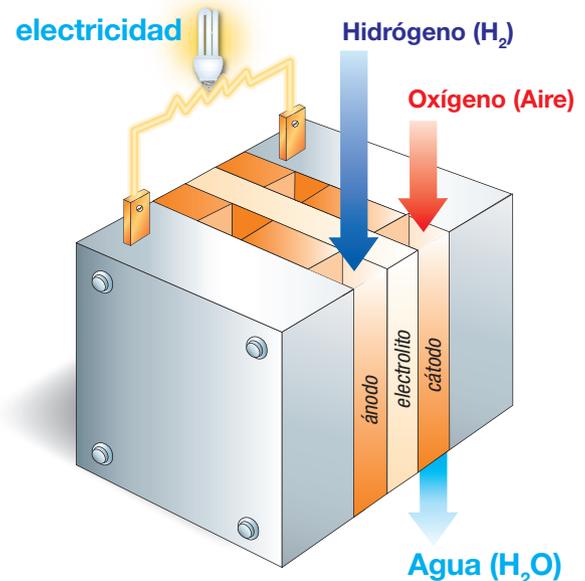
→ EN EL FUTURO, TRENES, AVIONES Y COCHES PODRÁN BENEFICIARSE DE SU UTILIZACIÓN, JUNTO A OTRAS APLICACIONES ESTACIONARIAS O PORTÁTILES.

Así, por ejemplo, la práctica totalidad de las empresas fabricantes de automóviles del mundo han desarrollado prototipos de vehículos propulsados por pilas de combustible alimentadas con hidrógeno, lo que indica cómo avanzarán los vectores energéticos del futuro. Adicionalmente, algunas compañías automovilísticas están considerando la utilización de hidrógeno puro o mezclado con gas natural en motores de combustión interna, logrando así mayores rendimientos energéticos que con un motor convencional, sin necesidad de una gran inversión.

Por otra parte, por lo que respecta a la producción de electricidad, la integración de pilas de combustible de alta temperatura en un ciclo Brayton (o ciclo

combinado) permite incrementar el rendimiento energético neto del sistema hasta unos valores cercanos al 80%.

Síntesis del funcionamiento



Nombre	Siglas <i>(en inglés)</i>	Aplicaciones
Pilas de combustible Alcalinas	AFC	Frecuentemente empleadas en lanzaderas espaciales.
Pilas de combustible Poliméricas	PEMFC	Automoción y aplicaciones portátiles; sistemas de comunicaciones.
Pilas de combustible Poliméricas de Metanol Directo	DMFC	Aplicaciones portátiles (microelectrónica).
Pilas de combustible de Ácido Fosfórico	PAFC	Aplicaciones estacionarias y ocasionalmente para transporte (autobuses). Generación distribuida.
Pilas de combustible de Carbonatos Fundidos	MCFC	Aplicaciones estacionarias y con posibilidad de cogeneración. Generación distribuida.
Pilas de combustible de Óxido Sólidos	SOFC	Generación centralizada de electricidad, integración en ciclos combinados.

**El entorno actual:
España, Europa y el mundo**



Los ejes fundamentales para el desarrollo y aplicación de las nuevas tecnologías asociadas al hidrógeno y las pilas de combustible son: EEUU-Canada, Japón y la Unión Europea.

En el panorama nacional, destacan los siguientes agentes: Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible (PTE-HPC), la Asociación Española del Hidrógeno (AeH₂) y la Asociación Española de Pilas de Combustible (Appice).

El entorno actual: España, Europa y el mundo /



/ El escenario energético actual se caracteriza principalmente por los siguientes aspectos:

Participación mayoritaria de los combustibles fósiles en la estructura energética mundial. Actualmente representan un porcentaje del 50% y a menos que se tomen medidas al respecto, se prevé que este porcentaje se acerque a valores próximos al 80% en 2030.

Indicios de que los yacimientos de petróleo han alcanzado su cenit, afectando negativamente a los niveles de producción del mismo.

Preocupación generalizada por los efectos que provoca el cambio climático.

Notable crecimiento de la demanda de energía impulsada principalmente por países de economía emergente como China e India.

Existencia de una estrecha relación entre la continuidad y calidad del suministro energético y el desarrollo socio económico de un país.

Esta situación ha originado que prácticamente todos los programas internacionales y estrategias empresariales, como es el caso de la Iniciativa Tecnológica Conjunta (JTI)¹, hagan referencia a la importancia que tiene la innovación, investigación, desarrollo e implantación de nuevas tecnologías energéticas más eficientes, respetuosas con el medio ambiente, menos dependientes de los combustibles fósiles y compatibles con un sistema de generación distribuida, con el fin de conseguir una mayor independencia energética y asegurar la calidad y seguridad del suministro energético.

Es en este panorama donde encajan, resolviendo parte del complejo problema, el hidrógeno y las pilas de combustible. El hidrógeno como vector energético, como una manera limpia, segura y eficiente de almacenar y transportar energía y las

¹ La Iniciativa Tecnológica Conjunta (JTI) para hidrógeno y pilas de combustible es una alianza público-privada puesta en marcha por la Comisión Europea en 2008.



→ EEUU-Canadá

pilas de combustible como un dispositivo adecuado para producir calor y electricidad a partir de este gas. Todo apunta a que el futuro pasa por una convivencia de dos vectores energéticos fundamentales: el hidrógeno y la electricidad.

El posicionamiento a nivel mundial, en lo que respecta al desarrollo de las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible, así como el enfoque dado para implementar una Economía del Hidrógeno, viene determinado en torno a tres ejes: EEUU-Canadá, Japón y la Unión Europea.

Además de estos tres actores principales, existen otros países y regiones que destacan en el marco mundial por la estrategia que han definido y seguido para la implantación de una Economía del Hidrógeno, siendo significativo el caso de Islandia, cuyo reto ha sido el aprovechamiento de sus recursos renovables de cara a asegurar su autoabastecimiento energético, apostando por una Economía del Hidrógeno que cubra las demandas de determinados sectores económicos, como son los ámbitos de embarcaciones de pesca y turísticas.

Estos países han adoptado una postura de liderazgo a nivel mundial en estas tecnologías, desde un punto de vista económico y de mercado.

El programa de Hidrógeno y Pilas de combustible de Estados Unidos, gestionado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos (DoE), tiene como finalidad avanzar en la definición y aplicación de estas tecnologías a nivel comercial, para lo cual ha enfocado sus esfuerzos en el desarrollo de las siguientes líneas de trabajo:

Producción de hidrógeno a partir de recursos propios.

Producción y distribución centralizada de hidrógeno.

Almacenamiento de hidrógeno en vehículos.

Pilas de combustible.

Validación técnica de los sistemas en aplicaciones reales.

Elaboración de protocolos de seguridad y normas de producción, distribución, almacenamiento y empleo del hidrógeno.

Educación y formación sobre la Economía del Hidrógeno.

Análisis de las interacciones existentes entre los componentes, los costos del sistema, la eficiencia energética, los impactos sociales y el sistema de comercio.

Adicionalmente destaca el interés de los Departamentos de Defensa y Transporte de los EE.UU., en esta materia, los cuales cuentan con programas propios de desarrollo e implementación de esta tecnología, además del gestionado por el DoE.

Canadá ha establecido su propia hoja de ruta y ha apostado por la creación de “clusters” tecnológicos, del tipo “Silicon Valley”, en los que se han organizado los tejidos científico e industrial (tanto grandes como pequeñas y medianas empresas), de manera que cubren la cadena completa de elaboración de un producto final, como puede ser la fabricación de pilas de combustible poliméricas, en torno a la multinacional Ballard Power Systems Inc., en Vancouver (British Columbia, Canadá).

Como ejemplo de la apuesta de Canadá por estas tecnologías se cita la construcción de la “autopista del hidrógeno” entre Vancouver y Whistler, en el marco de los Juegos Olímpicos de Invierno de 2010, existiendo una iniciativa similar en California.



→ Japón

El objetivo de Japón ha sido siempre asegurar su suministro energético, claramente limitado por su escasez de recursos, para lo que ha apostado incluso por la creación de industrias de conversión de recursos importados de terceros países en componentes intermedios y productos finales.

Japón fue el primer país en establecer un plan nacional de hidrógeno y pilas de combustible y, en la actualidad, lidera la fabricación de diferentes dispositivos relacionados con estas tecnologías; todo ello ha sido logrado, en gran medida, gracias a la sostenida inversión pública y privada para favorecer el desarrollo de la I+D necesaria en el sector.

Adicionalmente, ha abierto nuevos mercados tecnológicos basados en la fabricación de pilas de combustible y en la aplicación de estos sistemas al ámbito doméstico e industrial, incluida la cogeneración de electricidad y calor. En esta línea, han apostado por el establecimiento de una marca comercial única, Ene Farm, bajo la cual comercializan productos basados en pilas de combustible, independientemente de su fabricante.

La estrategia comercial de Japón se basa en un plan en el que se integran el desarrollo de las pilas de combustible, la producción de hidrógeno, su transporte y el desarrollo de sistemas de almacenamiento más eficientes y con mayor densidad energética, junto con programas de demostración y la elaboración de legislación y material normativo.

→ La Unión Europea y España

La gran diversidad existente entre los países que conforman la Unión Europea hace que sea muy complejo definir unas líneas de trabajo respecto al hidrógeno y las pilas de combustible, en las que se dé cabida y se aúnen los intereses de los diferentes países que la componen. En el caso de Alemania el objetivo es mantener la posición de liderazgo con la que cuenta actualmente su industria automovilística, mientras que otros países europeos, como podría ser el caso de Polonia, lo que persiguen es cubrir sus necesidades de desarrollo tecnológico y empleo, reorganizando el uso de sus recursos (carbón fundamentalmente), de manera que cumplan con las restricciones medioambientales impuestas en el ámbito de un desarrollo sostenible.

Como nexo dentro de esta diversidad, la política europea apunta al desarrollo tecnológico y las ecoinnovaciones como uno de los pilares de la respuesta energética a los graves problemas a los que se enfrenta el escenario energético actual. Las innovaciones se centran en dos aspectos: generación renovable y aplicación de la tecnología del hidrógeno en generación, almacenamiento y transporte.

En este sentido, el Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética (SET-Plan) identifica al hidrógeno y las pilas de combustible entre las tecnologías necesarias para alcanzar en 2020 los objetivos de reducción de un 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero; una cuota del 20% de energías renovables en la estructura energética y una reducción del 20% en el consumo de energía, así como para lograr a largo plazo (2050) la descarbonización del sistema.

En el panorama nacional, existen actualmente diferentes organizaciones trabajando en la promoción y desarrollo de las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible. Destacan la Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible (PTE-HPC), la Asociación Española del Hidrógeno (AeH₂) o la Asociación Española de Pilas de Combustible (Appice). También cabe destacar la reciente creación del Centro Nacional de Experimentación en Tecnologías de Hidrógeno y Pilas de Combustible (CNETHPC) en Puertollano (Ciudad Real). Este centro, que es una de las 24 Instalaciones Científicas y Tecnológicas Singulares



(ICTS) del Ministerio de Ciencia e Innovación dentro de la iniciativa INGENIO 2010, tiene por objeto la investigación científica y tecnológica de todos los aspectos relativos al hidrógeno y las pilas de combustible.

A nivel regional, se pueden señalar comunidades autónomas como:

/ **Aragón**, que dispone desde 2007 de un Plan Director propio en esta materia, gestionado a través de la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías de Hidrógeno, en el que se recogen una serie de iniciativas y líneas estratégicas de investigación para este sector y se establecen los planes de actuación y horizonte temporal necesario para el desarrollo de las mismas.

/ **Galicia**, cuya Plataforma Tecnológica ENER-XE ha promovido un panel de expertos en hidrógeno, en el que participa la administración, grupos de investigación, universidades y empresas gallegas.

/ **Madrid**, donde la fundación IMDEA (Instituto Madrileño de Estudios Avanzados) Energía contempla dentro de sus líneas de investigación al hidrógeno como instrumento para producir combustibles sostenibles y como sistema de almacenamiento de energía acoplado a energías renovables y a las pilas de combustible como sistemas de utilización de la energía con alta eficiencia.

Adicionalmente, es de destacar el peso de las propuestas relativas a hidrógeno en las convocatorias del Plan Nacional de I+D+i (inexistentes hasta el año 2000).



Agentes en la Economía del Hidrógeno a nivel internacional /

→ Departamento de Energía de EE.UU.

Dentro del Departamento de Energía de EE.UU. (Department of Energy, DoE), la gestión del programa de hidrógeno y pilas de combustible la lleva a cabo la Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE), que contó en 2009 con un presupuesto aproximado de 200 millones de dólares estadounidenses.

Las líneas de investigación y desarrollo en materia de hidrógeno cubiertas por el DoE, incluyen las áreas de energía fósil, energía nuclear y ciencia básica en el ámbito energético. Además cuenta con un programa específico de fomento de nichos de mercado que pueden ser cubiertos con la tecnología de las pilas de combustible, como es el caso del equipamiento de gestión de mercancías o los sistemas energéticos back-up.

→ Alianza Internacional para la Economía del Hidrógeno

La Alianza Internacional para la Economía del Hidrógeno (International Partnership for the Hydrogen Economy, IPHE) fue creada en el año 2003 como una institución internacional para acelerar la transición a dicha economía y está compuesta actualmente por: Australia, Brasil, Canadá, China, Comisión Europea, Francia, Alemania, Islandia, India, Italia, Japón, República de Corea, Nueva Zelanda, Noruega, Federación Rusa, Reino Unido y Estados Unidos.

Cada uno de los países (o agrupaciones de países) miembros de IPHE se ha comprometido a acelerar el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno y de las pilas de combustible, para mejorar la calidad y seguridad de su suministro energético, el medio ambiente y la economía.



Agentes de la Economía del Hidrógeno en Europa /

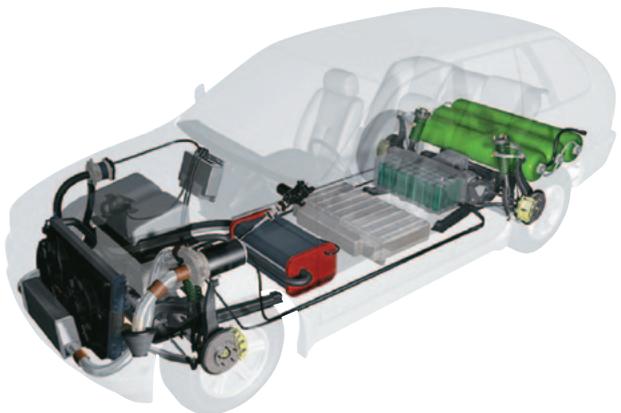
→ Iniciativa Tecnológica Conjunta (JTI) de Hidrógeno y Pilas de Combustible (FCH)

La Joint Technology Initiative (JTI) on Fuel Cells and Hydrogen (FCH) deriva de la extinta Plataforma Tecnológica Europea de Hidrógeno y Pilas de Combustible (*European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform*, HFP). La Plataforma fue creada por la Comisión Europea en enero de 2004, con el objeto de facilitar y acelerar el desarrollo y utilización de sistemas energéticos europeos, basados en pilas de combustible e hidrógeno, competitivos a escala mundial, para su empleo en el sector transporte y en aplicaciones estacionarias y portátiles.

Esta Plataforma Tecnológica, que contaba con miembros procedentes de la comunidad científica, la industria, las autoridades públicas, la comunidad financiera y la sociedad civil en general, vio culminados sus objetivos con la definición de una estrategia europea (Strategic Research Agenda, Deployment Strategy, Implementation Plan) que sirvió de base para el establecimiento de una alianza público-privada en el marco del Artículo 171 del Tratado de la Unión Europea: la JTI en pilas de combustible e hidrógeno.

La JTI, puesta en marcha por la Comisión Europea en 2008, tiene por objeto el desarrollo de proyectos, por un espacio de 6 años, relacionados con hidrógeno y pilas de combustible, en el ámbito de la investigación fundamental y aplicada, el desarrollo y la demostración, que permitan que estas tecnologías tengan un fuerte crecimiento en la comercialización entre 2010 y 2020 y un acceso importante al mercado de masas para el año 2020.

Los miembros de la JTI FCH son los siguientes: la Comisión Europea, el Grupo Industrial (Industry Grouping – IG) y la Comunidad Científica (Research Grouping – RG). En los dos últimos, participan empresas y organismos españoles.



Agentes de la Economía del Hidrógeno en España /



→ Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible

El principal objetivo de la Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible (PTE-HPC) es facilitar y acelerar el desarrollo y la utilización en España de sistemas basados en pilas de combustible e hidrógeno, en sus diferentes tecnologías, para su integración en el sector transporte y en aplicaciones estacionarias y portátiles. Tiene en cuenta para ello toda la cadena de I+D+i.

En este sentido, la Plataforma es consciente de la necesidad de adoptar un planteamiento operativo y dinámico, que incorpore todos los elementos del sistema ciencia-tecnología-empresa y a las administraciones públicas, consiguiendo la coordinación óptima con los organismos europeos e internacionales y que pase a ser un foro obligado en el que la administración deposite su confianza a la hora de plantearse las necesidades de I+D+i a corto, medio y largo plazo.

→ Asociación Española del Hidrógeno

El objetivo principal de la Asociación Española del Hidrógeno (AeH₂) es fomentar el desarrollo de las tecnologías del hidrógeno como vector energético y promover su utilización en aplicaciones industriales y comerciales. Se pretende que el beneficiario principal de los logros de la asociación sea el conjunto de la sociedad y no los propios asociados, tanto por sus beneficios medioambientales como por el impulso industrial que, a largo plazo, se espera obtener.

→ Asociación Española de Pilas de Combustible

La finalidad de la Asociación Española de Pilas de Combustible (Appice) es favorecer el desarrollo científico y técnico de esta tecnología, dar a conocer su potencialidad en los ámbitos nacional e internacional y suministrar formación e información a los agentes sociales interesados.

Pasado y presente del hidrógeno en Andalucía



4

Andalucía comienza las actividades en materia de hidrógeno y pilas de combustible en 1989, a través de un Convenio de Colaboración con el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA).

El Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013 (PASENER) considera al hidrógeno como un vector relevante para el almacenamiento de energía de origen renovable y como alternativa para lograr un transporte sostenible.

Pasado y presente del hidrógeno en Andalucía /

/ Las actividades ligadas al hidrógeno como vector energético y a las pilas de combustible comienzan en Andalucía en 1989, auspiciadas por un Convenio Marco de colaboración entre la Junta de Andalucía y el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA).

El objetivo de dicho Convenio fue avanzar en un concepto de almacenamiento y gestión de energía denominado “sistema regenerativo de pila de combustible”, con uso eminentemente espacial en aquella época, pero con un indudable potencial a nivel terrestre para la gestión de la energía producida a partir de fuentes renovables, desacoplando producción y consumo.

En septiembre de 1990 y amparado por el citado Convenio, se inició un primer Acuerdo Específico bajo el cual se constituyó un grupo de trabajo encargado de desarrollar actividades en materia de producción de hidrógeno a partir de energía solar fotovoltaica. Uno de sus principales logros fue el diseño, construcción, operación y evaluación de la primera instalación nacional de este tipo, y una de las primeras a nivel mundial, donde se aúna el binomio hidrógeno-energía renovable, en el Centro de Experimentación de El Arenosillo (Huelva).

El interés de la administración andaluza en estas actividades se materializó en sucesivos Acuerdos Específicos entre la Junta de Andalucía y el INTA, desarrollados hasta 1995, donde se profundizó en aspectos de almacenamiento de hidrógeno (mediante el desarrollo de un sistema de hidruros metálicos) y el uso de pilas de combustible: de ácido fosfórico utilizando un reformador interno de metanol y de polímeros sólidos usando hidrógeno renovable como combustible.





A su vez, la infraestructura científico-técnica desarrollada por el INTA en la localidad onubense de Mazagón (instalación solar fotovoltaica de 7 kW, dispositivos de almacenamiento de hidrógeno en forma de hidruros metálicos y a una presión de 200 bar, sistemas de pilas de combustible tipo PEMFC y PAFC, instalaciones auxiliares, etc.) permitió que, en el seno de un grupo de investigación andaluz, se realizara en 2002 la primera tesis doctoral² española asociada a esta temática. En esta, se analizó desde un punto de vista energético, la producción de hidrógeno electrolítico a partir de energía solar fotovoltaica como un medio de almacenamiento de energía que contribuye a la gestión de las fuentes de energías renovables y a disminuir la aleatoriedad de las mismas.

El grupo constituido y el carácter de Centro Público de Investigación que lo albergaba, pueden considerarse el germen que ha posibilitado alcanzar, con los esfuerzos de las empresas que se fueron involucrando posteriormente, unos niveles de conocimiento y experiencia que permiten a entidades andaluzas participar en proyectos de I+D nacionales y europeos.

² Estudio Teórico y Experimental sobre la producción de hidrógeno electrolítico a partir de energía solar fotovoltaica: diseño, operación y evaluación de una planta piloto de producción de hidrógeno electrolítico de 1,2 Nm³ H₂ /h.

También en la década de los 90, iniciaron sus trabajos en esta materia diversas universidades andaluzas: la Universidad de Huelva, que centró sus actividades en el desarrollo de inversores y sistemas de control para pilas de combustible, y la de Sevilla, que focalizó su esfuerzo en la integración energética de fuentes de energía renovable y sistemas de producción de hidrógeno, y en el desarrollo de sistemas de potencia aplicables a pilas de combustible. Estas entidades crearon nuevos laboratorios que se unieron a las instalaciones ya existentes en El Arenosillo.

Desde principios del año 2000 hasta nuestros días han sido varias las empresas, centros de investigación y universidades andaluzas las que se han ido incorporando progresivamente al cómputo total de actores que desarrollan actividades relacionadas con la tecnología del hidrógeno y de las pilas de combustible en Andalucía y que han dado como resultado importantes proyectos de innovación, investigación y desarrollo en este sector. El listado de empresas, centros de investigación, universidades y proyectos andaluces se muestra en apartados posteriores.

En este sentido, destacan algunas empresas y entidades andaluzas, como Abengoa (que desde 2003 centraliza toda su actividad en materia de hidrógeno y pilas de combustible en la empresa Hynergreen Technologies, S.A.), el INTA y la Plataforma Solar de Almería, que crearon en la década de los 90 áreas de trabajo relacionadas con el hidrógeno y pilas de combustible que, años después, continúan presentes en el esquema empresarial andaluz trabajando en este sector.

En el año 2007, motivados por la necesidad cada vez mayor de conseguir un modelo energético más respetuoso con el medio ambiente, que propicie un desarrollo sostenible basado en una producción de energía eléctrica menos contaminante y más eficiente, se comenzaron actuaciones encaminadas a la elaboración de una hoja de ruta para el hidrógeno y las pilas de combustible en Andalucía, coordinada por la Agencia Andaluza de la Energía, entidad encargada de desarrollar y evaluar las medidas derivadas de la política energética de la Junta de Andalucía con el objetivo de optimizar el abastecimiento de energía de nuestra Comunidad.

En la actualidad, el Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013 (PASENER) considera al hidrógeno como un vector relevante para dar respuesta a las necesidades de abastecimiento energético de la sociedad andaluza, debido principalmente a su interés en el almacenamiento de energía de origen renovable y como alternativa para lograr un transporte sostenible.

Cabe señalar el esfuerzo que ha realizado la Junta de Andalucía para promover y apoyar proyectos e iniciativas en el ámbito del hidrógeno y de las pilas de combustible, desde la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa a través de la Dirección General de Universidades, la Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía (IDEA), la Agencia Andaluza de la Energía y desde la Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA) y ahora también, desde la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia. Este apoyo ha contribuido de modo significativo a alcanzar la situación en la que ahora se encuentra esta Comunidad Autónoma.

→ ANDALUCÍA TIENE UNA CLARA OPORTUNIDAD DE EXPANSIÓN EN ESTAS TECNOLOGÍAS PORQUE CUENTA CON UN GRAN POTENCIAL INVESTIGADOR Y EMPRESARIAL, BIEN EQUILIBRADO Y CON CONOCIMIENTO DE LAS ÚLTIMAS TENDENCIAS DE I+D EN LOS SECTORES EN LOS QUE OPERA, ADEMÁS DE UNA ALTA DISPONIBILIDAD DE RECURSOS RENOVABLES Y EXPERIENCIA EN SU EXPLOTACIÓN, ASPECTOS QUE JUEGAN A SU FAVOR.

La puesta en valor de este potencial por parte de los centros de investigación y empresas precisa de una estrategia de desarrollo que favorezca su posicionamiento a nivel internacional en el ámbito del hidrógeno y de las pilas de combustible.





**Actores relevantes
en Andalucía**

Actualmente, existen 22 grupos de investigación andaluces que han desarrollado actuaciones en materia de hidrógeno y pilas de combustible.

El 50% de estos trabajos de investigación se engloban en el área de tecnologías de la producción, mayoritariamente centrada en pilas de combustible.

Existen 7 empresas andaluzas con proyectos en el sector del hidrógeno y las pilas de combustible y 46 con interés potencial en estas tecnologías.

Andalucía tiene presencia empresarial en prácticamente toda la cadena de valor del hidrógeno.

Actores relevantes en Andalucía /

/ En el análisis realizado de los actores relevantes en Andalucía que trabajan en los sectores del hidrógeno y de las pilas de combustible se ha separado, por un lado, los pertenecientes a grupos de I+D+i y por otro, los vinculados a empresas.

Dentro de los primeros, se distingue entre universidades (o grupos adscritos a éstas) y Organismos Públicos de Investigación (OPI). En cuanto a las empresas, se han subdividido a su vez en las que ya están trabajando en estas tecnologías y las que han comenzado a mostrar recientemente su interés por las mismas.



Grupos de I+D+i /

/ El número de grupos de investigación con actividad en este sector se ha incrementado de modo notable en los últimos años.

Actualmente, existen 22 grupos de investigación perteneciente o adscritos a universidades, incluidos en el Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI) que han desarrollado actuaciones en este campo. Estos grupos corresponden a las siguientes áreas:

Física, Química y Materiales (FQM)

Tecnologías de la Producción (TEP)

Recursos Naturales y Medio Ambiente (RNM)

Ciencias de la Vida (CVI)

Ciencias Sociales, Económicas y Jurídicas (SEJ)

La variedad de áreas permite apreciar que las tecnologías de hidrógeno y pilas de combustible son líneas interdisciplinarias de investigación, donde se tiene presente no solo aspectos puramente energéticos (TEP) o de catálisis y materiales (FQM), sino también aspectos relativos a recursos naturales (RNM), producción de hidrógeno a través de procesos biológicos (CVI) y económicos (SEJ).

El análisis de los datos concluye que el 50% de estos grupos de investigación desarrolla su actividad en el área de las Tecnologías de la Producción, centrándose en la mayoría de los casos en el estudio, diseño y modelado de pilas de combustible PEMFC y SOFC, incluyendo además líneas orientadas al uso del hidrógeno como sistema de almacenamiento y a la gestión de las energías procedentes de fuentes renovables.

El segundo lugar lo ocupa el área de Física, Química y Materiales, con una participación del 36%. Estos grupos trabajan principalmente en el desarrollo de materiales catalíticos para la producción de hidrógeno y conductores para su utilización en pilas de combustible. Cabe resaltar dentro de este área, los estudios teóricos sobre el almacenamiento de hidrógeno en nanotubos que se están realizando desde el Departamento de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales de la Universidad Pablo Olavide de Sevilla.



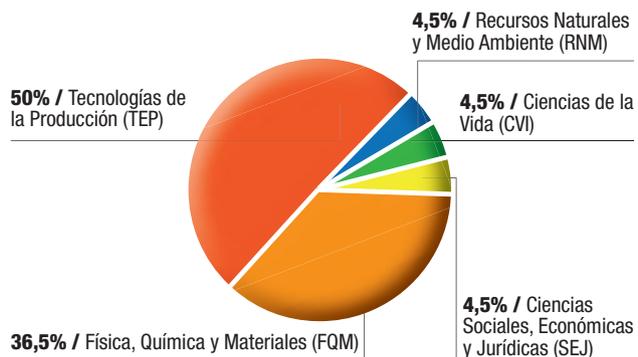
El Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica de esta universidad, representa el único departamento que ejecuta su actividad dentro del área de las Ciencias Sociales, Económicas y Jurídicas. En él se están llevando a cabo análisis económicos sobre la utilización del hidrógeno como combustible en el marco de los proyectos MaHREs I y II.

Respecto al área de Recursos Naturales y Medioambiente, la actividad se concentra en el Departamento de Química Inorgánica de la Universidad de Granada, en la que se están analizando y desarrollando nuevos catalizadores para reacciones de hidrogenación y electrolizadores para pilas de combustible.

Por último, el Departamento de Bioquímica Vegetal de la Universidad de Sevilla está trabajando en la producción de hidrógeno mediante algas dentro del área de Ciencias de la Vida.

Gráfico 1 / Reparto de los centros de investigación pertenecientes o adscritos a universidades andaluzas por área de actividad.

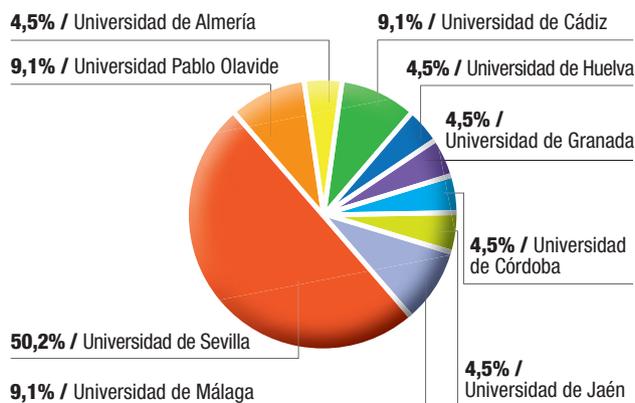
Total: 22 centros de investigación.



De la distribución por universidades, destaca la concentración de grupos en la Universidad de Sevilla, motivada fundamentalmente por la existencia de empresas y otros Organismos Públicos de Investigación en un entorno cercano, que han venido actuando tradicionalmente como elementos dinamizadores de los mismos.

Gráfico 2 / Reparto de los centros de investigación según la universidad a la que pertenecen o están adscritos.

Total: 22 grupos de investigación.



Por lo que respecta a Organismos Públicos de Investigación (OPI), destacan las actuaciones realizadas por el Laboratorio de Sistemas de Energía Terrestre del INTA en El Arenosillo, Mazagón (Huelva), y por la Plataforma Solar de Almería (PSA) del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), en Tabernas (Almería).

El INTA, además de las actividades reflejadas en el apartado 4, “Pasado y Presente del hidrógeno en

Andalucía”, dispone de bancos completos de ensayos de pilas de combustible poliméricas y actualmente ha iniciado acciones en el área de producción de hidrógeno a partir de combustibles fósiles (diésel) y biocombustibles (bioetanol). El grupo ha participado en numerosos proyectos europeos y nacionales.

Por su parte, el Grupo de Combustibles Solares de la Unidad de Sistemas de Concentración Solar de la PSA ha comenzado en los últimos años varios proyectos de desarrollo de tecnologías de producción de hidrógeno por vía termoquímica a partir de radiación solar concentrada (INNOHYP y SOLTER-H). Además, la Plataforma, a través del CIEMAT, está promoviendo, junto con sus centros homólogos CEA en Francia y ENEA en Italia, la creación de la Plataforma Experimental Sushypro, -cuya ubicación no está aún decidida-, y un plan de acción para el ensayo de sistemas de producción masiva y limpia de hidrógeno mediante procesos térmicos a alta temperatura y sin emisiones de CO₂.

Finalmente, matizar que la participación en proyectos europeos de grupos de investigación andaluces en este campo se ha concentrado, fundamentalmente, en el INTA, PSA, el Instituto de Ciencias de los Materiales de Sevilla (ICMSE)³, y las universidades de Sevilla y Huelva.

En los anexos se presenta una relación de cada uno de los Grupos y Organismos Públicos de Investigación considerados.

³ El ICMSE es un Centro Mixto entre el Consejo Superior de Investigación Científicas y la Universidad de Sevilla.

Empresas /

/ En la actualidad, cabe citar siete empresas andaluzas, implicadas directamente en este sector y con proyectos de demostración con financiación regional, nacional o autonómica: cinco en Sevilla (Carburos Metálicos S.A., Greenpower Technologies, S.L., Hynergreen Technologies, S.A., Inerco, S.A. y Endesa, S.A.), una en Almería (Sistemas de Calor, S.L.) y una en Jaén (Santana Motor, S.A.).

Los proyectos desarrollados por estas empresas se engloban dentro de las siguientes líneas de trabajo: producción, almacenamiento y uso de hidrógeno limpio; diseño, desarrollo y fabricación de pilas de combustible; desarrollo de BoP (balance de planta) para sistemas basados en pilas de combustible, inclusión de estas tecnologías en el sector transporte y su integración con fuentes renovables como la energía eólica.

Destaca la gran concentración de estos proyectos en filiales de Abengoa, que se embarcó en el sector del hidrógeno y pilas de combustible en el año 1998, a través de sus filiales Inabensa y Greencell, las cuales dieron paso, en 2003, a Hynergreen Technologies. Estas empresas son también, las principales participantes en proyectos europeos.

A las siete empresas anteriores se les suman otras 46 entidades andaluzas con interés y capacidad

tecnológica para abordar proyectos en el ámbito del hidrógeno y las pilas de combustible en un futuro próximo.

Los sectores empresariales en los que enmarcan su actividad estas empresas son:

Industria del plástico (9%), con potencial para la fabricación de marcos y sellos para pilas de combustible y electrolizadores.

Industria de componentes (19%), para utilizar los desarrollos derivados de la integración y uso de pilas de combustible en sectores como el transporte, etc.

Industrias relacionadas con las energías renovables (9%), interesadas en la contribución del hidrógeno como sistema de almacenamiento que ayudará a resolver los problemas derivados de la aleatoriedad de dichas fuentes.

Industria de aleaciones especiales (8%), capaces de hacer frente a la demanda de materiales para la fabricación de sistemas de almacenamiento de hidrógeno.

Las empresas de ingeniería (8%), con potencial para desarrollar proyectos de integración energética.

Las empresas de electrónica (13%), para dar respuesta a la necesidad de adecuar los niveles de tensión entre las fuentes renovables y las cargas (electrolizadores) y entre los productores (pilas de combustible) y la red.

Industria de materiales compuestos (6%), tendrán una aplicación clara en el desarrollo de sistemas de almacenamiento de hidrógeno gracias a la fabricación de elementos ligeros y resistentes.

Industrias del sector transporte (9%), siendo un nicho de mercado claro para la aplicación de pilas de combustible en el sector de la automoción.

Industria auxiliar (19%) contribuirá en los sistemas de mecanizado de piezas e integración de componentes.

Del análisis anterior se concluye que existe potencial en Andalucía para cubrir toda la cadena de valor del hidrógeno y de las pilas de combustible (producción, almacenamiento y uso final del hidrógeno y diseño, fabricación e integración de pilas de combustible).

Otra de las conclusiones que se extrae del estudio de estas empresas es que se encuentran repartidas por todas las provincias andaluzas (gráfico 4). Destaca la provincia de Sevilla con el 38% de las mismas (20 entidades) y con participación en todas las áreas descritas anteriormente.

Gráfico 3 / Distribución de las empresas andaluzas con implicación directa o interés en hidrógeno y pilas de combustible, por actividad empresarial.

Total: 53 empresas.

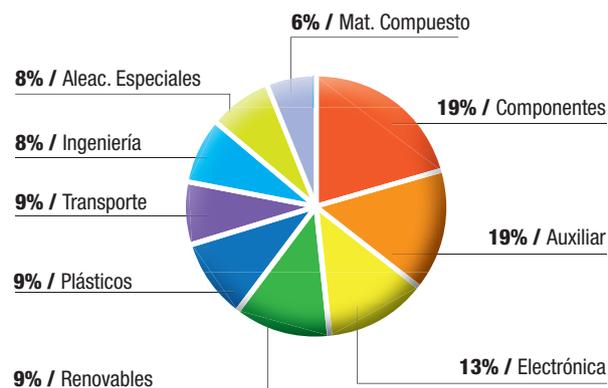
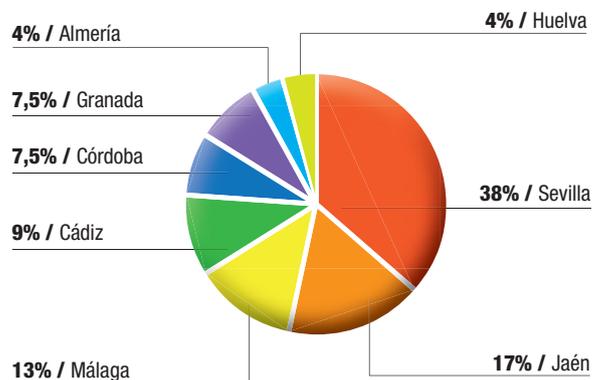


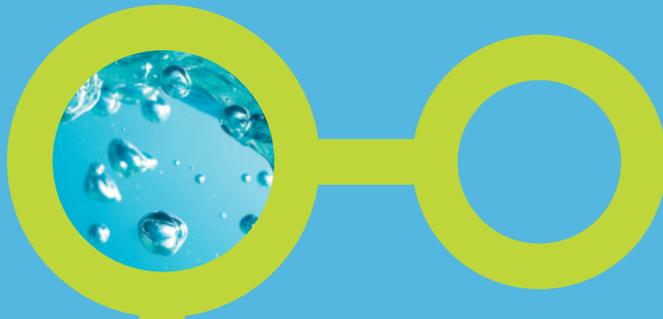
Gráfico 4 / Distribución de las empresas andaluzas con implicación directa o interés en hidrógeno y pilas de combustible, por provincias.

Total: 53 empresas.



→ DEL RESULTADO DE AMBAS DISTRIBUCIONES (LA GEOGRÁFICA Y LA DE ACTIVIDAD EMPRESARIAL) SE DEDUCE QUE ANDALUCÍA SE ENCUENTRA EN UNA POSICIÓN EQUILIBRADA Y CON UN FUERTE POTENCIAL DE CRECIMIENTO INDUSTRIAL EN EL SECTOR DEL HIDRÓGENO Y LAS PILAS DE COMBUSTIBLE, LO QUE FAVORECERÁ SU TRANSICIÓN HACIA UN MODELO DE DESARROLLO SOSTENIBLE.





6

Proyectos emblemáticos en Andalucía

En el periodo 2001-2009 se han iniciado en Andalucía 58 proyectos de especial relevancia en materia de hidrógeno y pilas de combustible, con una inversión global de aproximadamente 40 millones de euros.

La mayoría de los proyectos están orientados a áreas de I+D+i relacionadas con las tecnologías del hidrógeno, su producción, purificación y almacenamiento.

La inversión anual en Andalucía en esta materia (pública y privada) ha pasado de 200.000 euros en 2001, hasta los casi 8 millones de euros invertidos en 2009.

Proyectos emblemáticos en Andalucía /

/ Como marco temporal para el análisis, se ha tomado el período 2001-2009, que se considera representativo del despegue de estas tecnologías a nivel nacional y regional.

En este intervalo de tiempo se han iniciado 58 proyectos específicamente orientados al hidrógeno y las pilas de combustible, de especial relevancia en el sector y con una participación destacada de nuestra Comunidad Autónoma.

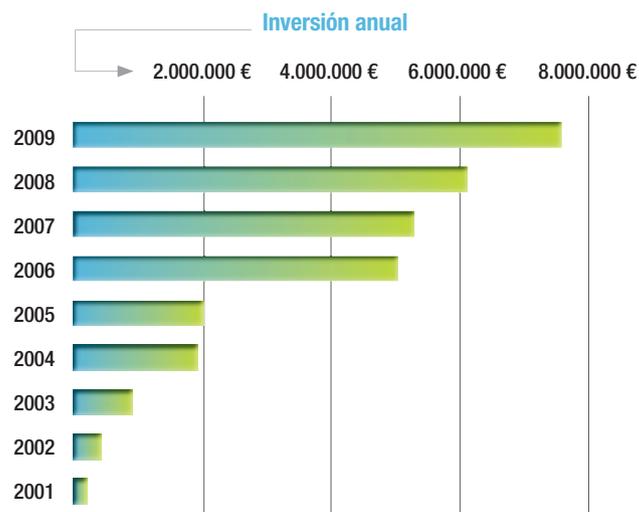
La suma de las inversiones de los 58 proyectos considerados asciende, incluyendo tanto la aportación pública como la privada, a casi 40 millones de euros (38,9 millones de euros). Durante el periodo analizado, se observa un incremento constante de la inversión anual, pasando desde los aproximadamente 200.000 euros en 2001, hasta los casi 8 millones de euros invertidos en 2009 (gráfico 5).

Es destacable el salto de inversión producido entre 2005 y 2006, que coincide con el periodo en el que más proyectos se han iniciado.



Gráfico 5 / Evolución de la inversión asociada a proyectos andaluces.

Periodo: 2001-2009.





Estas inversiones anuales ponen de manifiesto el creciente interés que despiertan en Andalucía el hidrógeno y las pilas de combustible y demuestra cómo esta Comunidad Autónoma juega un importante papel a nivel nacional e internacional en este campo, alcanzado incluso los objetivos de inversión planteados por la PTE-HPC (Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible) e igualando las previstas por la JTI en el ámbito del hidrógeno y de las pilas de combustible.

Como valores de referencia que permitan comparar el gasto realizado en Andalucía con la sufragada por otras regiones, cabe señalar que, a través de los Programas Marco⁴ VI y VII, la inversión anual de la Comunidad Europea en estas tecnologías es de unos 140 millones de euros para todos sus países miembros; adicionalmente, Alemania emplea aproximadamente 50 millones de euros al año en desarrollar proyectos propios.

⁴ El Programa Marco de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Demostración constituye el principal instrumento de la Comisión Europea para promover y financiar proyectos de investigación a nivel de la Unión Europea.

Desde el punto de vista de las recomendaciones de las diferentes plataformas y estudios estratégicos, la PTE-HPC recomienda invertir en España unos 75 millones anuales (entre las 17 comunidades autónomas) y el estudio HY-CO ERA-Net⁵ sugiere unos 200 millones por cada uno de los países que componen la Unión Europea.

La evolución anual del número de proyectos agregados en el periodo 2001-2009 se muestra en el gráfico 6.

Los años 2004, 2006 y 2009 despuntan como especialmente prolíficos en el inicio de nuevos proyectos relacionados con el hidrógeno y con las pilas de combustible como el de desarrollo de reformadores por parte de INTA, los derivados de la integración de fuentes renovables e hidrógeno, proyectos Hidráulica y Hércules-Las Columnas, o los de integración de pilas de combustibles en automoción, Proyectos Delfin y Hércules-El León.

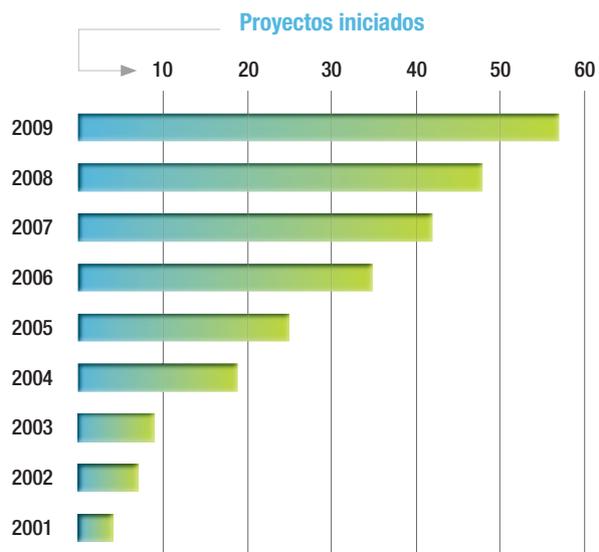
Estas fechas coinciden con un mayor apoyo de las administraciones públicas a este sector, con hitos como la publicación de las sucesivas órdenes de incentivos de la Agencia de Innovación y Desarrollo de Andalucía (IDEA) o la actuación de la Corporación Tecnológica de Andalucía⁶, ratificándose el éxito de este tipo de programas.

⁵ Co-ordination Action to Establish a Hydrogen and Fuel Cell ERA-NET, cuyo objetivo es crear una red que integre las actividades de I+D, nacionales y regionales, en materia de hidrógeno y pilas de combustible.

⁶ La Corporación Tecnológica de Andalucía (CTA) es una fundación público – privada promovida por la Consejería de Innovación Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía.

Gráfico 6 / Total acumulado anual de proyectos iniciados cada año en Andalucía.

Periodo: 2001-2009.

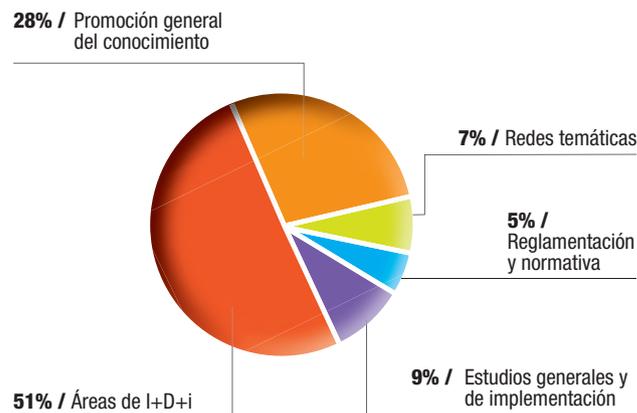


Desde el punto de vista de su naturaleza, el 28% de los proyectos ha estado dirigido hacia la promoción general de conocimiento (investigación básica) en el área de hidrógeno y pilas de combustible, mientras que un 51% de los mismos se ha enfocado a áreas de I+D+i (incluyendo investigación aplicada, desarrollo tecnológico y labores de demostración de las tecnologías desarrolladas).

Un 9% de los proyectos ha ido orientado a estudios generales y de implementación, estudios de viabilidad y planes estratégicos; un 5% al desarrollo de reglamentación y normativa reguladora de estas nuevas tecnologías; y otro 7% a la participación o colaboración en redes temáticas.

Gráfico 7 / Distribución de los proyectos andaluces por su naturaleza.

Total: 58 proyectos.



→ EL HECHO DE QUE LA MAYOR PARTE DE LOS PROYECTOS ESTÉN CONTEMPLADOS EN EL ÁREA DE LA INVESTIGACIÓN APLICADA, SUPERANDO A LOS DE INVESTIGACIÓN BÁSICA, INDICA QUE LAS EMPRESAS Y GRUPOS DE INVESTIGACIÓN ANDALUCES ESTÁN ORIENTANDO SUS LÍNEAS DE TRABAJO, EN MAYOR MEDIDA, A INTEGRAR Y APLICAR TECNOLOGÍAS Y CONOCIMIENTOS PREVIAMENTE DESARROLLADOS.

Dentro de los proyectos de promoción general del conocimiento cabe citar los de desarrollo de catalizadores para la obtención de hidrogeno (Universidades de Cádiz y Sevilla), generación de hidrogeno por procesos fotoquímicos (Universidad de Cádiz) y desarrollo de materiales (Universidades de Málaga y Sevilla).

Dentro de los proyectos de innovación y desarrollo, se destacan aquellos relacionados con la producción de hidrogeno a partir de fuentes renovables (FIRST, RES2H2, Hércules-Las Columnas, Sol-Ter-H o Hidráulica), los centrados en la producción de hidrógeno a partir de combustibles fósiles (REFORDI o SOLHYCARB), los que profundizan en la integración de sistemas (Hércules-El León, Delfín o Aquila) o los de desarrollo de elementos

para su integración en sistemas (Gencell, Homecell o Microcell).

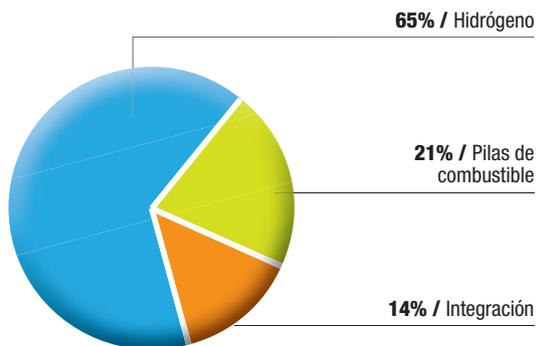
Respecto a los proyectos incluidos en las categorías de estudios generales y de implementación, y redes temáticas, se resaltan, a modo de ejemplo, los Proyectos MaHReA, EIHP y FCTESTNET.

En cuanto al reparto de los proyectos por tecnologías, en el gráfico 8 se observa que la mayoría de ellos (65%), están relacionados con las tecnologías de hidrógeno, su producción, purificación y almacenamiento; un 21% están orientados al desarrollo y al uso de pilas de combustible y sus sistemas afines; y el 14% restante, tiene por objeto los sistemas que integran la producción de hidrógeno con su uso en pilas de combustible.



Gráfico 8 / Distribución de los proyectos andaluces por tecnologías.

Total: 58 proyectos.



El análisis por tecnología muestra un resultado equilibrado y lógico, si se tiene en cuenta la apuesta de Andalucía por el hidrógeno renovable y la integración de las fuentes de energía renovable en el mix de generación eléctrica y que los proyectos de utilización de pilas de combustible van dirigidos a sectores clave para la economía andaluza, como es el sector transporte.

Esta mayor focalización hacia actividades clave para la economía (energía y transporte) está muy acorde con los objetivos y líneas estratégicas definidas tanto por la Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible, como por su homóloga europea (materializada con la constitución de la JTI), ya que estos sectores son donde han puesto un mayor empeño a la hora de establecer el desarrollo de estas nuevas tecnologías energéticas.



En las páginas siguientes, se presenta una descripción de los proyectos realizados y en curso en Andalucía, distribuidos según su tecnología, con indicación de los socios andaluces implicados, presupuesto global del proyecto, fuentes de financiación y descripción sinóptica del mismo. Cabe destacar la colaboración existente entre grupos de investigación y empresas, indicador del grado de complementariedad que se ha logrado en el desarrollo de esta tecnología.

Es señalable también, el número de proyectos realizados en un contexto comunitario (26%) frente a los que han tenido financiación nacional y regional (34 % cada uno) y los de financiación propia, que han supuesto el 6 % del total.

Igualmente, es preciso señalar la interdisciplinariedad de las acciones acometidas en los proyectos con mayor presupuesto según refleja el número y área de actividad de los participantes.

Proyectos relacionados con las tecnologías de producción, purificación y almacenamiento de hidrógeno /

→ **REFORDI: Desarrollo de un reformador de 25 kW para producción de hidrógeno a partir de diesel.**

Presupuesto total: 3.000.000 €	Financiación: INTA	Plazo de ejecución: 2004-2010	Participantes andaluces: INTA, AICIA	Presupuesto participantes andaluces: 1.000.000 €
--	------------------------------	---	--	--

Objetivo: desarrollo, construcción, operación y evaluación de un reformador alimentado por diesel que produce una corriente de hidrógeno susceptible de ser utilizada por una pila de combustible tipo PEM ($\text{CO} < 20 \text{ ppm}$).

→ EL PROYECTO SE HA EJECUTADO EN DOS FASES: EN LA PRIMERA, SE ABORDÓ EL DISEÑO DEL SISTEMA CATALÍTICO Y EL DESARROLLO DE LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL, CONDUCIENDO A LA CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE 5 kW. EN LA SEGUNDA FASE, SE AFRONTARON LOS ASPECTOS RELATIVOS A INTEGRACIÓN ENERGÉTICA Y MEJORA DEL COMPORTAMIENTO ANTE TRANSITORIOS ARRANQUES Y PARADAS.



→ **EIHP I y II: Desarrollo de normativa para el uso de hidrógeno en automoción.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
2.000.000 €	Participantes y V Programa Marco de la UE	2001-2004	INTA	300.000 €

→ **HYAPROVAL: Continuación de EIHP II.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
1.500.000 €	Participantes y V Programa Marco de la UE	2005-2007	INTA	200.000 €

→ **STORHY: Desarrollo de sistemas de almacenamiento de hidrógeno.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
2.000.000 €	Participantes y V Programa Marco de la UE	2005-2008	INTA	100.000 €

→ **Diseño y Síntesis de polímeros de coordinación multiporosos (FQM-4228).**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
351.000 €	Junta de Andalucía. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia	2009-2013	Universidad de Granada	351.000 €

→ **Catalizadores a base de dióxido de cerio para la generación de hidrógeno a partir de metano.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
202.500 €	Ministerio de Ciencia y Tecnología	2002-2005	Universidad de Cádiz	202.500 €

→ **Agua como fuente de hidrógeno atómico y molecular. Implicaciones en química, biología y energías alternativas** (FQM-3213).

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
320.000 €	Junta de Andalucía. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia	2008-2012	Universidad de Granada	320.000 €

→ **Producción de hidrógeno en reactores microcanales** (TEP-1961).

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
444.000 €	Junta de Andalucía. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia	2007-2010	Universidad de Sevilla	444.000 €

→ **Aplicación de la tecnología de plasma combinada con la catálisis a la producción de hidrógeno y a la construcción de nanotubos por reformado de alcoholes y materiales plásticos** (FQM-1741).

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
354.000 €	Junta de Andalucía. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia	2007-2010	ICMS-CSIC y Universidad de Sevilla	354.000 €

→ **Design of advanced noble metals/Ceria-based fuel processing catalysts for hydrogen production** (Diseño de catalizadores basados en cerio / metales nobles para el procesado de combustible orientado a la producción de hidrógeno).

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
250.000 €	Ministerio de Educación y Ciencia	2004-2005	Universidad de Cádiz	250.000 €

→ **SOLHYCARB: Desarrollo de reactores químicos solares de alta temperatura para producción de hidrógeno a partir de craqueo de gas natural.**

Presupuesto total: 2.000.000 €	Financiación: Participantes y V Programa Marco de la UE	Plazo de ejecución: 2006-2010	Participantes andaluces: Abengoa Solar NT	Presupuesto participantes andaluces: 300.000 €
--	---	---	---	--

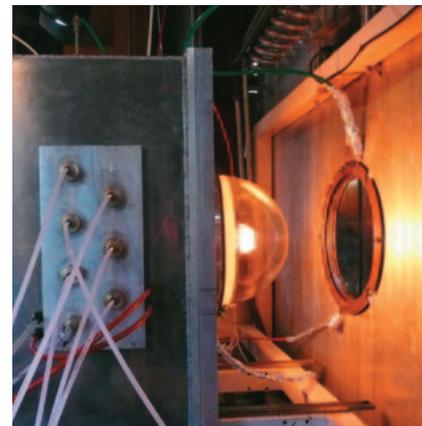
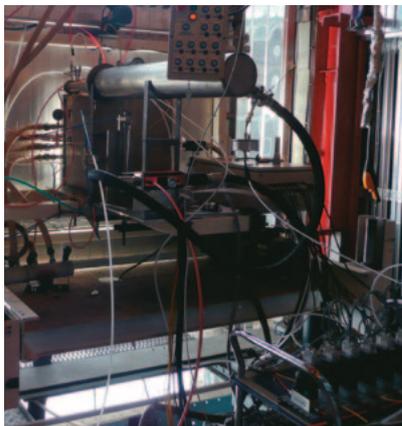
Su objetivo es el desarrollo de una nueva ruta para la producción económica de hidrógeno y síntesis de materiales nanoestructurados de carbono a partir de gas natural utilizando energía solar concentrada.

En el sistema desarrollado, se descompone el gas natural térmicamente en un reactor solar de alta temperatura, produciendo una corriente con alto contenido en hidrógeno y un compuesto nanoestructurado, basado en carbono, de alto valor comercial. La energía solar térmica se almacena en hidrógeno y el proceso está exento de emisiones de CO₂ de modo distinto a las técnicas de secuestro.



Source: CNRS-PROMES

→ EL PROYECTO PERSIGUE EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ENSAYO DE UN REACTOR SOLAR INNOVADOR CON POTENCIAS COMPRENDIDAS ENTRE 5 Y 50 KW TÉRMICOS PARA UNAS TEMPERATURAS DE OPERACIÓN ENTRE 1.500 Y 2.300 K Y PRESIONES DE 1 BAR.



→ **Generación fotoquímica de protones y activación de hidrógeno** (FQM-2734).

Presupuesto total: 668.000 €	Financiación: Junta de Andalucía. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia	Plazo de ejecución: 2008-2012	Participantes andaluces: Universidad de Cádiz	Presupuesto participantes andaluces: 668.000 €
--	--	---	---	--

→ **Nuevos materiales catalíticos para la producción de hidrógeno con muy bajo contenido en CO.**

Presupuesto total: 350.000 €	Financiación: Ministerio de Educación y Ciencia	Plazo de ejecución: 2005-2008	Participantes andaluces: Universidad de Cádiz	Presupuesto participantes andaluces: 350.000 €
--	--	---	---	--

→ **Catalizadores nanoestructurados a base de óxidos lantánidos para la producción de hidrógeno y biodiesel.**

Presupuesto total: 1.159.000 €	Financiación: Ministerio de Ciencia e Innovación	Plazo de ejecución: 2009-2013	Participantes andaluces: Universidad de Cádiz	Presupuesto participantes andaluces: 1.159.000 €
--	---	---	---	--

→ **Producción y valorización de bio-hidrógeno a partir de residuos sólidos urbanos** (TEP-2472).

Presupuesto total: 642.000 €	Financiación: Junta de Andalucía. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia	Plazo de ejecución: 2008-2012	Participantes andaluces: Universidad de Cádiz	Presupuesto participantes andaluces: 642.000 €
--	--	---	---	--

→ **MAHRES: Elaboración del mapa de la demanda y oferta de hidrógeno en España.**

Presupuesto total: 180.000 €	Financiación: Hynergreen y el Ministerio de Educación y Ciencia	Plazo de ejecución: 2004	Participantes andaluces: Hynergreen y Universidad Pablo de Olavide	Presupuesto participantes andaluces: 180.000 €
--	---	------------------------------------	--	--

→ **MAHRES II: Análisis de decisión multicriterio que permita la elaboración de un mapa del hidrógeno de ámbito nacional.**

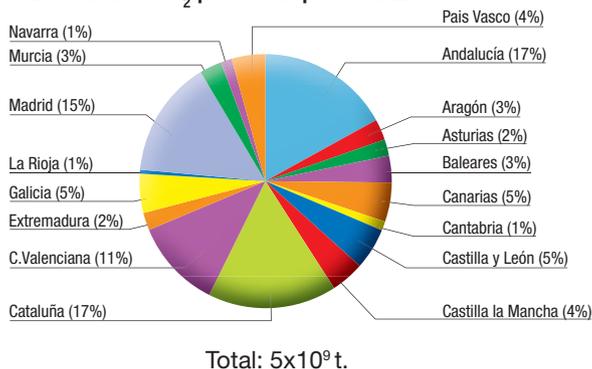
Presupuesto total: 140.000 €	Financiación: Hynergreen	Plazo de ejecución: 2006-2007	Participantes andaluces: Hynergreen y Universidad Pablo de Olavide	Presupuesto participantes andaluces: 140.000 €
--	------------------------------------	---	--	--

El objetivo de este proyecto era analizar la viabilidad de la implantación de la Economía del Hidrogeno en España y planificar dicho proceso, planteando una primera fase consistente en el abastecimiento para 2010 del 10% de la demanda energética de transporte mediante hidrógeno procedente de fuentes renovables.

Para ello, se desarrolló un modelo de programación multiobjetivo que permitiese, para el periodo de tiempo considerado, planificar las inversiones en energías renovables en España, así como la producción y distribución del hidrógeno generado entre las diferentes regiones españolas.

Para el caso de Andalucía, los resultados mostraron que esta región es autosuficiente en recursos energéticos renovables para abastecer el 10% de su demanda energética para transporte, empleando fundamentalmente energía eólica y solar térmica.

→ **Demanda de H₂ para transporte en 2010**



→ LA CONTINUACIÓN DE ESTOS PROYECTOS ES EL PROYECTO **MAHREA** (MAPA DEL HIDRÓGENO RENOVABLE EN ANDALUCÍA), QUE CONTEMPLA, A TRAVÉS DE VARIOS PUNTOS DE VISTA TÉCNICOS Y ECONÓMICOS Y BAJO LA PERSPECTIVA DE DISTINTOS ESCENARIOS FUTUROS DE GENERACIÓN Y DEMANDA ENERGÉTICA, LAS DIFERENTES POSIBILIDADES DE PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO RENOVABLE EN ESTA COMUNIDAD AUTÓNOMA, CON EL OBJETIVO ÚLTIMO DEL AUTOABASTECIMIENTO ENERGÉTICO SOSTENIBLE.

→ **HIDRYCAT: Estudio de reformado seco (catalítico) para la obtención de hidrógeno y gas de síntesis para Fischer-Tropsch.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
63.900 €	Ministerio de Ciencia y Tecnología	2004-2007	Grupo de Investigación RNM111 – Junta de Andalucía	63.900 €

→ **SYNANOCAT: Obtención de gas de síntesis e hidrógeno mediante reformado de hidrocarburos sobre catalizadores de Ni nanoestructurados.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
119.790 €	Ministerio de Educación y Ciencia	2007-2010	Universidad de Málaga y Universidad de Sevilla	55.000 €

→ **H2 – PLASMA: Producción de hidrógeno por descomposición de compuestos orgánicos utilizando plasma de microondas a presión atmosférica.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
145.200 €	Ministerio de Ciencia e Innovación	2009-2011	Universidad de Córdoba	145.200 €

→ **Cogasificación de biomasa y carbón pobre con vapor de agua. Obtención de un gas de síntesis capaz de alimentar a motores de gas/pilas de combustible.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
101.075 €	Universidad de Sevilla y Ministerio de Educación y Ciencia	2004	Universidad de Sevilla	101.075 €

→ **SOLTER-H: Desarrollo y construcción de un prototipo para la producción de hidrógeno a partir de energía solar térmica de alta temperatura.**

Presupuesto total: 903.677 €	Financiación: Participantes y Ministerio de Educación y Ciencia	Plazo de ejecución: 2004-2008	Participantes andaluces: Hynergreen, Abengoa Solar NT, PSA-CIEMAT	Presupuesto participantes andaluces: 903.677 €
--	---	---	---	--

El objetivo fundamental del proyecto ha sido demostrar la viabilidad del binomio hidrógeno y energía solar térmica de concentración mediante la utilización de ciclos termoquímicos basados en ferritas.

A través de estos ciclos termoquímicos, que emplean una sustancia intermedia, es posible lograr la producción de oxígeno e hidrógeno a partir de agua, sin necesidad de recurrir a temperaturas tan elevadas como en el caso de la “ruptura directa de la molécula de agua” por termólisis, y simplificando el proceso de separación de los gases producidos. Dentro del proyecto se diseñó, desarrolló y evaluó un sistema de 5 kW de potencia en el horno solar de la Plataforma Solar de Almería.



→ **Proyecto de integración de la energía eólica con las nuevas tecnologías del hidrógeno.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
218.700 €	Participantes y CTA	2007	Gamesa y Escuela de Ingenieros de la Universidad de Sevilla	218.700 €

→ **Desarrollo de un proceso de generación de gas a partir de biomasa apto para utilización en pilas de combustible.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
200.000 €	Ministerio de Educación y Ciencia	2001-2004	Escuela de Ingenieros de la Universidad de Sevilla	200.000 €

→ **Producción limpia de Hidrógeno: Alternativas sin emisiones de CO₂.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
2.170.000 €	Comunidad de Madrid	2006-2009	INTA, CIEMAT	130.200

→ **Reformado de metano para producción de hidrógeno mediante plasmas y por vía catalítica y electrocatalítica.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
121.000 €	Ministerio de Educación y Ciencia	2004-2007	ICMS- CSIC y Universidad de Sevilla	121.000 €

→ **Reactores catalíticos de microcanales para la producción de hidrógeno a partir de alcoholes.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
365.420 €	Ministerio de Educación y Ciencia	2006-2009	Escuela de Ingenieros de la Universidad de Sevilla	365.420 €

→ **HIDRÓLICA: Producción de hidrógeno a partir de energía eólica e integración de ambas tecnologías.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
1.955.580 €	Participantes, Agencia IDEA y CTA	2006-2009	Endesa Generación, Greenpower e Inerco	1.955.580 €

El objetivo principal del proyecto Hidrónica es analizar la integración de las energías renovables con el vector energético hidrógeno, de forma que se puedan identificar y resolver los posibles inconvenientes tecnológicos y económicos para su implantación a escala comercial.

Los resultados de este proyecto contribuyen al fomento de la integración del hidrógeno en parques eólicos actualmente operativos, ya que además de propiciar una mayor producción eléctrica, fomentan la penetración del hidrógeno, bien como vector energético o como materia prima, en mercados potenciales, a partir de los cuales se iniciaría la formación de verdaderas redes de distribución de hidrógeno.

→ ESTA EXPERIENCIA, LLEVADA A CABO EN EL PARQUE EÓLICO DE TAHIVILLA EN TARIFA (CÁDIZ), UTILIZA LA ENERGÍA EÓLICA COMO FUENTE PRIMARIA PARA PRODUCIR HIDRÓGENO MEDIANTE ELECTRÓLISIS.



→ **Participación en el programa de hidrógeno de la Agencia Internacional de la Energía: producción de hidrógeno a partir de energía eólica.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
25.860 €	Agencia Andaluza de la Energía y Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla	2007-2009	Agencia Andaluza de la Energía y Escuela de Ingenieros de la Universidad de Sevilla	25.860 €

→ **HYDROSOL II: Solar hydrogen via water splitting in advance monolithic reactors for future solar power plants** (Hidrógeno solar mediante ruptura de la molécula de agua en reactores monolíticos avanzados para futuras plantas de energía solar).

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
2.100.000 €	Comisión Europea, Dirección General de Investigación	2005-2009	PSA-CIEMAT	357.000 €

→ **HYDROSOL III: Solar hydrogen via water splitting in advanced monolithic reactors for future solar power plants** (Hidrógeno solar mediante ruptura de la molécula de agua en reactores monolíticos avanzados para futuras plantas de energía solar).

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
2.100.000 €	JTI de Pilas de Combustible de Hidrógeno	2009-2012	PSA-CIEMAT	378.000 €

→ **Solar thermochemical application for production of syngas + H2 from heavy crude oil** (Aplicación solar termoquímica para la producción de hidrógeno y gas de síntesis a partir de petróleo).

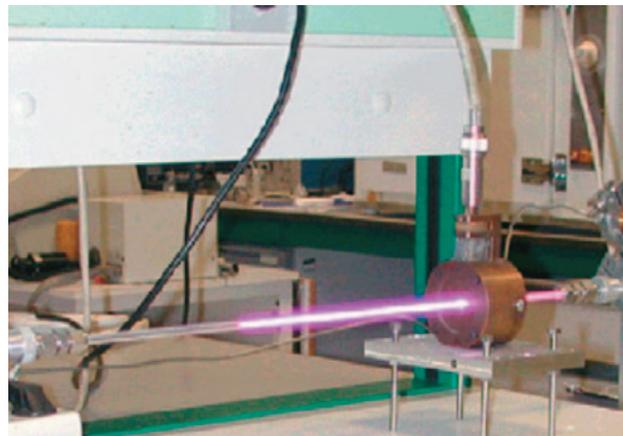
Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
6.800.000 \$	Compañía Nacional de Petróleos de Venezuela (PDVSA)	2004-2009	PSA-CIEMAT	1.891.000 €

→ **PLASMAGEN: Desarrollo de un proceso de reformado de metano y otros combustibles mediante plasma.**

Presupuesto total: 200.000 €	Financiación: Hynergreen y Agencia IDEA	Plazo de ejecución: 2005-2007	Participantes andaluces: Hynergreen e ICMSE-CSIC	Presupuesto participantes andaluces: 200.000 €
--	---	---	--	--

Este proyecto persigue la puesta a punto de un proceso de reformado de metano y/u otros hidrocarburos utilizando un plasma como medio para producir la ruptura de las moléculas del combustible.

En un sistema tradicional de reformado, el combustible (sea hidrocarburo o alcohol) es combinado con agua (y/o con oxígeno puro) para producir hidrógeno, pero siempre con una emisión de dióxido de carbono (el carbono existente en la molécula de hidrocarburo o alcohol pasa a formar parte de la molécula de CO₂ al combinarse con el oxígeno).



En este novedoso sistema, que ya ha arrojado resultados esperanzadores sobre su comportamiento en los primeros ensayos, presenta una alternativa al reformado catalítico convencional, que permite reformar mediante plasma el hidrocarburo o alcohol si necesidad de oxígeno. Si se emplea gas natural como alimentación originaría como productos hidrógeno y carbono en estado sólido.

→ **INOHYP: Innovative medium-long term for Hydrogen Production - Coordinated Action**

(Acción coordinada para la innovación a medio y largo plazo en la producción de hidrógeno).

Presupuesto total: 770.000 €	Financiación: Participantes y VI Programa Marco de la UE	Plazo de ejecución: 2004-2007	Participantes andaluces: PSA-CIEMAT	Presupuesto participantes andaluces: 15.400
--	--	---	---	---

→ **HYRREG: Plataforma Generadora de Proyectos de cooperación para el impulso de la Economía del Hidrógeno en el Sudoeste Europeo.**

Presupuesto total: 1.324.429 €	Financiación: Programa Interreg Ivb Sudoeste	Plazo de ejecución: 2009-2011	Participantes andaluces: Instituto Andaluz de Tecnología-IAT e INTA	Presupuesto participantes andaluces: 212.000 €
--	--	---	---	--

→ **Aplicación de técnicas novedosas de control de almacenamiento de energía eléctrica de origen renovable utilizando hidrógeno.**

Presupuesto total: 320.000 €	Financiación: Escuela de Ingenieros de la Universidad de Sevilla y Ministerio de Ciencia e Innovación	Plazo de ejecución: 2007-2010	Participantes andaluces: Escuela de Ingenieros de la Universidad de Sevilla	Presupuesto participantes andaluces: 320.000 €
--	---	---	---	--

→ **Estudio de viabilidad de la producción de hidrógeno a partir de Energía Eólica.**

Presupuesto total: 10.345 €	Financiación: Agencia Andaluza de la Energía	Plazo de ejecución: 2005	Participantes andaluces: Agencia Andaluza de la Energía y Escuela de Ingenieros de la Universidad de Sevilla	Presupuesto participantes andaluces: 10.345 €
---------------------------------------	--	------------------------------------	--	---

→ CONSOLI+DA: Consorcio solar de I+D. Paquete de trabajo para la producción de hidrógeno solar.

Presupuesto total: 2.000.000 €	Financiación: Hynergreen y Agencia IDEA	Plazo de ejecución: 2008-2011	Participantes andaluces: Hynergreen, Abengoa Solar, mc2	Presupuesto participantes andaluces: 2.000.000 €
--	---	---	--	--

El proyecto ConSOLI+Da es una actuación a diferentes niveles para el desarrollo del I+D en el ámbito de la energía solar, financiado por el marco Cenit.

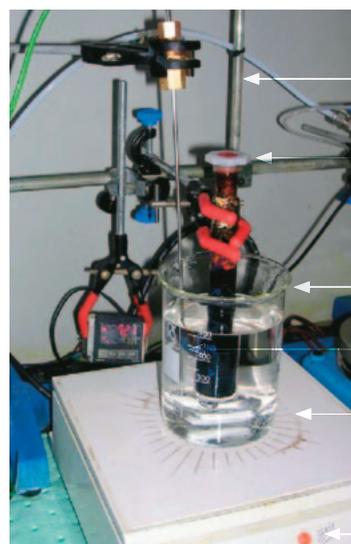
Una de las actividades incluidas en el proyecto está orientada al estudio del hidrógeno como método de almacenamiento de la energía solar térmica, produciendo este gas en momentos de exceso de oferta de energía solar y empleándolo para generar electricidad en los momentos de mayor demanda.

En ConSOLI+Da se analizan diferentes procesos de producción de hidrógeno (termólisis, ciclos termoquímicos, electrólisis de alta y baja temperatura, etc.), así como distintos sistemas para transformar este gas en energía eléctrica o térmica (pilas de combustible, turbinas, etc).

→ Detalle de la parte superior de la columna y el balón de recogida de condensados.



→ Detalle de montaje para el estudio en laboratorio de Reacción Bunsen.



Sonda de temperatura

Tapón sin conexión de gas

Probeta con mezcla a ensayar

Control de Temperatura PID

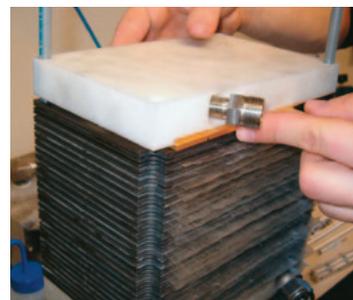
Baño con silicona e imán

Placa calefactora

Proyectos orientados al desarrollo y uso de pilas de combustible y sus sistemas afines /

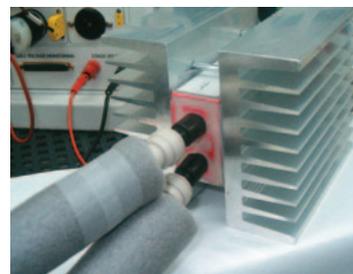
- **HOMECELL:** Diseño y desarrollo de un sistema generador de energía eléctrica de 2 kW de potencia, basado en pilas de combustible, para el mercado doméstico.

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
690.000 €	Hynergreen, Ministerio de Educación y Ciencia y Junta de Andalucía	2003-2005	Hynergreen	690.000 €



- **MICROCELL:** Diseño y desarrollo de una pila de combustible polimérica para aplicaciones portátiles de bajo consumo.

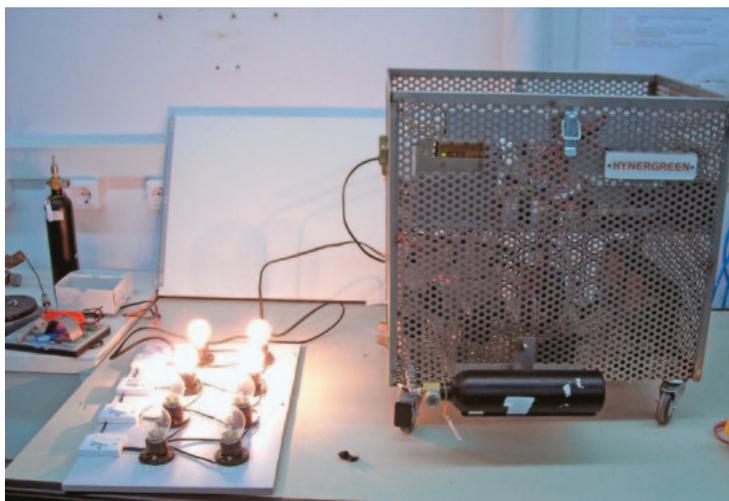
Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
670.000 €	Hynergreen, Ministerio de Educación y Ciencia y Junta de Andalucía	2003-2005	Hynergreen	670.000 €



→ **EPICO: Desarrollo de pilas de combustible nacionales.**

Presupuesto total: 3.500.000 €	Financiación: Ministerio de Educación y Ciencia	Plazo de ejecución: 2005-2008	Participantes andaluces: Hynergreen e INTA	Presupuesto participantes andaluces: 800.000 €
--	---	---	--	--

El proyecto EPICo tuvo por objeto el desarrollo en España de pilas de combustible de tecnología polimérica (PEMFC). En él, los miembros del consorcio diseñaban, fabricaban, evaluaban e integraban estos dispositivos, con potencias en el rango de los 4 W hasta los 1.000 W; se desarrollaron tecnologías a todos los niveles, no sólo de membranas o polímeros, sino también en el ámbito del control, o del BoP (balance de planta). Algunas de las aplicaciones en las que se integraron las pilas de combustible fueron cargadores de baterías, generadores autónomos, equipos de vigilancia, bicicletas eléctricas, sistemas de alimentación ininterrumpida, pastores eléctricos, etc.



→ **GENCELL: Generación distribuida DC para sistemas basados en pilas de combustible y microturbinas de biogas.**

Presupuesto total: 120.000 €	Financiación: Agencia IDEA	Plazo de ejecución: 2006	Participantes andaluces: Greenpower y Universidad de Sevilla	Presupuesto participantes andaluces: 120.000 €
--	--------------------------------------	------------------------------------	--	--

→ **Validación experimental de una metodología de desarrollo de placas bipolares de pilas de combustible de polímeros sólidos** (P08-TEP-04309).

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
244.000 €	Junta de Andalucía. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia	2009-2011	Universidad de Sevilla	244.000 €

→ **Desarrollo de catalizadores de níquel nanoestructurado y obtención de hidrógeno, a partir de metano y ánodos de pilas de combustible de óxido sólido** (FQM-2520).

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
483.000 €	Junta de Andalucía. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia	2008-2012	Centro de Investigaciones Isla de la Cartuja	483.000 €

→ **Análisis de materiales conductores de relevancia en pilas de combustible y otros dispositivos eléctricos.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
242.000 €	Ministerio de Educación y Ciencia	2007-2010	Universidad de Málaga y CSIC	242.000 €

→ **FCTESTNET: Desarrollo de protocolos de ensayo de pilas de combustible.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
900.000 €	Participantes y V Programa Marco de la UE	2001-2004	INTA	50.000 €

→ **FCTESTQA: Comparación de protocolos de ensayo de pilas de combustible.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
1.500.000 €	Participantes y V Programa Marco de la UE	2006-2009	INTA	100.000 €

→ **REVCELL: Desarrollo de un sistema de pilas de combustible reversibles para aplicaciones autónomas.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
3.900.000 €	Participantes y V Programa Marco de la UE	2002-2006	Hynergreen e Inabensa	400.000 €

El objetivo de este proyecto ha sido el desarrollo de una pila de combustible reversible, es decir, que admita el funcionamiento normal de una pila de combustible, producir energía eléctrica por combinación de hidrógeno y oxígeno, generando agua como producto residual, y también el contrario, propio de un dispositivo electrolizador, según el cual, el agua es dissociada en sus citados componentes elementales.

En este proyecto, se ha integrado la pila de combustible reversible con paneles fotovoltaicos, permitiendo así la producción de hidrógeno limpio y renovable en zonas inaccesibles y remotas, de un modo descentralizado. Así, un usuario, mediante un sistema Revcell y una instalación solar, podría disponer tanto de hidrógeno (por ejemplo, para alimentar de combustible a un vehículo), como de energía eléctrica (adecuadamente almacenada en forma de hidrógeno, para ser usada incluso cuando el recurso solar no existe, por ejemplo, por la noche).



→ **AQUILA: Desarrollo de generadores de energía eléctrica para el sector aeronáutico basados en pilas de combustible.**

Presupuesto total: 1.380.240 €	Financiación: Hynergreen, Agencia IDEA y CTA	Plazo de ejecución: 2006-2008	Participantes andaluces: Hynergreen y AICIA	Presupuesto participantes andaluces: 1.380.240 €
--	--	---	---	--

Este proyecto tiene por objeto avanzar en la introducción de la tecnología del hidrógeno y de las pilas de combustible en el sector aeronáutico.

Así, se analizan por una parte, las diferentes posibilidades de generación de energía eléctrica en aviones de manera distribuida empleando pilas de combustible de diferentes tecnologías, de alta, media y baja temperatura.

Por otra parte, en el ámbito del transporte de hidrógeno, se contemplan nuevos materiales y métodos de almacenamiento, en tanto que para la producción a bordo se consideran procesos electro-líticos y de reformado de combustible.



→ **SANTA FE: Análisis de la viabilidad técnica de las pilas de combustible aplicadas al sector ferroviario.**

Presupuesto total: 90.000 €	Financiación: Hynergreen y Agencia IDEA	Plazo de ejecución: 2009	Participantes andaluces: Hynergreen y AICIA	Presupuesto participantes andaluces: 90.000 €
---------------------------------------	---	------------------------------------	---	---

Proyectos que integran sistemas de producción de hidrógeno y su uso en pilas de combustible, para aplicaciones finales /

- **FIRST: Desarrollo de un sistema de alimentación basado en hidrógeno y pilas de combustible para telecomunicaciones.**

Presupuesto total: 1.200.000 €	Financiación: Participantes y V Programa Marco de la UE	Plazo de ejecución: 2001-2004	Participantes andaluces: INTA	Presupuesto participantes andaluces: 250.000 €
--	---	---	---	--

- **RES2H2: Desarrollo, instalación y operación de un sistema de almacenamiento de excedentes de energía eólica en forma de hidrógeno.**

Presupuesto total: 5.000.000 €	Financiación: Participantes y V Programa Marco de la UE	Plazo de ejecución: 2002-2006	Participantes andaluces: INTA, e Inabensa	Presupuesto participantes andaluces: 600.000 €
--	---	---	---	--



- El sistema de almacenamiento de excedentes de energía eólica en forma de hidrógeno, ubicado en la isla de Gran Canaria.

→ **H2-TODAY: Creación de un centro de conocimiento basado en tecnología web para los aspectos técnicos, comerciales y medioambientales de la tecnología del hidrógeno.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
100.000 €	Universidad de Málaga	2009	Universidad de Málaga, ISCEER y INFOCODEX	100.000 €

→ **ECOTRANS: Tecnologías ecológicas para el transporte urbano. Paquete de trabajo para la aplicación de hidrógeno y pilas de combustible.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
1.500.000 €	Hynergreen y CDTI	2008-2011	Hynergreen, Universidad de Jaén y Cidaut	1.500.000 €

→ **H2-SUR: Inicio de la infraestructura asociada a la economía del hidrógeno en Andalucía.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
5.100.000 €	Participantes y CDTI	2009-2011	Hynergreen, Alshark & Marine, Altum, Bicieléctrica	5.100.000 €

→ **SMARTCITY: Infraestructuras y servicios energéticos avanzados en distribución inteligente. Tareas de generación y almacenamiento energético, incluyendo hidrógeno.**

Presupuesto total:	Financiación:	Plazo de ejecución:	Participantes andaluces:	Presupuesto participantes andaluces:
320.000 € *	Fondo Europeo para el Desarrollo Regional (FEDER) a través del CDTI y participantes	2009-2012	Endesa Servicios, Isotrol, Greenpower, Telvent, Ingeteam	320.000 €

* El presupuesto total del proyecto es de 31 millones de euros. No obstante, en la tabla se refleja únicamente el previsto en materia de hidrógeno y pilas de combustible.

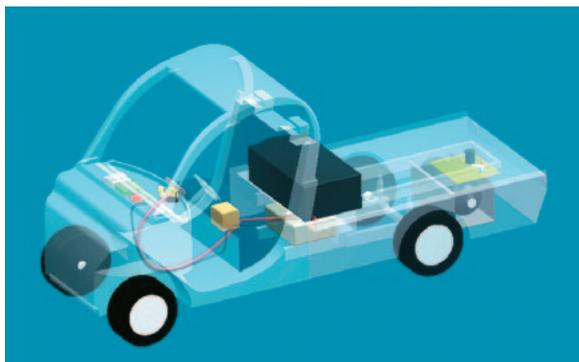
→ DELFÍN: Desarrollo de un vehículo eléctrico accionado por pila de combustible.

Presupuesto total: 230.000 €	Financiación: INTA	Plazo de ejecución: 2006-2008	Participantes andaluces: INTA y AICIA	Presupuesto participantes andaluces: 230.000 €
--	------------------------------	---	---	--

La finalidad de este proyecto es analizar y validar diferentes estrategias de control para el funcionamiento de vehículos eléctricos que incorporen pilas de combustible.

El prototipo desarrollado es un vehículo híbrido en el que el motor eléctrico que lo propulsa puede ser alimentado bien por una pila de combustible o por un sistema de baterías eléctricas adicionales. En este sentido, la incorporación de la pila de combustible unida a una adecuada gestión de la potencia puede llegar a incrementar en 2,5 veces la autonomía respecto al vehículo comercial en el que se basa.

→ ACTUALMENTE, SE TRABAJA EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DEL VEHÍCULO Y SU SISTEMA DE ALIMENTACIÓN, CON EL FIN DE INCREMENTAR SU EFICIENCIA Y AUTONOMÍA.



➔ **HÉRCULES: Desarrollo de un sistema de producción de hidrógeno a partir de energía solar fotovoltaica. Construcción de una hidrogenera e integración de pilas de combustible en un vehículo comercial.**

Presupuesto total: 9.000.000 €	Financiación: Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) a través del Ministerio de Innovación y Ciencia, Agencia IDEA y CTA	Plazo de ejecución: 2006-2009	Participantes andaluces: Hynergreen, INTA, AICIA, Greenpower, Agencia Andaluza de la Energía, Carbueros Metálicos, Abengoa Solar NT y Santana Motor	Presupuesto participantes andaluces: 9.000.000 €
--	--	---	---	--

➔ UN VEHÍCULO TODO TERRENO HA SIDO ADAPTADO PARA ADECUARLO A PROPULSIÓN ELÉCTRICA, EMPLEANDO UNA PILA DE COMBUSTIBLE Y UN DEPÓSITO DE HIDRÓGENO PARA EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA.



El Proyecto Hércules es una iniciativa singular y estratégica pionera en España, de demostración tecnológica, que cubre toda la cadena del hidrógeno como vector energético. Los principales objetivos de este proyecto son:

- Desarrollo de la Economía del Hidrógeno en España, a través del establecimiento de un punto más en la futura “red virtual del hidrógeno” de este país.
- Validar el binomio hidrógeno-pilas de combustible como método limpio y eficiente para el almacenamiento de electricidad y su uso en el sector transporte.

El proyecto consta de dos partes diferenciadas:

1. Por un lado, se ha diseñado, desarrollado y puesto en marcha una estación de servicio de hidrógeno renovable a partir de energía solar en Sanlúcar La Mayor (Sevilla), localizada junto a la planta de energía solar termoeléctrica PS-20.
2. Por otra parte, se ha adaptado un vehículo todoterreno para adecuarlo a propulsión eléctrica, empleando una pila de combustible y un depósito de hidrógeno para el almacenamiento de energía.



→ Estación de servicio de hidrógeno renovable a partir de energía solar en Sanlúcar La Mayor, localizada junto a la planta de energía solar termoeléctrica PS-20.





7

Anexos

- / Grupos de investigación universitarios**
- / Organismos Públicos de Investigación**
- / Empresas con proyectos en curso**
- / Empresas con interés a corto plazo en estas tecnologías**

Grupos de investigación universitarios /

Grupo / Dpto.	Código PAI	Datos de contacto	Observaciones
Universidad de Almería			
Departamento de Geometría, Topología y Química Orgánica//Área de Química Orgánica	FQM 267	María José Iglesias Valdés-Solís Ctra. Sacramento s/n La Cañada de San Urbano 04120 Almería	Pirolisis del carbón
Universidad de Cádiz			
Departamento de Ciencias de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica//Grupo de Química de Sólidos y Catálisis	FQM 110	Serafín Bernal Márquez Facultad de Ciencias Apdo.40 11510 Puerto Real (Cádiz)	Catalizadores para producción de hidrógeno a partir de reformado de metano.
Departamento de Ingeniería Eléctrica	TEP 208	José Ramón Sáenz Ruiz ESI I – E. Superior de Ingeniería C/ Chile, 1 11002 Cádiz	Control de pilas de combustible, especialmente SOFC. Trabajos en colaboración con la Universidad de Jaén.
Universidad de Córdoba			
Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química	FQM 175	Lourdes Hernán Paadin Campus de Rabanales, C-3, Planta Baja. 14071-Córdoba	Catalizadores para reformadores. Trabajos en colaboración con la Universidad de Málaga.
Universidad de Granada			
Departamento de Química Inorgánica	RNM 172	Francisco Carrasco Marín Facultad de Ciencias Campus Universitario de Fuentenueva Avenida Severo Ochoa s/n 18071 Granada	Catalizadores para reformado y gasificación de carbón.
Universidad de Huelva			
Departamento de Ing. Electrónica, de Sistemas Informáticos y Automática Grupo de Investigación “Control y Robótica”	TEP 192	José Manuel Andújar Márquez Esc. Politécnica Superior Campus de «La Rábida» Ctra de Palos de la Frontera s/n 21071 La Rábida, Palos de la Frontera (Huelva)	Modelado y control de sistemas de energías renovables, incluyendo pilas de combustible.

Grupos de investigación universitarios /

Grupo / Dpto.	Código PAI	Datos de contacto	Observaciones
Universidad de Jaén			
Departamento de Ingeniería Eléctrica Grupo de Investigación y Tecnología Eléctrica	TEP 152	Francisco Jurado Melguizo Director de Departamento Esc. Politécnica Superior de Linares C/ Alfonso X El Sabio, nº 28 23700 Linares-Jaen	Control de pilas de combustible, especialmente SOFC. Trabajos en colaboración con la Universidad de Cádiz.
Universidad de Málaga			
Departamento de Química Inorgánica, Cristalografía y Mineralografía Área: Diseño estructural de materiales inorgánicos	FQM 113	Miguel A. García Aranda Facultad de Ciencias Campus de Teatinos 29071 Málaga	Electrolitos sólidos para pilas de combustible SOFC.
Departamento de Química Inorgánica, Cristalografía y Mineralografía. Área Sólidos inorgánicos porosos: síntesis, caracterización y aplicaciones catalíticas	FQM 155	Enrique Rodríguez Castellón Facultad de Ciencias Campus de Teatinos 29071 Málaga	Catalizadores para reformadores. Trabajos en colaboración con la Universidad de Córdoba.
Universidad de Sevilla			
Departamento de Bioquímica Vegetal	CVI 198	Francisco Fernando de la Rosa Acosta Facultad de Biología C/ Profesor García González, s/n 41012 Sevilla	Producción de hidrógeno mediante algas.
Departamento de Química Inorgánica	FQM-179	Guillermo Munuera Contreras Facultad de Química C/ Profesor García González, s/n 41012 Sevilla	Estructuras y reactividad de superficies
Grupo de Investigación: Superficies, Intercaras y Láminas Delgadas	FQM-196	Agustín Rodríguez González-Elipe, Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla- CSIC C/ Américo Vespucio, nº 49 41092 Sevilla	Desarrollo de materiales para reformadores y pilas de combustible SOFC.
Departamento de Ingeniería Aeroespacial y Mecánica de Fluidos	TEP-103	Escuela Superior de Ingenieros Camino de los Descubrimientos, s/n 41092 Sevilla	Aplicaciones de nanomateriales a pilas de combustible.

Grupos de investigación universitarios /

Grupo / Dpto.	Código PAI	Datos de contacto	Observaciones
Universidad de Sevilla			
Grupo de Investigación sobre Estructura y Reactividad de Superficies	TEP-106	Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla- CSIC C/ Américo Vespucio, nº 49 41092 Sevilla	Materiales para pilas SOFC.
Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática	TEP 116	Carlos Bordons Alba Escuela Superior de Ingenieros Camino de los Descubrimientos, s/n 41092 Sevilla	Modelizado de pilas PEM. Control de sistemas basados en pilas de combustible.
Departamento de Ingeniería Electrónica Grupo de Tecnología Electrónica	TEP 126	Juan Manuel Carrasco Solís Escuela Superior de Ingenieros Camino de los Descubrimientos, s/n 41092 Sevilla	Sistemas de conversión y acondicionamiento de potencia para pilas de combustible.
Departamento de Ingeniería Química y ambiental	TEP-135	Pedro Ollero de Castro Escuela Superior de Ingenieros Camino de los Descubrimientos, s/n 41092 Sevilla	Tecnología de gasificación para producción de hidrógeno.
Departamento de Ingeniería Energética Área de Máquinas y Motores Térmicos	TEP 137	David Sánchez Martínez Escuela Superior de Ingenieros Camino de los Descubrimientos, s/n 41092 Sevilla	Modelado de instalaciones SOFC. Integración de Pilas de combustible de alta temperatura y sistemas de potencia.
Departamento de Ingeniería Energética Área de Termotecnia	TEP 143	Felipe Rosa Iglesias Escuela Superior de Ingenieros Camino de los Descubrimientos, s/n 41092 Sevilla	Modelado de pilas PEM, instalaciones producción, almacenamiento y utilización de hidrógeno en pilas PEM.
Grupo de Investigación: Materiales Nanoestructurados y Microestructura	TEP 217	Asunción Fernández Camacho Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla- CSIC C/ Américo Vespucio, nº 49 41092 Sevilla	Desarrollo de materiales nanoestructurados para almacenamiento de hidrógeno.
Universidad de Pablo de Olavide			
Departamento de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales Área de Física Aplicada	FQM 205	M. Carmen Gordillo Bargeño Edificio 2, Carretera de Utrera, km.1 41013 Sevilla	Estudios teóricos sobre almacenamiento de hidrógeno en nanotubos.
Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica Área de Métodos Cuantitativos	SEJ 332	Raúl Brey Sánchez Edificio Nº 3, José Moñino - 3ª planta Ctra. de Utrera, Km. 1 41013 Sevilla	Análisis económicos sobre utilización de hidrógeno como combustible.

Organismos Públicos de Investigación /

OPI	Grupo / Dpto.	Datos de contacto	Observaciones
Plataforma Solar de Almería (PSA) - CIEMAT	Unidad de Sistemas de Concentración Solar. Área de Hidrógeno Solar y Procesos Industriales	Eduardo Zarza Moya Apdo. de Correos, 22 Carretera Senés s/n 04200 Tabernas (Almería)	Esta instalación es un instrumento fundamental para el desarrollo de procesos de producción de hidrógeno a partir de energía solar, especializada en tecnologías de concentración solar aplicables a reactores que a temperaturas superiores a los 1.000°C.
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)	Laboratorio de Sistemas de Energía Terrestre (LSET)	Fernando Isorna LLerena Ctra. S. Juan del Puerto- Matalascañas, km.34 21130 Mazagón (Huelva)	Aborda prácticamente todos los eslabones de la cadena: producción de hidrógeno a partir de reformado de gasóleo, etanol o con electrolizadores; caracterización, ensayos e integración de pilas PEMFC en sistemas y plantas de potencia, sistemas de almacenamiento de hidrógeno a alta presión o en hidruros metálicos y desarrollo de normativa y estándares en tecnología de hidrógeno y sus aplicaciones.

Empresas con proyectos en curso /

Empresa	Datos de contacto	Observaciones
GreenPower Technologies, S.L.	Polígono PIBO Av. de Camas, 28. Parcela 100 41110 Bollullos de la Mitación (Sevilla) www.greenpower.es	Diseño, desarrollo y fabricación de acondicionadores de potencia para pilas de combustible.
Hynergreen Technologies, S.A. [engloba las actividades previas de Inabensa y de Greencell]	Avda. de la Buhaira, 2 41018 Sevilla www.hynergreen.com	Organización y explotación de actividades relacionadas con la producción de electricidad mediante diferentes tipologías de pilas de combustible, así como la producción, almacenamiento y uso de hidrógeno limpio, y su integración con fuentes de energías renovables.
Inerco, S.A.	Parque Tecnológico de la Cartuja C/ Tomás Alba Edison, 2. Edificio INERCO, 41092 Sevilla www.inerco.com	Servicios integrales de ingeniería para el diseño, proyecto, construcción y puesta en marcha de instalaciones industriales y nuevos desarrollos industriales, como son los proyectos de innovación de producción y almacenamiento de nuevos combustibles: hidrógeno, biocombustibles, etc.
Sistemas de Calor, S.L.	Pol. Industrial La Algaida C/ Marmolistas 13 04740 Roquetas de Mar (Almería) www.sistemasdecalor.com	Empresa instaladora especializada en la ejecución de proyectos industriales de energía solar, energía eólica y calefacción industrial. Aplicaciones residenciales de PEMFC.
Santana Motor	Avenida Primero de Mayo 23700 Linares (Jaén)	Integración de Pilas de combustible tipo PEM en vehículos
Carburos Metálicos	Carburos Metálicos Polígono Industrial La Red S/N 41500 Alcalá de Guadaíra (Sevilla)	Integración de sistemas de almacenamiento de hidrógeno en vehículos y desarrollo de estaciones de suministro de hidrógeno
Endesa	Avenida de la Borbolla, 5 41004 Sevilla	Integración de energía eólica y sistemas de producción de hidrógeno.

Empresas con interés a corto plazo en estas tecnologías /

Empresa	Datos de contacto	Observaciones
Almería		
EJIDOFIL SL	Polígono Industrial La Redonda C/ IV Parcela 102 04700 El Ejido (Almería) www.ejidofil.com	Tratamiento y fabricación de plásticos. Posibilidad de uso en componentes para pilas de combustible.
Cádiz		
Easy Industrial Solutions	Tecnoparque Bahía de Cádiz C/ Ingeniería, 4 11500 El Puerto de Santa María (Cádiz) www.easy-is.com	Tecnologías propias para el desarrollo de productos con materiales compuestos, especialmente fibra de carbono. Posibilidad de aplicar estas tecnologías en el desarrollo de depósitos de almacenamiento de hidrógeno a presión tipos III y IV.
Utilbox S.L.	Pol. Ind. Pelagatos, C/ de las Libertades, 28 11130 Chiclana de la Frontera (Cádiz) www.utilbox.es	Moldeo de EPS (poliestireno expandido) para embalajes y material de construcción. Posibilidad de uso en componentes para pilas de combustible y electrolizadores.
SK10 Andalucía S.A.	Parque Industrial Bahía de Cádiz Avda. Parque Industrial 23-25 11500 Puerto de Santa María (Cádiz) www.sk10andalucia.com	Proveedor de estructuras aeronáuticas en aleaciones especiales y en materiales compuestos. Potencial suministrador de materiales y componentes para sistemas de producción y almacenamiento de hidrógeno, y pilas de combustible.
Mecanizaciones del Sur, S.A. (MECASUR)	Parque Ind. Bahía Sanlúcar Pol. Ind. Bahía 11519 Puerto de Santa María (Cádiz)	Fabricación y montaje de componentes electrónicos y eléctricos para automóviles. Potencial suministrador de estos componentes para vehículos de pilas de combustible.
Infasur Aeronáutica S.L.	Pol. Ind. "El Trocadero" C/Francia s/n, Parc. C1 y C2 11519 Puerto Real (Cádiz) www.infasur.com	Diseño, fabricación, montaje de utillaje, mecanizado de piezas aeronáuticas y ensamblaje de conjuntos. Posibilidad de fabricación de componentes de electrolizadores y pilas de combustible.

Empresas con interés a corto plazo en estas tecnologías /

Empresa	Datos de contacto	Observaciones
Córdoba		
Proquisur S.L.	Pol. Ind. La Salina, parc 26,27 14960 Rute (Córdoba) www.proquisur.com	Fabricación y distribución de productos químicos en automoción. Posible aplicación en circuitos de refrigeración de pilas de combustible y electrolizadores.
Quimies de Rute S.L.	Blas Infante, s/n 14960 Rute (Córdoba) www.quimies.com	Fabricación y distribución de productos químicos para la automoción. Potencial aplicación en circuitos de refrigeración de pilas de combustible y electrolizadores.
Veblinter Andalucía S.A.	Pol. Las Quemadas C/Imprenta Alborada nº 225 14014 Córdoba www.veblinter.es	Fabricación y adaptación de vehículos especiales. Aplicaciones de pilas de combustible para la propulsión de estos vehículos.
Avia Composites S.L.	Prolongación Ingeniero Torres Quevedo, Grupo Alarife, Nave 6 14013 Córdoba www.aviacomposite.com	Fabricación de todo tipo de piezas en fibra de vidrio y de carbono, especialmente componentes para la aviación comercial y deportiva. Potencial suministrador de materiales y componentes para sistemas de producción y almacenamiento de hidrógeno, y pilas de combustible.
Granada		
Atarfil S.L.	Ctra. Córdoba km 429 Complejo El Rey - 18230 Atarfe (Granada) www.atarfil.com	Desarrollo, fabricación y comercialización de membranas termoplásticas y productos complementarios. Posibilidad de uso en componentes para pilas de combustible.
Transformados Plásticos Europa S.A.	Ctra. de Málaga. km. 446,2 18320 Santa Fe (Granada) www.plasticoseuropa.com	Fabricación y transformación de films plásticos. Posibilidad de uso en componentes para pilas de combustible.
Mhurtam European Group	Pol. Ind La Paz C/ Antonio Huertas Remigio 18200 Maracena (Granada) www.mhurtam.com	Fabricación de automóviles en series limitadas. Aplicaciones de pilas de combustible en estos vehículos para propulsión.
Nederlandse Radiateurs Fabriek España S. A. (NRF España S.A.)	Apdo. correos nº 46 18210 Peligros (Granada) www.nrf.es	Fabricación de radiadores y calefactores para vehículos. Potencial suministrador de estos componentes para vehículos de pilas de combustible.
Huelva		
Polisur 2000 S.A.	Pol. Ind. El Chorrillo, Nave 45 21440 Lepe (Huelva) www.polisur.es	Transformación de plásticos en embalajes, productos de consumo y material de construcción. Posibilidad de uso en componentes para pilas de combustible y electrolizadores.
Astilleros de Huelva S.A.	Glorieta Norte s/n 21001 Huelva www.astihuelva.es	Fabricación de buques. Aplicaciones de pilas de combustible para propulsión y generación de electricidad.

Empresas con interés a corto plazo en estas tecnologías /

Empresa	Datos de contacto	Observaciones
Jaén		
Procesos Industriales del Sur (PROINSUR)	Pol. Ind. C/ Mancha Real s/n 23600 Martos (Jaén) www.proinsur.com	Diseño y fabricación de piezas y componentes plásticos para el sector transporte. Posibilidad de aplicar conocimientos a la fabricación de componentes poliméricos de electrolizadores y pilas de combustible.
Recicladados Tuccitanos, S.L.	Pol. Ind. C/ Alcaudete, s/n 23600 Martos (Jaén) www.retuc.com	Reciclado de materiales plásticos. Posibilidad de aplicación de conocimientos a fabricación de componentes plásticos de electrolizadores y pilas de combustible.
Teknia Plasticos Martos S.A.	C/ Bailen, 53 Pol. Ind. de Martos - 23600 Martos (Jaén) www.teknia.es	Inyección de termoplásticos y componentes para automoción. Potencial suministrador de componentes para vehículos de pilas de combustible.
Termoplasticos Andaluces, S.L.	P.I. Cañada de la Fuente, s/n 23600 Martos (Jaén)	Inyección de termoplásticos. Piezas para el automóvil, comunicación, línea blanca. Posibilidad de uso en componentes para pilas de combustible.
Alucoat Conversion S.A.	Camino de San Luis s/n 23700 Linares (Jaén) www.alucoat-conversion.com	Recubrimientos de hoja fina de aluminio, entre 20 y 200 micras y productos con recubrimientos capa y/o bicapa, contracolado con film e impresiones. Posible uso en componentes de pilas de combustible y electrolizadores.
Construcciones Industriales Andaluzas S.A. (CIANSA)	Camino de Úbeda, s/n Pol. Ind. Santa Rosa 23700 Linares (Jaén)	Fabricante de piezas en series, especialmente para automoción y de carrocerías en vehículos especiales. Potencial suministrador de componentes para vehículos de pilas de combustible.
Gestamp Linares S. A.	Pol. Ind. Los Rubiales s/n. 23700 Linares (Jaén) www.corporaciongestamp.com	Producción de componentes de automoción. Potencial suministrador de componentes para vehículos de pilas de combustible.
Fabricados para la Automoción del Sur S. A. (FASUR)	Parque de Proveedores de Santana Motor Pol. Ind. Los Rubiales Parcelas 78-79 23700 Linares (Jaén) www.fasur.com	Fabricación de piezas, componentes y conjuntos mecánicos para el sector transporte. Potencial suministrador de componentes para vehículos de pilas de combustible.
Málaga		
Naga Technologies, S.L.	Parque Tecnológico de Andalucía C/ María Curie 8, Edif. B 29590 Campanillas (Málaga) www.nagatech.es	Diseño y desarrollo de proyectos de robótica submarina a grandes profundidades. Aplicaciones de pilas de combustible en estos vehículos para propulsión y generación autónoma de electricidad.
Isofotón	Parque Tecnológico de Andalucía Severo Ochoa, 50 29590 Campanillas (Málaga)	Fabricante de módulos fotovoltaicos. Uso para generación de hidrógeno por electrolisis.
Predan, S.A	Parque Tecnológico de Andalucía Severo Ochoa, 37 29590 Campanillas (Málaga) www.predan.com	Componentes Electromagnéticos SMT. Potencial uso de estos componentes en control y acondicionamiento de potencia de sistemas de pila de combustible.

Empresas con interés a corto plazo en estas tecnologías /

Empresa	Datos de contacto	Observaciones
Málaga		
Dogor Electronics, S.L.	Parque Tecnológico de Andalucía Avda. Juan López Peñalver, 8 29590 Campanillas (Málaga) www.dogor.com	Diseño y fabricación de placas electrónicas y electromecánicas, subconjuntos y equipos completos. Potencial uso en control y acondicionamiento de potencia de sistemas de pila de combustible.
Raytheon Microelectronics España, S.A.	Parque Tecnológico de Andalucía Avda. Juan López Peñalver, 12 29590 Campanillas (Málaga) www.rme.es	Microelectrónica. Potencial uso de estos componentes en control y acondicionamiento de potencia de sistemas de pila de combustible.
Randal Systems	Parque Tecnológico de Andalucía Avda. Juan López Peñalver, 17 29590 Campanillas (Málaga) www.randalsystems.com	Desarrollo e implementación de sistemas para monitorización y/o control de instalaciones de forma remota. Potencial uso de estos sistemas en control y supervisión de sistemas de producción de hidrógeno y utilización en pilas de combustible.
ION, S.A.	Parque Empresarial Santa Bárbara C/ Tucuides, 50. 29004 Málaga www.ionsa.com	Fabricación de productos químicos (desengrasantes, abrillantadores, lubricantes, agentes de recubrimiento, tratamiento de aguas, etc.). Posibilidad de desarrollo de productos para sistemas de pila de combustible.
Sevilla		
HISPACOLD, S.A.	Autovía Sevilla - Málaga, Km 1,8 41016 Sevilla www.hispacold.es	Fabricación de compresores y ventiladores para climatización en automoción. Posibilidad de desarrollo de compresores y bombas de recirculación de hidrógeno para BoP de sistemas de pilas de combustible en automoción.
Sociedad Andaluza de Componentes Especiales, S.A. - SACESA	Ctra. Nacional IV, Km. 531 41080 Sevilla	Tecnologías de fabricación de componentes estructurales de fibra de carbono. Posibilidad de aplicarlas en depósitos de almacenamiento de hidrógeno a presión.
Industria Siderometalúrgica Gienense, S.L.-SIMGI S.L.	Polg. Ind Servialsa C/ C. Naves 6 y 14 a 22 41960 Gines (Sevilla) www.simgisl.com	Repaso, taladro y fresado de piezas mecanizadas aeronáuticas y fabricación de piezas y utillaje Aeronáutico. Posibilidad de aplicación de conocimientos para componentes metálicos de electrolizadores y pilas de combustible.
Galvatec, S.L.	P.E. Aeronáutico, Autovía A-4 Km.528 C/ Juan Olivert, nº22 41309 La Rinconada (Sevilla) www.galvatec.es	Especializada en: realización de ensayos no destructivos, aplicación de Tratamientos Superficiales y equipado de piezas y conjuntos aeronáuticos. Posibilidad de aplicación a recubrimiento de catalizadores en electrodos para pilas de combustible y electrolizadores.
Industria Especializada en Aeronáutica, S.A. (INESPASA)	P. E. Aeronáutico Aeropolis C/ Ingeniero Rafael Rubio Elosa nº 10, 41300 Sevilla www.inespasa.com	Diseño, fabricación, montaje de utillaje, mecanizado de piezas aeronáuticas y ensamblaje de conjuntos, enfocada a la industria aeroespacial y al sector transporte. Posibilidad de aplicación de conocimientos a fabricación de componentes metálicos de electrolizadores y pilas de combustible.

Empresas con interés a corto plazo en estas tecnologías /

Empresa	Datos de contacto	Observaciones
MP Mecánica de Precisión, S.L.	P. E. Aeronáutico Aeropólis C/ Juan Olivert nº 32 41309 La Rinconada (Sevilla) www.mecapres.com	Desarrollo y ejecución de procesos de fabricación de piezas y componentes y diseño y fabricación de elementos de chapa (corte, plegado, embutido, perforado, etc). Posibilidad de aplicación de conocimientos a fabricación de componentes metálicos de electrolizadores y pilas de combustible.
Grupo Iturri	Avda. de Roberto Osborne, 5 41007 Sevilla www.iturrionline.com	Entre otras áreas, fabricación de vehículos especiales: contra incendios, ambulancias, hospitales móviles, etc. Aplicaciones de pilas de combustible en estos vehículos para propulsión y generación autónoma de electricidad.
Técnicas Aeronáuticas, Defensa y Automoción, S.A (TADA)	Pol. Industrial Carretera Amarilla Avda de la Prensa nº 8 41007 Sevilla www.tada.es	Mecanizado de piezas y tratamientos superficiales para la industria aeroespacial. Posibilidad de aplicación de conocimientos a fabricación de componentes poliméricos de electrolizadores y pilas de combustible
Mecatecnic Marques S.L.	P. E. Aeronáutico Aeropólis C/ Juan Olivert, 34 41309 La Rinconada (Sevilla) www.mecatecnic.es	Mecanizados, inspección por ultrasonidos de materiales compuestos, diseño y fabricación de utillaje. Posibilidad de aplicación de conocimientos a fabricación de componentes poliméricos de electrolizadores y pilas de combustible
Ingeniátrics Tecnologías, S.L.	Avd. Américo Vespucio 5-4, 1ª p. mód. 12. 41092 Sevilla www.ingeniátrics.com	Desarrollo de nuevas tecnologías relacionadas con la manipulación de fluidos a micro y nano escala. Potencial uso de estas técnicas en el diseño de placas bipolares y electrodos de pilas de combustible.
Cyclus ID	Apartado 316 41530 Morón de la Frontera (Sevilla) www.cyclusid.com	Depuración de vertidos. Posibilidad de utilizar residuos para producción de hidrógeno y generación de electricidad.
ELIMCO, S.A.	P. E. Aeronáutico Aeropólis C/ Hispano Aviación, Nº 7-9 41309 La Rinconada (Sevilla) www.elimco.com	Microelectrónica, control avanzado e integración de sistemas. Aplicación al control de sistemas de producción de hidrógeno y pilas de combustible.
Plasgen Materias Plásticas S.L.	Pol. Ind. El mirador, 11 Apartado correos 337 41400 Écija (Sevilla) www.plasgen.es	Empresa dedicada a la fabricación y transformación de films plásticos. Posibilidad de uso en componentes para pilas de combustible.
Talleres Bosado S.A.	Pol. Ind. Store C/B, Parc. 12-3 41008 Sevilla www.bosado.com	Fabricación de conexiones y tuberías flexibles. Potencial suministrador para sistemas de producción y almacenamiento de hidrógeno y pilas de combustible.
Testing and Engineering of aeronautical materials and structures, S.L. (teams)	P. E. Aeronáutico Aeropólis Wilburg y Orville Wright Nº 1 41309 La Rinconada (Sevilla) www.teams.es	Ensayos de caracterización de materiales metálicos y compuestos, y de elementos estructurales. Posibilidad de aplicar su conocimiento en la caracterización y control de materiales compuestos en el campo de las energías alternativas y las pilas de combustible.

DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN TÉCNICA:

Agencia Andaluza de la Energía
Consejería de Economía, Innovación y Ciencia

REDACCIÓN:

Agencia Andaluza de la Energía
Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía

DISEÑO Y PRODUCCIÓN:

Artefacto

IMPRESIÓN:

Escandón Impresores

DEPÓSITO LEGAL:

SE-3410-2010

DOCUMENTACIÓN DISPONIBLE EN INTERNET:

www.agenciaandaluzadelaenergia.es



Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA

C/Isaac Newton, nº6 - 41092 Isla de la Cartuja. Sevilla
Tel. 954 78 63 35 Fax: 954 78 63 50
www.agenciaandaluzadelaenergia.es



Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA

C/Isaac Newton, nº6 - 41092 Isla de la Cartuja. Sevilla
Tel. 954 78 63 35 Fax: 954 78 63 50
www.agenciaandaluzadelaenergia.es