



# **Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y las Pilas de Combustible**

Grupo de Estrategia y Planificación

[www.ptehpc.org](http://www.ptehpc.org)

## **Segundo Informe de Trabajos y Recomendaciones**



**A $\tilde{e}$ H<sub>2</sub>**

Secretaría Técnica de la PTE HPC



© Asociación Española del Hidrógeno

Todos los derechos reservados

Impreso en España

Depósito Legal: M –1.387–2008

Diseño y Maquetación: Jorge del Barrio

Imprime: Gráficas Dibe S.L.

# ÍNDICE

0.- INTRODUCCIÓN .....	4
1.- ANTECEDENTES .....	5
2.- OBJETIVO .....	9
3.- ASPECTOS DESTACABLES DE LOS ANÁLISIS DAFO .....	10
4.- RESUMEN DE RECOMENDACIONES .....	11
5.- RESUMEN DE INDICADORES .....	19
6.- RESUMEN DE ESTIMACIONES DE PRESUPUESTOS .....	20
7.- INFORME FINANCIERO .....	21

## ANEXOS:

I. LISTA TOTAL DE RECOMENDACIONES POR GRUPO DE TRABAJO CON ESTIMACIONES PRESUPUESTARIAS DETALLADAS .....	43
II - IMÁGENES RELACIONADAS CON LAS TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO Y LAS PILAS DE COMBUSTIBLE .....	53
III - ÍNDICE DE AUTORES .....	59

# 0. INTRODUCCIÓN

Las pilas de combustible y la utilización energética del hidrógeno como combustible están cobrando una gran importancia como herramientas orientadas a un uso más racional y menos contaminante de la energía.

El hidrógeno se presenta como un combustible que puede producirse a partir de cualquier recurso energético, y que tiene la particularidad de que en su uso no emite  $\text{CO}_2$ , lo que lo convierte en un vector energético alternativo y complementario a la electricidad distribuida y sustituto de otros de aplicación directa basados en combustibles fósiles, como son el gas natural y las gasolinas. La producción de hidrógeno a partir de combustibles fósiles, combinada con técnicas de captura y almacenamiento de  $\text{CO}_2$ , permite una utilización limpia de los mismos, mientras que la producción de hidrógeno a partir de energías renovables incrementa su rentabilidad y capacidad de abastecimiento por facilitar el almacenamiento y el transporte de las fuentes energéticas renovables.

Las pilas de combustible se presentan como sistemas eficientes de conversión energética, que permiten reducir el consumo energético primario, además de proporcionar ventajas adicionales como son los bajos niveles de ruido, vibraciones y contaminantes, y ventajas operacionales como la modularidad o la rapidez de respuesta.

El estado tecnológico actual relacionado con la producción, almacenamiento y utilización del hidrógeno y con las pilas de combustible, está en una fase incipiente que no permite actualmente la competitividad en el mercado de forma relevante. El potencial de las tecnologías es grande, pero es necesario un esfuerzo en inversión y en dedicación para alcanzar unos niveles de desarrollo aceptables para su entrada en el mercado, especialmente en lo relativo a pilas de combustible y otras aplicaciones de uso final del hidrógeno.

En este sentido, los países más desarrollados están realizando grandes apuestas por desarrollar tecnología propia, existiendo cierta desventaja de Europa frente a Estados Unidos y Japón, así como de España frente a otros países europeos (Alemania, Reino Unido, Francia, Holanda e Italia).

No obstante, España presenta unas particularidades debido al nivel de penetración y potencial de uso de energías renovables, y a algunas capacidades industriales y de investigación propias.

La Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y las Pilas de Combustible (PTE-HPC) [www.ptehpc.org](http://www.ptehpc.org), en marcha desde Mayo de 2005, ha asumido la responsabilidad de plantear una estrategia tecnológica nacional que facilite y acelere el desarrollo y la utilización en España de sistemas basados en pilas de combustible e hidrógeno. Con una estructura que reúne a varios cientos de expertos españoles de distintas empresas, y centros de investigación, el Grupo de Estrategia y Planificación (GEP) de la PTE-HPC se ha encargado de realizar un informe sobre trabajos y recomendaciones en hidrógeno y pilas de combustible, que sirva de base a las distintas administraciones y a las propias empresas y centros de investigación en la definición de sus políticas estratégicas.



## 1. ANTECEDENTES

Se presenta a continuación el Segundo Informe de Recomendaciones, resultado del trabajo realizado por los subgrupos de trabajo del Grupo de Estrategia y Planificación a lo largo de 2006 e inicio de 2007, de acuerdo al siguiente calendario de trabajo:

Entre **septiembre 2005 y enero 2006** cada subgrupo produjo un documento de recomendaciones de actuación con el criterio de hacer un análisis diferencial con lo propuesto en la SRA (Strategic Research Agenda) y DS (Deployment Strategy) de la Plataforma Europea.

Con las primeras recomendaciones de cada subgrupo entre diciembre 2005 y enero 2006 se elaboró un **primer documento de recomendaciones** del Grupo de Estrategia y Planificación que se emitió al Grupo Rector en Febrero 2006. En este primer documento se pudo observar que había sinergias entre unos subgrupos de trabajo y otros y una ausencia de criterios unificados en la elaboración de los documentos por parte de los subgrupos de trabajo.

La elaboración del primer documento de recomendaciones se realizó a partir de los documentos de trabajo recibidos según la estructura de subgrupos de trabajo del GEP en 2005:

- Producción de Hidrógeno a partir de Energía Solar y Eólica
- Producción de Hidrógeno a partir de otras fuentes renovables
- Producción de Hidrógeno a partir de electrolisis
- Producción de Hidrógeno a partir de energía convencional y nuclear
- Almacenamiento de Hidrógeno
- Distribución de Hidrógeno
- Aplicaciones Estacionarias
- Aplicaciones al Transporte
- Aplicaciones Portátiles y de Pequeño Electrodoméstico
- Financiación

Las mayores sinergias se detectaron en los subgrupos de trabajo de Producción de Hidrógeno a partir de:

- Energía Solar y Eólica
- Otras fuentes renovables
- Electrolisis

Y entre los subgrupos de Almacenamiento de Hidrógeno y Distribución de Hidrógeno.

En este contexto, el 18 de Enero de 2006 se aprobó la reorganización de los subgrupos de trabajo quedando la estructura del GEP según se expone a continuación (se marca en cursiva los cambios realizados):

- *Producción de Hidrógeno a partir de Energías Renovables vía electrolisis.*
- *Producción de Hidrógeno a partir de Energías Renovables vía distinta a la electrolisis.*
- Producción de Hidrógeno a partir de energía convencional y nuclear.
- *Almacenamiento y distribución de Hidrógeno.*



- Aplicaciones Estacionarias.
- Aplicaciones al Transporte.
- Aplicaciones Portátiles y de Pequeño Electrodoméstico.
- Financiación.

La fusión de los subgrupos de Producción de hidrógeno a partir de Electrolisis y a partir de Eólica y Solar en uno, se realizó en la reunión celebrada el 3 de Marzo de 2006.

La fusión de los subgrupos de Almacenamiento y Distribución tuvo lugar en la reunión celebrada por ambos subgrupos de trabajo el 20 de Abril de 2006.

Con el objetivo de revisar los documentos emitidos con criterios únicos, en la reunión de coordinadores del 18 de Enero se acordó realizar esta revisión de acuerdo al siguiente índice:

- 1.- Análisis DAFO (Análisis de Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades).
- 2.- Propuesta de acciones con objetivos concretos (e indicadores), a corto plazo (hasta 2010) y a medio plazo (hasta 2020) para:
  - 2.1.- Investigación básica
  - 2.2.- Desarrollos tecnológicos
  - 2.3.- Proyectos de demostración e infraestructura
- 3.- Acciones transversales. Incluyendo en este punto las posibles sinergias entre diferentes grupos
- 4.- Estimación de costes de las acciones propuestas

De acuerdo a este índice, desde Febrero hasta Agosto de 2006 los subgrupos realizaron la revisión de los documentos, a través de correo electrónico y celebrándose varias reuniones de los subgrupos de trabajo según se expone a continuación:

- **26/04/06:** Reunión del Subgrupo de Producción de Hidrógeno a partir de Energías Renovables vía electrolisis.
- **05/05/06:** Reunión del subgrupo de Aplicaciones Estacionarias.
- **09/05/06:** Reunión del Subgrupo de Aplicaciones al Transporte.
- **10/05/06:** Reunión del Subgrupo de Aplicaciones Portátiles y de Pequeño Electrodoméstico.
- **25/05/06:** Reunión del Subgrupo de Almacenamiento y Distribución de Hidrógeno.
- **29/05/06:** Reunión del Subgrupo de Producción de Hidrógeno a partir de Energías Renovables vía electrolisis.
- **30/07/06:** Reunión del Subgrupo de Aplicaciones al Transporte.
- **08/09/06:** Reunión de Coordinadores de los Subgrupos de Trabajo del GEP.
- **04/10/06:** Reunión del Subgrupo de Aplicaciones al Transporte.

En la reunión de coordinadores de los subgrupos del GEP celebrada el 8 de Septiembre de 2006, se analizaron y debatieron los comentarios de revisión a los informes elaborados y se acordaron los **criterios de homogeneización y normalización** del documento integrado del GEP:

- Tomando como referencias los documentos elaborados, se acordó presentar la propuesta de Acciones a Corto (2010) y Medio Plazo (2020) de acuerdo a la siguiente clasificación:
  - o Investigación básica,
  - o Desarrollo y Demostración,
  - o Infraestructuras y
  - o Acciones Transversales



- A su vez las Acciones Propuestas han sido clasificados en acciones de PRIMERA prioridad, de SEGUNDA prioridad y de TERCERCA prioridad y ordenadas según su importancia, de acuerdo al esquema siguiente:

Tipo	2006-2010		2010-2020	
Investigación Básica	PRIMARIAS	Lista de acciones primarias ordenadas por prioridad	PRIMARIAS	Lista de acciones primarias ordenadas por prioridad
	SECUNDARIAS	Lista de acciones secundarias ordenadas por prioridad	SECUNDARIAS	Lista de acciones secundarias ordenadas por prioridad
	TERCIARIAS	Lista de acciones terciarias ordenadas por prioridad	TERCIARIAS	Lista de acciones terciarias ordenadas por prioridad
Desarrollo de Tecnología	PRIMARIAS	Lista de acciones primarias ordenadas por prioridad	PRIMARIAS	Lista de acciones primarias ordenadas por prioridad
	SECUNDARIAS	Lista de acciones secundarias ordenadas por prioridad	SECUNDARIAS	Lista de acciones secundarias ordenadas por prioridad
	TERCIARIAS	Lista de acciones terciarias ordenadas por prioridad	TERCIARIAS	Lista de acciones terciarias ordenadas por prioridad
Desarrollo de Infraestructuras	PRIMARIAS	Lista de acciones primarias ordenadas por prioridad	PRIMARIAS	Lista de acciones primarias ordenadas por prioridad
	SECUNDARIAS	Lista de acciones secundarias ordenadas por prioridad	SECUNDARIAS	Lista de acciones secundarias ordenadas por prioridad
	TERCIARIAS	Lista de acciones terciarias ordenadas por prioridad	TERCIARIAS	Lista de acciones terciarias ordenadas por prioridad
Transversales	PRIMARIAS	Lista de acciones primarias ordenadas por prioridad	PRIMARIAS	Lista de acciones primarias ordenadas por prioridad
	SECUNDARIAS	Lista de acciones secundarias ordenadas por prioridad	SECUNDARIAS	Lista de acciones secundarias ordenadas por prioridad
	TERCIARIAS	Lista de acciones terciarias ordenadas por prioridad	TERCIARIAS	Lista de acciones terciarias ordenadas por prioridad

Todas las acciones están encuadradas dentro de las recomendaciones definidas por la Plataforma Europea (SRA y DS) para transición a la economía del hidrógeno y alcanzar la visión definida en dicha plataforma. Para ordenar las acciones se han considerado de mayor prioridad las que mejor cumplen los criterios siguientes por orden de importancia:

1. Acciones que ayuden a potenciar la industria española.
2. Acciones que impliquen una estrecha colaboración entre industrias y centros de investigación españoles.
3. Acciones que sirvan para potenciar y explotar las diferencias positivas entre España y el resto de la Unión Europea, respecto a las acciones definidas en la SRA y por la DS de la Plataforma Tecnológica Europea del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible.
4. Acciones que sirvan para disminuir las diferencias negativas en capacidades entre España y el resto de la Unión Europea, respecto a las acciones definidas en la SRA y por la DS de la Plataforma Tecnológica Europea del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible.
5. Acciones que ayuden a incrementar de forma sostenida las capacidades en Investigación, Desarrollo de Tecnología e Innovación en España.



De acuerdo a los criterios anteriormente descritos, desde Septiembre de 2006 hasta Enero de 2007 los subgrupos de trabajo han elaborado una propuesta de Acciones (con la estimación económica correspondiente, incidiendo en los presupuestos a corto plazo – 2010).

Como resultado de la integración de los documentos de trabajo de los subgrupos y de las listas de Acciones priorizadas, desde finales de Enero hasta mediados de Marzo de 2007 se ha trabajado en la elaboración del presente documento que representa el Segundo Informe de Recomendaciones del Grupo de Estrategia y Planificación.

En la página web de la Plataforma [www.ptehpc.org](http://www.ptehpc.org) están disponibles los Informes completos de los Subgrupos de Trabajo del GEP.



## 2. OBJETIVO

El objetivo de este informe es presentar un resumen de las acciones recomendadas que se han definido en los informes completos de cada subgrupo de trabajo del Grupo de Estrategia y Planificación de la Plataforma, junto con un análisis del grupo de Financiación sobre vías necesarias o posibles de financiación de las acciones recomendadas.

Es de destacar que en esta segunda versión de los informes de cada subgrupo se ha hecho una estructuración de las recomendaciones según su tipo y plazo requerido, se las ha ordenado por prioridad, y se han realizado estimaciones de los presupuestos necesarios para llevarlas a cabo. Este informe detallado se anexa a este documento (Capítulo 7 y Anexo I).

Los Informes completos de los Subgrupos de Trabajo del GEP se han realizado con el fin de que puedan ser utilizados por los responsables de la Administración, las empresas, centros de investigación, y partes interesadas, en la definición de planes de Investigación, Desarrollo e Innovación, en el corto plazo (horizonte 2010) y en el medio plazo (horizonte 2020).

### 3. ASPECTOS DESTACABLES DE LOS ANÁLISIS DAFO

De entre los análisis DAFO detallados, se consideran destacables los siguientes aspectos:

#### 3.1. Debilidades y Amenazas

Las debilidades en general más resaltadas están relacionadas con la falta de desarrollo de tecnología propia, y por tanto de tejido industrial, en comparación a otros países de nuestro entorno. Por lo que la principal amenaza es la de quedarse descolgado del desarrollo de las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible.

También es destacable como amenaza la posible falta de la adecuada transmisión a la sociedad de la importancia de estas tecnologías para el bienestar común, tanto desde el punto de vista de desarrollo como desde el punto de vista de impacto medioambiental.

#### 3.2. Fortalezas y Oportunidades

La más destacable de todas es la ventaja española en relación a las posibilidades de utilización de las Energías Renovables (EERR). Este es un claro aspecto diferencial respecto a los países del norte de Europa, al menos en lo que a energía de origen solar se refiere.

Lo anterior, unido a lo incipiente de la producción y consumo del hidrógeno, con una perspectiva indudable de sustituir al petróleo en un sector tan masivo como es el transporte, abre una oportunidad al desarrollo de tecnologías y tejido industrial si se incentiva y orienta adecuadamente. El mismo fenómeno que se ha dado en España en la fabricación de componentes, equipos e infraestructuras para el uso de la energía eólica, puede ocurrir en la tecnología industrial de electrolizadores, pilas de combustible, y equipos auxiliares relacionados.

Adicionalmente no se deben olvidar las oportunidades singulares, como es el disponer de la mayor planta de uso limpio de carbón existente en el mundo por Gasificación Integrada en Ciclo Combinado, que, unida a las tecnologías de almacenamiento de CO<sub>2</sub>, le daría a España ventaja en el conocimiento de la tecnología de producción centralizada de hidrógeno a partir de combustibles fósiles con cero emisiones y de forma sostenible a medio-largo plazo. O como es la Plataforma Solar de Almería, referencia mundial en la Investigación y desarrollo sobre la energía solar y sus tecnologías relacionadas. Además de otras resaltadas en los informes individuales.

También debe destacarse como fortaleza y oportunidad el disponer de una comunidad científica importante y altamente cualificada, capacitada para servir de base de los desarrollos tecnológicos consecuentes si se mejora significativamente la colaboración entre Centros y Empresas.



## 4. RESUMEN DE RECOMENDACIONES

A continuación se enuncian de forma ordenada y resumida las acciones que se extraen de los Informes completos de los Subgrupos de Trabajo del GEP.

Conviene destacar que este resumen de recomendaciones no es un mero traslado de las acciones recomendadas en cada informe individual de los subgrupos. Se ha intentado hacer un resumen coherente, no repetitivo y equilibrado, unificando o aglomerando aquellas acciones que expresadas por diferentes grupos, de diferentes formas, sustancialmente se referían a conceptos idénticos, similares, o con gran contenido común.

Con el mismo criterio de uniformidad y coherencia se han revisado las prioridades dadas en los informes individuales, en dos sentidos: primero que no hubiera discrepancia entre las prioridades dadas en diferentes grupos para las mismas acciones, y segundo, conseguir un mejor equilibrio entre las diferentes prioridades para dar mayor valor a esta clasificación.

Al hacer la labor anterior se han adaptado los presupuestos definidos en los informes de los subgrupos para no duplicar conceptos y laminar las estimaciones que pudieran ser discrepantes de otras para conceptos semejantes.

Por ello, para análisis de los presupuestos estimados debe utilizarse el anexo I, en el que se recogen las estimaciones presupuestarias y acciones resumidas y revisadas con los criterios explicados.

Como una introducción del resumen de recomendaciones se resaltan los siguientes conceptos:

Dado lo incipiente de las tecnologías relacionadas con el hidrógeno y las pilas de combustible, y el inequívoco retraso de su desarrollo que existe en España respecto a los países de su entorno geopolítico, es lógico que los esfuerzos deban concentrarse en los primeros años, y en especial con las acciones relativas a Investigación Básica y Desarrollo de Tecnología, de forma que se pueda llegar al 2020 en condiciones competitivas para iniciar un despliegue de amplio alcance en la sociedad.

Por las mismas razones, las Medidas Transversales tienen una importancia relativa alta en comparación a los otros tipos de acciones, ya que en nuestro caso es muy relevante la aplicación de acciones que contribuyan a desarrollar un tejido común que refuerce la necesaria base para todos los otros tipos de acciones.

También puede parecer descompensado el peso dado a las acciones de primera prioridad respecto al resto, pero, después una revisión y crítica constructiva, se estima que este resultado es coherente con el esfuerzo hecho en la definición de acciones realmente trascendentes y viables que serían necesarias para conseguir los objetivos descritos en la visión de la Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y de las Pilas de Combustible.

El resumen se presenta ordenado por: (1) Plazo, (2) Prioridad, y (3) Tipo de Acción.

#### 4.1. Para realizarse y obtener resultados en el corto plazo (2010)

##### 4.1.1. De PRIMERA prioridad

##### 4.1.1.1. De Investigación básica

- Diseño de electrolizadores con especial aplicación a energías renovables.
- En materiales. Especialmente en su aplicación para:
  - o Absorción de radiación solar utilizable en descomposición del agua.
  - o Catalizadores de reformado con agua del monóxido de carbono.
  - o Componentes de Pilas PEM de alta temperatura, ánodos y cátodos de pilas SOFC, de catalizadores, de pilas en general para mejorar su eficiencia, costes y vida.
  - o Membranas catalíticas y de separación para obtención de hidrógeno de monóxido de carbono y agua.
  - o Membranas para separación y purificación de hidrógeno.
- Procesos de producción de hidrógeno por:
  - o Descarbonatación del metano en reactores de energía solar.
  - o Fotolisis.
  - o Gasificación de biomasa.
  - o Reformado de gas natural.
- En otras aplicaciones diferentes de las pilas de combustible: Motores de combustión interna.
- En sistemas y componentes auxiliares para la integración de pilas de combustible en unidades de suministro de energía: Sistemas auxiliares, integración como sistemas auxiliares de alimentación y en propulsión de vehículos. Electrónica de potencia para regulación.

##### 4.1.1.2. De desarrollo de tecnología.

- Desarrollo de procesos de fabricación de:
  - o Componentes de electrolizadores, electrolizadores especialmente desarrollados para aplicarse con EERR, su electrónica de potencia.
  - o Componentes, "stacks", de tecnología propia (nacional) para pilas PEMFC y SOFC.
- Construcción de plantas de demostración:
  - o Bancos de pruebas, de procesos de producción de hidrógeno basados en la aplicación conjunta de EERR y electrolizadores.
  - o Producción de hidrógeno a partir de combustibles fósiles con separación del CO<sub>2</sub> listo para su almacenamiento.
- De desarrollo de procesos, equipos, componentes:
  - o Producción de hidrógeno in situ a partir de gas natural.
  - o Almacenamiento de hidrógeno en vehículos.
  - o Sistemas de integración de Pilas en vehículos.
  - o Adaptaciones de motores de combustión a hidrógeno como combustible.



- Estudios de mezclas hidrógeno/metano en redes actuales de distribución de metano, sus aplicaciones, y en motores de combustión interna.

#### 4.1.1.3. De desarrollo de infraestructuras

- Plantas de prueba basadas en tecnologías existentes de electrolizadores.
- Centros de almacenamiento de hidrógeno en conjunción con obtención de EERR.
- Proyectos de demostración de uso de hidrógeno en pilas, y sus infraestructuras y equipamientos para distribución.
- Inicio de proyectos significativos o de demostración de edificios autosuficientes energéticamente, con captación de energía, almacenamiento de hidrógeno y generación por pilas.
- Los incentivos en inversiones relacionadas con el hidrógeno y las pilas de combustibles, los procesos de fabricación de pilas, y la creación de políticas marco de energía, transporte y medioambiente que primen la utilización de hidrógeno y pilas, con asignación presupuestaria específica, se consideran un motor importante en el desarrollo de infraestructuras en España.

#### 4.1.1.4. Medidas transversales

- Potenciar el diálogo con la Administración para crear un marco administrativo de desarrollo de la industria del hidrógeno y pilas.
- Desarrollo de normativa en general aplicable a la producción de hidrógeno y sus aplicaciones. Estandarización de procesos y componentes. Desarrollo de normativa específica en el almacenamiento y distribución y en la fabricación y uso de pilas, en las aplicaciones al transporte, etc.
- Actividades de difusión, formación y percepción social. Mediante el fomento de campañas informativas, creación de redes formativas, creación de asignaturas, cursos de postgrado, especialidades, o incluso estudios específicos sobre tecnologías del hidrógeno y de sus aplicaciones.
- Creación de una red nacional, y transeuropea, para fomentar proyectos de colaboración entre empresas y centros.
- Desarrollo de sistemas de seguridad en la utilización del hidrógeno. Incluyendo aspectos económicos y técnicos.
- Creación de centros de investigación y desarrollo tecnológico sobre materiales y técnicas de producción de hidrógeno (incluyendo de fuentes fósiles), y sus tecnologías relacionadas (separación y purificación).

### 4.1.2. SECUNDARIAS o de segunda prioridad.

#### 4.1.2.1. De investigación básica

- Procesos de producción de hidrógeno por:
  - o Vía biológica.
  - o Termólisis por calor.
  - o Ciclos termoquímicos.
  - o A partir de bioetanol y glicerina.

- En materiales para absorbentes para separación y purificación de hidrógeno.
- Optimización de pilas para uso residencial. Mejora de respuesta como unidades auxiliares de potencia.
- Integración de pilas de combustible en ciclos termodinámicos para aumento de eficiencia global.
- En otras aplicaciones diferentes de las pilas de combustible: Turbinas de gas con hidrógeno como combustible.

#### 4.1.2.2. De desarrollo de tecnología

- Construcción de plantas de demostración:
  - o A escala piloto para producción de hidrógeno por procesos basados en pirolisis de biomasa.
  - o Reactor prototipo para reacción de agua de gas de síntesis en dos pasos (alta y baja temperatura).
- De desarrollo de procesos, equipos, componentes:
  - o Desarrollo de sistemas modulares de pilas flexibles a la demanda de potencia con optimización de mantenibilidad y fiabilidad.
  - o Sistemas de aprovechamiento de calor residual de pilas.
  - o Sistemas de distribución y almacenamiento de hidrógeno para aplicaciones portátiles y de pequeña potencia.
  - o Adaptación de periféricos y de medidas de seguridad para el uso de motores de combustión interna y turbinas de gas con hidrógeno.
  - o Adaptaciones de turbinas de gas a hidrógeno como combustible.
  - o Motor de hidrógeno basado en ciclo adaptado y basados en ciclos híbridos.
  - o Generación de hidrógeno autónoma y descentralizada en uso residencial.

#### 4.1.2.3. De desarrollo de infraestructuras

- Implantación de hidrogenas de segunda generación.
- Sentar bases y promover colaboraciones entre involucrados para construir microrredes con producción de hidrógeno a partir de EERR, distribución, y uso.
- Sentar bases para la creación de un Centro Nacional de ensayo y certificación de pilas de combustible.

#### 4.1.2.4. Medidas transversales

- Difusión de la necesidad de confinamiento del  $\text{CO}_2$  en relación a la producción de hidrógeno desde gas natural y otros combustibles fósiles.
- Potenciar desarrollo de tecnologías auxiliares relacionadas con el uso de hidrógeno: Materiales, instrumentos y sensores, automatismos, etc.
- Fomento de una red de investigadores relacionados con hidrógeno y pilas.
- Fomento de participación en programas internacionales.



### 4.1.3. Terciarias o de tercera prioridad

#### 4.1.3.1. De Investigación Básica

- Optimización de herramientas existentes, y diseño de nuevas herramientas, para las predicciones meteorológicas en la producción de hidrógeno con energías renovables.
- Diseño de procesos industriales para la fabricación de materiales de aplicación en la producción de hidrógeno a partir de energías renovables diferentes de los requeridos para pilas y electrolizadores.
- En desarrollo de materiales de aplicación para almacenamiento de hidrógeno en sólidos.
- Producción de hidrógeno por disociación catalítica del amoníaco y del metano.

#### 4.1.3.2. De desarrollo de tecnología

- Sistemas de gestión de electrolizadores con EERR: Estrategias de control, y su dimensionamiento, de sistemas híbridos.
- Estudios de viabilidad, y de mercado, herramientas de gestión y de acceso a mercados, aplicables en la utilización de EERR y electrolizadores.
- Construcción de plantas de demostración a escala piloto para producción de hidrógeno por procesos de fermentación oscura.
- De desarrollo de procesos de producción de hidrógeno in situ a partir de bioalcoholes.
- Prototipos de unidades de separación  $H_2$ - $CO_2$  por adsorción con cambio de presión (PSA).
- Relacionada con control y seguridad de reformadores de gas natural a pequeña escala.
- Procesos de oxidación parcial y reformado autotérmico del gas natural.
- Tecnología nacional para aplicaciones portátiles y pequeño electrodoméstico basadas en pilas PEM o DM.
- De desarrollo de procesos, equipos, componentes:
  - o Control y regulación electrónica de mezclas para el uso de hidrógeno en motores.
  - o Motores de combustión interna en gamas modulares para uso del hidrógeno como excedente.

#### 4.1.3.3. De desarrollo de infraestructuras

- Instalación de plantas de limpieza y separación de hidrógeno.
- Puesta en marcha de proyectos de confinamiento de  $CO_2$  en emplazamientos seleccionados.

#### 4.1.3.4. Medidas transversales

- Establecer y mantener un diálogo con el sector energético, tanto convencional como de EERR.
- Desarrollo de herramientas de simulación de sistemas, procesos e infraestructuras, y su calibración conjunta con el despliegue de plantas y proyectos.

#### 4.2. Para realizarse y obtener resultados en el medio plazo (2020)

Dada la poca diferencia relativa existente entre los plazos considerados como corto (2010) y medio (2020), las recomendaciones a medio plazo son, en general, continuar con la consolidación, optimización y desarrollo de las actividades definidas como recomendadas para el corto plazo, y adicionalmente las que se indican a continuación que se caracterizan por que sus resultados no pueden estar o no se necesitarían en el plazo inmediato considerado en el apartado anterior.

##### 4.2.1. De **PRIMERA** prioridad

###### 4.2.1.1. De Investigación Básica

- Para la producción de hidrógeno:
  - o Gasificación de biomasa. Desarrollo de prototipos de nuevos procesos de gasificación.
  - o Reformado de gas natural. Su optimización y aplicación descentralizada.
- En materiales:
  - o Para componentes de Pilas PEM de alta temperatura, ánodos y cátodos de pilas SOFC, de catalizadores, de pilas en general para mejorar su eficiencia, costes y vida. Catalizadores basados en metales no nobles y orientaciones a incrementar rendimiento y vida.
  - o Para membranas para separación y purificación de hidrógeno. Optimización actuales y estudio de alternativas.
  - o Nuevos materiales para el transporte de hidrógeno.

###### 4.2.1.2. De desarrollo de tecnología

- Desarrollo de procesos de fabricación de estructuras de los materiales que se desarrollen en las acciones de Investigación Básica: Catalizadores, electrodos, membranas, almacenamiento, materiales para fotólisis del agua, etc.
- Prototipo de gasificación de biomasa con sistemas de obtención y purificación de hidrógeno.
- Explotación de planta de producción de hidrógeno a partir de gasificación de combustibles fósiles con separación de CO<sub>2</sub> para mantenimiento y optimización de la tecnología y posible aplicación en producción masiva centralizada.
- Cogasificación de combustibles fósiles y biomasa.
- De desarrollo de procesos, equipos, componentes:
  - o Reformadores de gas natural para aplicaciones domésticas basadas en hidrógeno.
  - o Generación de hidrógeno autónoma y descentralizada en uso residencial basada en EERR.

###### 4.2.1.3. De infraestructuras

- Establecimiento de colaboraciones entre involucrados para construir microrredes con producción de hidrógeno a partir de EERR, distribución, y uso.
- Implementación de plantas basadas en EERR para producción exclusiva de hidrógeno con centros de almacenamiento de hidrógeno.



- Desarrollo de una red de hidrogenas de segunda generación, basadas en la red existente de gas natural con reformadores in situ, y otros tipos, que cubran el mercado posible de vehículos de hidrógeno.
- Desarrollo de bancos de ensayo para homologación de aplicaciones basadas en hidrógeno como combustible.
- Establecimiento, en coordinación con gobiernos, de centros de recolección, tratamiento y distribución de biomasa.
- Revisar, adaptar, y continuar con los incentivos en inversiones relacionadas con el hidrógeno y las pilas de combustibles, los procesos de fabricación de pilas, y con las políticas marco de energía, transporte y medioambiente que primen la utilización de hidrógeno y pilas, con asignación presupuestaria específica, como un motor importante en el desarrollo de infraestructuras en España.

#### 4.2.1.4. Medidas transversales

- Aplicación y desarrollo detallado de normativa en general aplicable a la producción de hidrógeno y sus aplicaciones. Estandarización de procesos y componentes. Desarrollo de normativa específica en el almacenamiento y distribución y en la fabricación y uso de pilas, en las aplicaciones al transporte, etc.

### 4.2.2. SECUNDARIAS o de segunda prioridad

#### 4.2.2.1. De Investigación Básica

- Desarrollo de pilas reversibles.
- Procesos de producción de hidrógeno a partir de bioetanol y glicerina. Desarrollo de sistemas integrales.
- En materiales para aplicación en almacenamiento de hidrógeno en sólidos.

#### 4.2.2.2. De Desarrollo de Tecnología

- Extensión de plantas de demostración y optimización de procesos basados en pirólisis de biomasa.
- Desarrollo de tecnología para plantas comerciales de gasificación de biomasa a presión en alta potencia.
- Participación en proyectos de sistemas de energía primaria de alta temperatura, como nuclear de IV generación.
- Optimización del proceso de reacción de agua del gas de síntesis.
- De desarrollo de procesos, equipos, componentes:
  - o Desarrollo de tecnología para instalaciones de producción de hidrógeno basadas en ciclos termoquímicos.
  - o Conformación de estructuras para materiales de catalizadores de sistemas de hidrógeno a partir de metanol a bordo.
  - o De catalizadores específicos para la producción de hidrógeno por reformado de bioetanol, y su purificación por oxidación selectiva.

- o Integración de tecnologías de hidrógeno líquido en procesos de producción de hidrógeno.
- o Automatización generalizada de la integración de pilas e hidrógeno en sistemas autónomos.

#### 4.2.2.3. De desarrollo de infraestructuras

- Promoción de plantas para fabricación de catalizadores y membranas de aplicación en la producción de hidrógeno.
- Integración de motores de combustión interna de hidrógeno en instalaciones de generación de hidrógeno con EERR como vector de cola.
- Puesta en servicio y monitorización de almacenes geológicos de CO<sub>2</sub>.
- Centros piloto de distribución y rellenado de sistemas de almacenamiento de hidrógeno para portátiles y pequeños electrodomésticos.
- Despliegue de microrredes, comunidades, de hidrógeno con interconexión entre ellas.
- Desarrollo de aplicaciones basadas en mezclas hidrógeno/metano distribuidas en redes actuales de metano.
- Establecimiento de un Centro Nacional de ensayo y certificación de pilas de combustible.

#### 4.2.2.4. Medidas transversales

- Difusión de aspectos positivos de la energía nuclear. Por ejemplo su aplicación a la producción de hidrógeno para automoción como sustituto de combustibles basados en petróleo.
- Fomento, creación y soporte de asociaciones entre actores de la cadena producción de biomasa – producción de hidrógeno – transporte y distribución – consumidores.

### 4.2.3. TERCIARIAS o de tercera prioridad

#### 4.2.3.1. De Investigación Básica

- Procesadores de combustible para generación a bordo de hidrógeno.
- Procesos de producción de hidrógeno por termólisis con energía nuclear.

#### 4.2.3.2. De desarrollo de tecnología

- Sistemas de seguridad de aplicación en infraestructuras para distribución y alimentación de pilas de forma descentralizada.

#### 4.2.3.3. De desarrollo de Infraestructuras

- Implementación distribuida de plantas de producción de hidrógeno basadas en procesos biológicos y de pirólisis de biomasa.



## 5. RESUMEN DE INDICADORES

Entre los informes completos de cada subgrupo del Grupo de Estrategia y Planificación, destacan los siguientes indicadores, por considerarse más adecuados para el seguimiento de la implantación de las acciones:

### 5.1. Para acciones de Investigación Básica:

- Número de proyectos activos.
- Número de patentes emitidas.
- Número de grupos consolidados en líneas determinadas de las indicadas en las acciones recomendadas.

### 5.2. Para acciones de Desarrollo de Tecnología:

- Número de proyectos activos.
- Número de patentes en explotación.
- Número de empresas de base tecnológica.
- Número de productos fabricados: Pilas, electrolizadores, sistemas, ...
- Número de proyectos internacionales con participación española.

### 5.3. Para acciones de desarrollo de infraestructuras:

- Número de proyectos activos.
- Número de centros, bancos de pruebas, de I+D+I dedicados al hidrógeno y/o a las pilas de combustible.
- Capacidad de producción de hidrógeno por tecnologías basadas en Energías Renovables o uso limpio de combustibles fósiles.
- Cantidad de hidrógeno consumido como vector energético.
- Número de vehículos propulsados por hidrógeno.
- Número de estaciones de suministro de hidrógeno para aplicaciones.
- Kilómetros existentes de conductos de distribución de hidrógeno.

### 5.4. Para acciones transversales:

- Número de cursos, asignaturas, maestrías, desarrollados en Universidades relacionados con el hidrógeno y las pilas de combustible.
- Número de seminarios, jornadas, conferencias relacionadas.
- Número de normas editadas.

### 5.5. General

- Capital invertido en las acciones propuestas.

## 6. RESUMEN DE ESTIMACIÓN PRESUPUESTARIA

En el Anexo I se encuentra detallado el presupuesto estimado para cada recomendación. Este presupuesto se ha realizado con una estimación preliminar de lo que costaría en total el llevar a cabo la acción en el plazo previsto y de forma suficientemente efectiva.

El resumen, en millones de Euros (M €), es:

Tipos de acciones	Corto plazo (2010)				Medio plazo (2020)				TOTAL
	PRIOR. 1	PRIOR. 2	PRIOR. 3	Total	PRIOR. 1	PRIOR. 2	PRIOR. 3	Total	
Investigación Básica	37,7	10,9	6,8	55,4	98,0	40,0	24,0	162,0	217,4
Desarrollo de Tecnología	57,0	20,3	19,6	96,9	169,0	74,0	69,0	312,0	408,9
Desarrollo de Infraestructuras	63,0	17,0	31,0	111,0	241,0	152,0	88,0	481,0	592,0
Transversales	28,9	5,0	1,2	35,1	63,0	17,5	4,4	84,9	120,0
<b>Total</b>	<b>186,6</b>	<b>53,2</b>	<b>58,6</b>	<b>298,4</b>	<b>571,0</b>	<b>283,5</b>	<b>185,4</b>	<b>1039,9</b>	<b>1338,3</b>

## 7. INFORME FINANCIERO

El presente capítulo ha sido elaborado a partir de los siguientes documentos:

- Los informes elaborados por los Subgrupos de GEP a lo largo del año 2006.
- Informe sobre las Prioridades Tecnológicas y de Investigación necesarias en lo que se refiere a las tecnologías del Hidrógeno y las Pilas de Combustible (elaborado en Marzo de 2007 a petición del Ministerio de Educación y Ciencia y enmarcado dentro del eje temático del Plan Nacional de I+D+i 2008-2011).
- Documento de "Implementation Plan" de la Plataforma Europea del Hidrógeno y las Pilas de Combustible de Abril de 2007.

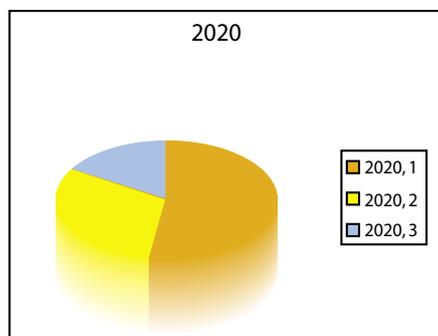
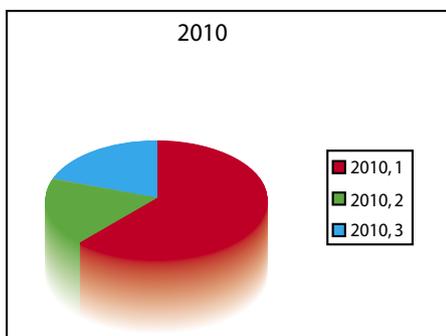
Como resultado se ha realizado una reclasificación de las acciones propuestas por el GEP, en función del tipo de programa al que se ajustarían mejor, distinguiendo entre transferencia de tecnología, proyecto en cooperación, centro científico, etc y elaborando una propuesta de financiación contemplando tanto los fondos públicos como privados.

En la parte final del capítulo se recogen reflexiones que establecen la base para abordar un segundo análisis más profundo en lo que a financiación de la Agenda Estratégica definida se refiere.

### 7.1.- Resumen de las principales cifras

La valoración del coste del total de acciones propuestas, cubriendo tanto el corto (2007 – 2010) como el medio plazo (hasta 2020), asciende a **1.380 Millones de Euros**. La mayor parte de esa inversión se requiere en el medio plazo, tanto por el periodo que cubre (10 años), como por la madurez de la tecnología que se orienta entonces a proyectos de mayor envergadura. De tal manera, el reparto supone la inversión de unos 300 Millones de Euros hasta 2010 y unos 1.080 Millones de Euros en el periodo hasta 2020.

Partiendo de la clasificación de las acciones, realizada en función de su prioridad (primarias o prioritarias, secundarias y terciarias), cabe hacer un desglose de las cifras anteriores, de la manera mostrada en los siguientes gráficos:



	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Acciones primarias</b>	186,60	571,00	757,60
<b>Acciones secundarias</b>	53,20	329,50	382,70
<b>Acciones terciarias</b>	58,60	181,40	240,00
<b>Total</b>	298,40	1.081,90	1.380,30

## 7.2.- Comparativa con el planteamiento realizado en Europa

El Plan de Despliegue o Implementación de la Plataforma Tecnológica Europea del Hidrógeno y las Pilas de Combustible valora a su vez la propuesta de programa de desarrollo e implementación de las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible, propuesto a nivel europeo, en el periodo **2007-2015**. La inversión total que se ha calculado asciende a **7.383 Millones de Euros**.

La clasificación de las actividades se ha realizado en este caso en función de dos criterios:

- Uno primero temático, en 4 Acciones de Innovación y Desarrollo (“Innovation and Development Action”, IDA):
  - o IDA 1: Vehículos y estaciones de servicio de hidrógeno
  - o IDA 2: Producción y suministro de hidrógeno sostenible
  - o IDA 3: Pilas de combustible para generación de energía y calor
  - o IDA 4: Pilas de combustible en nichos de mercado
- Otro segundo temporal, en 2 Fases:
  - o Fase I: hasta 2010
  - o Fase II: desde 2010 hasta 2015

Las diferentes cifras, desglosadas de diversas maneras (distinguiendo incluso el porcentaje dedicado a I+D o a demostración), se muestran a continuación, expresadas en Millones de Euros.

Vehículos y estaciones de servicio de hidrógeno							
	Suministro H <sub>2</sub>	Transporte			Despliegue tecnología	Total	
	Estaciones servicio	Carretera	Aéreo	Marítimo	Ferrovionario		Actividades apoyo
	<b>290</b>	<b>1.500</b>	<b>150</b>	<b>300</b>	<b>245</b>	<b>176</b>	<b>2.661</b>
<b>I+D</b>	44%	33%	33%	33%	14%	-	~30%
<b>Demo</b>	56%	67%	67%	67%	86%	-	~60%
<b>Apoyo</b>	-	-	-	-	-	-	~10%
<b>Fase I</b>	-	-	-	-	-	-	~1.200
<b>Fase II</b>	-	-	-	-	-	-	~1.450

	Producción y suministro de hidrógeno sostenible			
	Medio plazo	Largo plazo	Actividades apoyo	Total
	<b>380</b>	<b>331</b>	<b>48</b>	<b>759</b>
<b>I+D</b>	32%	91%	-	~56%
<b>Demo</b>	68%	9%	-	~38%
<b>Apoyo</b>	-	-	-	~6%
<b>Fase I</b>	~200	~125	-	~325
<b>Fase II</b>	~225	~100	-	~325
<b>Fase III<sup>3</sup></b>	-	~110	-	~110

	Pilas de combustible para generación de energía y calor				
	SOFC	PEMFC	MCFC	Actividades apoyo	Total
	<b>1.394</b>	<b>706</b>	<b>728</b>	<b>25</b>	<b>2.853</b>
<b>I+D</b>	25%	30%	21%	-	~25%
<b>Demo</b>	75%	70%	79%	-	~74%
<b>Apoyo</b>	-	-	-	-	~1%
<b>Fase I</b>	~460	~360	~380	-	~1.200
<b>Fase II</b>	~950	~350	~350	-	~1.650

	Pilas de combustible en nichos de mercado					
	Aplicaciones				Actividades apoyo	Total
	Portátil	Micro	Vehículos especiales	Generación energía H <sub>2</sub> residual		
		<b>234</b>	<b>234</b>	<b>234</b>	<b>245</b>	<b>163</b>
<b>I+D</b>	15%				-	~13%
<b>Demo</b>	85%				-	~87%
<b>Apoyo</b>	-				-	-
<b>A</b>	-	-	-	-	-	~210
<b>B</b>	-	-	-	-	-	~240
<b>C</b>	-	-	-	-	-	~425
<b>-</b>	-	(234)	-	-	-	234

A: Pruebas en campo ("early field testing"): 2007-2009  
 B: Demostración y mercado: 2009-2012  
 C: Demostración y despliegue: 2010-2013

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4	Total
	<b>2.661</b>	<b>759</b>	<b>2.853</b>	<b>1.110</b>	<b>7.383</b>
<b>I+D</b>	30%	56%	25%	13%	28%
<b>Demo</b>	63%	38%	74%	72%	66%
<b>Apoyo</b>	7%	6%	1%	15%	6%

<sup>3</sup> En la Acción de Innovación y Desarrollo orientada a la producción y suministro de hidrógeno sostenible, se ha definido una tercera fase que abarca el periodo 2015-2025.

Haciendo un análisis de lo que la Comisión Europea ha invertido en hidrógeno y pilas de combustible en el sexto Programa Macro de investigación (2002-2006), se tiene una cifra global de 300 Millones de Euros, lo que equivaldría a una estimación de unos 75 Millones de Euros al año.

En cifras barajadas por HY-CO ERA-Net, una estimación de los presupuestos nacionales de los países miembros sumaría un total de 200 Millones de Euros al año; aunque en este caso hay que citar casos muy característicos, como es Alemania, cuya apuesta por estas tecnologías le ha hecho comprometer un presupuesto de 50 Millones de Euros al año, durante los próximos 10 años.

El Plan de Despliegue o Implementación de la Plataforma Tecnológica Europea del Hidrógeno y las Pilas de Combustible incluye entre sus cifras también una estimación de la financiación pública disponible en esta área: 320-350 Millones de Euros al año en Europa; equivalente a **2.200-2.500 Millones de Euros** durante el periodo **2007-2015**.

### **7.3.- Enfoque de las acciones**

Las acciones planteadas por la PTE HPC, a lo largo del trabajo aquí documentado, cabría agruparlas en función del estado del conocimiento que aplican o del objetivo de desarrollo de tecnología que pretenden. De tal manera, se han clasificado en primera instancia de la siguiente manera:

- Investigación básica: aquellas acciones orientadas a la generación de conocimiento científico, que servirá de base a un posterior desarrollo de tecnología; suele estar orientada a materias más genéricas (materiales, procesos, etc.), con un marcado carácter multidisciplinar de sus investigadores.
- Desarrollo tecnológico: supone la aplicación de un conocimiento científico al desarrollo de tecnología; su alcance está más focalizado a la obtención de un producto, ya sea éste la implementación de un proceso con una función específica o el diseño de un dispositivo con unas características dadas.
- Desarrollo de infraestructura: aquellas acciones que materializan en una instalación o sistema de mayor envergadura (a escala de planta piloto o incluso a escala real) los conocimientos y desarrollos establecidos en fases previas; los objetivos son múltiples: obtención de resultados experimentales, confirmación de su viabilidad tecnológica y de negocio, divulgación de la tecnología, etc.
- Medidas transversales: es el conjunto de acciones orientadas a cubrir diferentes aspectos genéricos, que no suponen la generación de un nuevo conocimiento, sino fundamentalmente el establecimiento de un marco de colaboración o de desarrollo.

Esta clasificación inicial, sin embargo, debe reorientarse de cara a establecer los medios óptimos para asegurar la elevada inversión requerida para financiarla, tal y como se ha establecido en apartados anteriores.

De tal manera, es posible reenfocar las acciones planteadas, en función de la medida que mejor puede ayudar a extraer los mejores resultados. De cara a cubrir necesidades de investigación básica, fundamentalmente se deberá fomentar el trabajo desarrollado en grupos de investigación, consolidando su actividad. Sin embargo, determinadas actividades deberán realizarse en colaboración con empresas, para asegurar que dicho conocimiento tenga también en cuenta las fortalezas y debilidades de dicho sector. De igual forma, puede ser necesario centralizar determinadas actividades de investigación básica, dotándolas de un equipamiento o una infraestructura intensivos en capital, que requiera de un uso combinado entre los diferentes actores o incluso en otros ámbitos en absoluto coincidentes en temática.

Se realiza por tanto una reclasificación de las acciones, en función de los Programas que pueden generar una mejor cobertura y que reflejan el enfoque en cada caso:

- Programa de grupos consolidados y de excelencia: actividades de investigación básica, con existencia de grupos consolidados (Consolider, etc.)
- Programa de equipamiento e infraestructuras científicas y divulgativas: actividades de investigación básica, que supongan la implementación de infraestructura (centros específicos, bancos de pruebas, etc.)

- Programa de infraestructuras científico-tecnológicas: actividades de investigación básica, que supongan la implementación de infraestructura para un área temática específica (centros de ensayo y caracterización, etc.)
- Programas de apoyo a la transferencia de la investigación y de tecnología, y Programas de inserción de doctores y personal técnico en el sector productivo: cooperación público-privada, que pretende fomentar la capacidad competitiva de las empresas (Petri, spin-off, patentes. Torres Quevedo, etc.)
- Programas de proyectos cooperativos: cooperación público-privada, para el desarrollo de procesos, herramientas, componentes y sistemas, así como su integración y aplicación (Genit, PSE, Tractores, cooperación internacional, etc.)
- Construcción de capacidades estratégicas sectoriales (Energía, Medio Ambiente y Transporte, Construcción): demostración; normativa; marco administrativo; percepción social; redes de colaboración; etc.

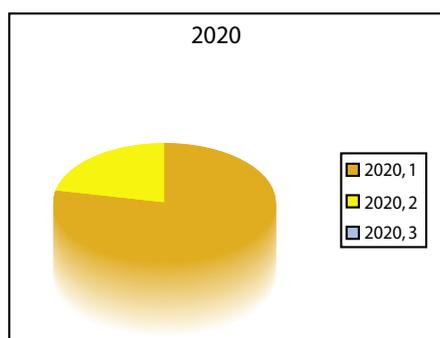
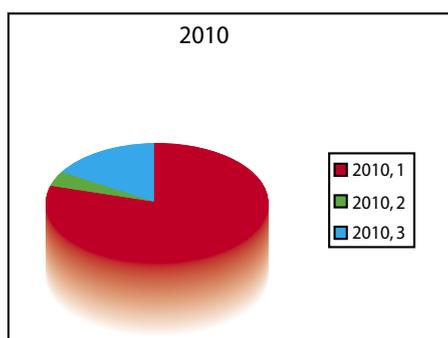
**A continuación se clasifican todas las acciones, remarcándolas en colores según prioridad y plazo requerido:**

	Prioridad 1	Prioridad 2	Prioridad 3
<b>2010</b>	Rojo	Verde	Azul
<b>2020</b>	Naranja	Amarillo	Celeste

### 7.3.1.- Programa de grupos consolidados y de excelencia

Se clasifican en este grupo las siguientes acciones:

Nº	Acción	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)
A1	Materiales absorción radiación solar, descomposición agua	2010	1	IB	1,50	2020	1	IB	5,00
A2	Materiales catalizadores reformado CO con agua	2010	1	IB	0,80	2020	1	IB	4,00
A3	Materiales PEMFC/ SOFC; eficiencia/coste/ vida	2010	1	IB	10,00	2020	1	IB	20,00
A4	Materiales membranas catalíticas/separación CO con agua	2010	1	IB	0,80	2020	1	IB	3,00
A5	Materiales membranas separación/purificación H <sub>2</sub>	2010	1	IB	0,80	2020	1	IB	4,00
A6	Materiales transporte H <sub>2</sub>					2020	1	IB	6,00
A7	Materiales absorbentes separación/purificación H <sub>2</sub>	2010	2	IB	0,80	2020	2	DT	2,00
A8	Catalizadores reformado bioetanol; COPROX					2020	2	DT	1,00
A9	Materiales almacenamiento H <sub>2</sub> sólidos	2010	3	IB	3,00	2020	2	IB	9,00



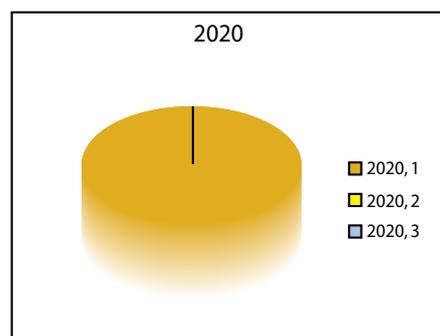
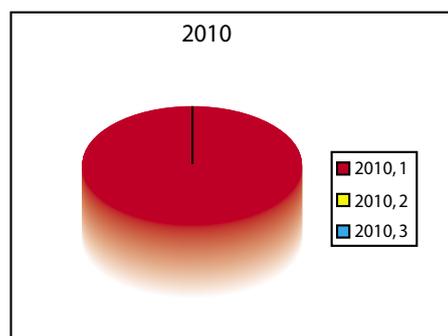
	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Acciones primarias</b>	13,90	42,00	55,90
<b>Acciones secundarias</b>	0,80	12,00	12,80
<b>Acciones terciarias</b>	3,00	0,00	3,00
<b>Total</b>	17,70	54,00	71,70

El objetivo fundamental de todas las acciones encuadradas dentro de este Programa está orientado al desarrollo de nuevos materiales, cuyas propiedades permitan avanzar posteriormente en desarrollos en el ámbito de las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible: una cierta funcionalidad (producción o almacenamiento de hidrógeno), un mayor rendimiento, un menor coste o una mayor durabilidad (de las pilas de combustible).

### 7.3.2.- Programa de equipamiento e infraestructuras científicas y divulgativas

Se clasifica en este grupo la siguiente acción:

Nº	Acción	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)
B1	Centros investigación materiales/técnicas producción H <sub>2</sub>	2010	1	MT	20,00	2020	1	MT	40,00



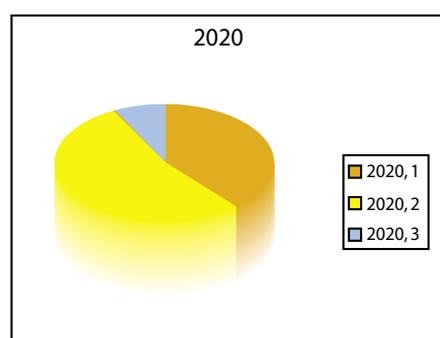
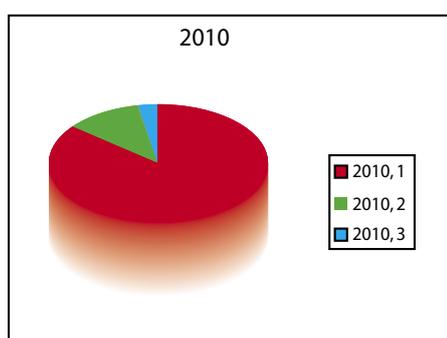
	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Acciones primarias</b>	20,00	40,00	60,00
<b>Acciones secundarias</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Acciones terciarias</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	20,00	40,00	60,00

La única acción englobada bajo este Programa, con actividad tanto en el corto como en el medio plazo, tiene por objeto el establecimiento de una infraestructura científica multidisciplinar, que dé soporte tanto a este ámbito temático (hidrógeno y pilas de combustible), como a muchos otros.

### 7.3.3.- Programa de infraestructuras científico-tecnológicas

Se clasifican en este grupo las siguientes acciones:

Nº	Acción	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)
C1	Bancos pruebas producción H <sub>2</sub> electrolizador- EERR	2010	1	DT	12,00	2020	1	DT	24,00
C2	Plantas prueba tecnologías electrolizador	2010	1	DI	18,00				
C3	Bancos ensayo homologación aplicaciones H <sub>2</sub>					2020	1	DI	15,00
C4	Centro Nacional ensayo/certificación pila combustible	2010	2	DI	4,00	2020	2	DI	15,00
C5	Plantas fabricación catalizadores/membranas					2020	2	DI	40,00
C6	Plantas limpieza/separación hidrógeno (ensayos laboratorio)	2010	3	DI	1,00	2020	3	DI	8,00



	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Acciones primarias</b>	30,00	39,00	69,00
<b>Acciones secundarias</b>	4,00	55,00	59,00
<b>Acciones terciarias</b>	1,00	8,00	9,00
<b>Total</b>	35,00	102,00	137,00

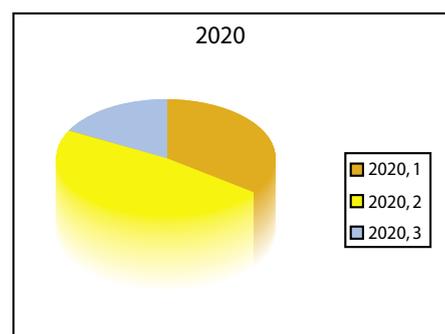
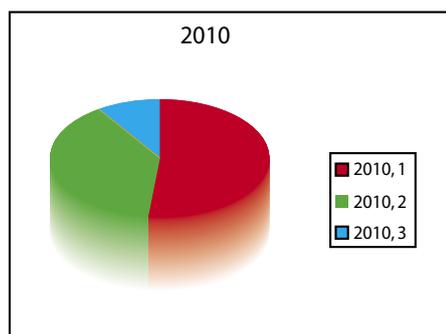
En este caso, se pretende el establecimiento centralizado de determinadas disciplinas necesarias para el adecuado desarrollo de las tecnologías: diferentes tipologías de electrolizador, integración con diferentes fuentes de energía renovable, homologación de aplicaciones de las pilas de combustible muy diversas, diferentes técnicas de ensayo, etc. El elevado nivel de inversión que requieren determina la necesidad de aunar capacidades en un mismo centro o en una misma instalación de prueba y ensayo.

#### 7.3.4.- Programa de apoyo a la transferencia de resultados de la investigación y de tecnología, y Programas de inserción de doctores y personal técnico en el sector productivo

Se clasifican en este grupo las siguientes acciones:

Nº	Acción	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)
D1	Diseño electrolizadores aplicación EERR	2010	1	IB	8,00	2020	1	IB	12,00
D2	Desarrollo procesos fabricación componentes electrolizador	2010	1	DT	5,00	2020	1	DT	12,00
D3	Desarrollo procesos fabricación componentes PEMF C/SOFC	2010	1	DT	5,00	2020	1	DT	12,00
D4	Desarrollo procesos fabricación estructuras materiales IB					2020	1	DT	12,00
D5	Optimización pilas combustible residencial/ APU	2010	2	IB	2,00	2020	2	IB	8,00
D6	Pila combustible en ciclo termodinámico; eficiencia	2010	2	IB	1,60	2020	2	IB	4,00
D7	Turbina gas (hidrógeno)	2010	2	IB	2,00	2020	2	IB	5,00
D8	Procesos/equipos/ componentes periféricos/ seguridad motores/ turbinas	2010	2	DT	1,50	2020	2	DT	4,00
D9	Procesos/equipos/ componentes/motores ciclo adaptado/híbrido	2010	2	DT	1,00	2020	2	DT	3,00

Nº	Acción	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)
D10	Procesos/equipos/ componentes adaptación turbinas H <sub>2</sub>	2010	2	DT	4,00	2020	2	DT	8,00
D11	Tecnologías auxiliares H <sub>2</sub> ; materiales/instrumentos/ automatismos	2010	2	MT	1,50	2020	2	MT	6,00
D12	Desarrollo pilas combustible reversibles					2020	2	IB	6,00
D13	Desarrollo tecnología plantas gasificación biomasa a presión					2020	2	DT	6,00
D14	Desarrollo tecnología ciclos termoquímicos					2020	2	DT	10,00
D15	Conformación de estructuras materiales metanol a bordo vehículos					2020	2	DT	1,00
D16	Procesos/equipos/ componentes hidrógeno líquido					2020	2	DT	5,00
D17	Procesos fabricación materiales genéricos H <sub>2</sub> - EERR	2010	3	IB	0,80	2020	3	IB	2,00
D18	Tecnología nacional portátil PEMF C/ DMF C	2010	3	DT	2,00	2020	3	DT	20,00
D19	Procesos/equipos/ componentes control mezcla motores	2010	3	DT	0,50	2020	3	DT	1,50



	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Acciones primarias</b>	18,00	48,00	66,00
<b>Acciones secundarias</b>	13,60	66,00	79,60
<b>Acciones terciarias</b>	3,30	23,50	26,80
<b>Total</b>	34,90	137,50	172,40

El objetivo en este caso es transferir el conocimiento de la tecnología desde el ámbito científico al sector productivo. Esto podrá darse de dos formas: fomentando la colaboración entre los centros de investigación y la industria, orientada a la transferencia de dicha tecnología; o incorporando directamente a la empresa al personal científico y tecnólogo que ha desarrollado dicho conocimiento.

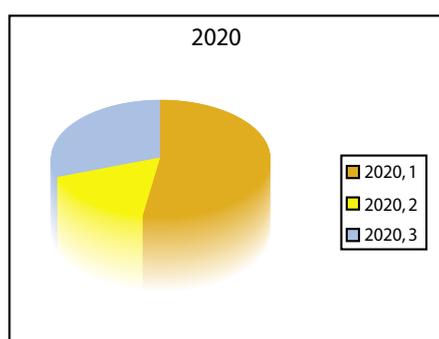
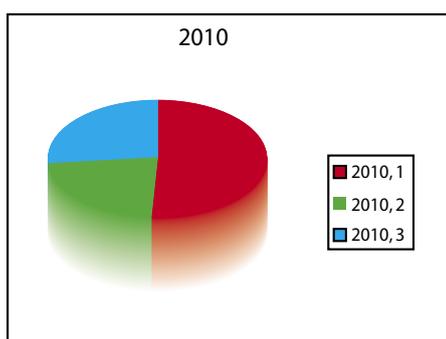
#### 7.3.5.- Programa de proyectos cooperativos

Se clasifican en este grupo las siguientes acciones:

Nº	Acción	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)
E1	Procesos descarbonatación CH <sub>4</sub> energía solar	2010	1	IB	0,60	2020	1	IB	3,00
E2	Procesos fotolisis	2010	1	IB	0,70	2020	1	IB	3,00
E3	Procesos gasificación biomasa	2010	1	IB	3,00	2020	1	IB	8,00
E4	Procesos reformado gas natural	2010	1	IB	1,50	2020	1	IB	6,00
E5	Motores de combustión interna (hidrógeno)	2010	1	IB	2,00	2020	1	IB	4,00
E6	Sistemas auxiliares (suministro energía, vehículos)	2010	1	IB	8,00	2020	1	IB	20,00
E7	Estudio mezcla H <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub> ; redes, motores	2010	1	DT	4,00				
E8	Procesos/equipos/ componentes producción H <sub>2</sub> gas natural (doméstico)	2010	1	DT	6,00	2020	1	DT	16,00
E9	Procesos/equipos/ componentes almacenamiento H <sub>2</sub> vehículo	2010	1	DT	6,00	2020	1	DT	12,00
E10	Procesos/equipos/ componentes pilas combustible vehículos	2010	1	DT	5,00	2020	1	DT	12,00
E11	Procesos/equipos/ componentes motores hidrógeno	2010	1	DT	2,00	2020	1	DT	4,00

Nº	Acción	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)
E12	Prototipos gasificación biomasa					2020	1	DT	20,00
E13	Procesos/equipos/ componentes producción H <sub>2</sub> -EERR (doméstico)					2020	1	DT	10,00
E14	Procesos producción H2 biológicos	2010	2	IB	1,00	2020	2	IB	4,00
E15	Procesos producción H2 termólisis	2010	2	IB	2,00	2020	2	IB	4,00
E16	Procesos producción H2 ciclos termoquímicos	2010	2	IB	1,00	2020	2	IB	2,50
E17	Procesos producción H2 bioetanol/glicerina	2010	2	IB	0,50	2020	2	IB	1,50
E18	Prototipos WGS; alta/baja temperatura	2010	2	DT	0,80				
E19	Sistemas modulares pila combustible; mantenibilidad/fiabilidad	2010	2	DT	2,00	2020	2	DT	4,00
E20	Procesos/equipos/ componentes calor residual pila combustible	2010	2	DT	2,00	2020	2	DT	5,00
E21	Procesos/equipos/ componentes almacenamiento H <sub>2</sub> portátil	2010	2	DT	4,00	2020	2	DT	10,00
E22	Procesos/equipos/ componentes generación H <sub>2</sub> autónoma/residencial	2010	2	DT	4,00				
E23	Proceso WGS					2020	2	DT	3,00
E24	Automatización integración pila combustible-H <sub>2</sub> sistemas autónomos					2020	2	DT	5,00
E25	Herramientas predicción meteorológica H <sub>2</sub> -EERR	2010	3	IB	2,00	2020	3	IB	4,00
E26	Proceso disociación catalítica NH <sub>3</sub> /CH <sub>4</sub>	2010	3	IB	1,00	2020	3	IB	4,00
E27	Sistemas gestión/control electrolizador-EERR (híbridos)	2010	3	DT	5,00	2020	3	DT	10,00
E28	Estudio viabilidad/mercado electrolizador-EERR	2010	3	DT	3,00	2020	3	DT	6,00

Nº	Acción	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)
E29	Procesos/equipos/ componentes producción H <sub>2</sub> bioalcoholes	2010	3	DT	0,80	2020	3	DT	3,00
E30	Prototipos PSA; separación H <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub>	2010	3	DT	1,80	2020	3	DT	4,00
E31	Control/seguridad reformador gas natural pequeña escala	2010	3	DT	4,00	2020	3	DT	10,00
E32	Proceso oxidación parcial/ reformado autotérmico gas natural	2010	3	DT	1,00	2020	3	DT	3,00
E33	Proceso/equipos/ componentes motores modulares (H <sub>2</sub> excedente)	2010	3	DT	0,70	2020	3	DT	1,50
E34	Herramientas simulación sistemas/procesos infraestructura	2010	3	MT	0,80	2020	3	MT	1,40
E35	Procesadores combustible generación H <sub>2</sub> a bordo vehículos					2020	3	IB	4,00
E36	Procesos producción H <sub>2</sub> termolisis nuclear					2020	3	IB	10,00
E37	Sistemas seguridad infraestructura descentralizada distribución/uso H <sub>2</sub>					2020	3	DT	6,00



	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Acciones primarias</b>	38,80	118,00	156,80
<b>Acciones secundarias</b>	17,30	39,00	56,30
<b>Acciones terciarias</b>	20,10	66,90	87,00
<b>Total</b>	76,20	223,90	300,10

Éste es el grupo más numeroso (aunque no el que supone una mayor inversión) y viene a redundar en la filosofía que se ha venido dando, tanto a nivel nacional como europeo: la colaboración directa entre el sector empresarial y el científico, para el desarrollo conjunto de tecnología.

Se insiste en el desarrollo e implementación de procesos (producción de hidrógeno), la optimización de tecnologías para su aplicación (motores de hidrógeno, almacenamiento de hidrógeno, técnicas de separación), el desarrollo de sistemas auxiliares o herramientas necesarios para la operación de sistemas (toma de datos, simulación, automatización, integración, seguridad), el análisis específico de aplicaciones (ámbito doméstico, automoción), los estudios de viabilidad y de mercado, etc.

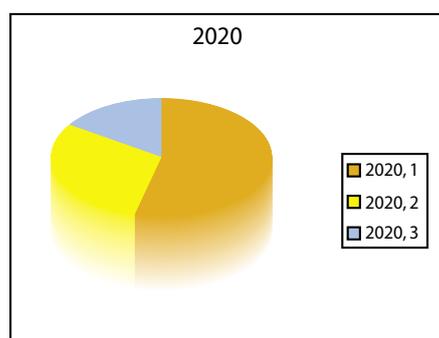
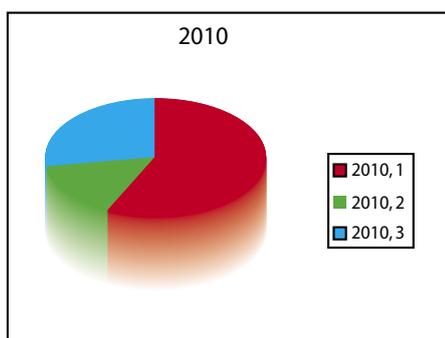
### 7.3.6.- Construcción de capacidades estratégicas sectoriales

Se clasifican en este grupo las siguientes acciones:

Nº	Acción	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)
F1	Planta demostración producción H <sub>2</sub> fósiles-separación CO <sub>2</sub>	2010	1	DT	12,00	2020	1	DT	20,00
F2	Centros almacenamiento H <sub>2</sub> - EERR	2010	1	DI	6,00				
F3	Proyectos demostración pila combustible	2010	1	DI	6,00	2020	1	DI	25,00
F4	Edificios autosuficientes captación/almacenamiento H <sub>2</sub> /pila combustible	2010	1	DI	8,00	2020	1	DI	15,00
F5	Incentivos H <sub>2</sub> /pila combustible;energía/ transporte/medio ambiente	2010	1	DI	25,00	2020	1	DI	60,00
F6	Diálogo administración;marco administrativo H <sub>2</sub> /pila combustible	2010	1	MT	0,50	2020	1	MT	1,00
F7	Normativa producción/aplicación H <sub>2</sub> ;estandarización procesos	2010	1	MT	3,00	2020	1	MT	6,00
F8	Difusión/formación/ percepción social	2010	1	MT	3,00	2020	1	MT	10,00
F9	Red nacional/transeuropea colaboración empresas-centros	2010	1	MT	0,40	2020	1	MT	1,00
F10	Seguridad utilización H <sub>2</sub> ;aspectos económicos técnicos	2010	1	MT	2,00	2020	1	MT	5,00
F11	Plantas cogasificación fósiles-biomasa					2020	1	DT	15,00
F12	Plantas producción exclusiva H <sub>2</sub> -EERR (almacenamiento)					2020	1	DI	40,00

Nº	Acción	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)
F13	Coordinación gobiernos-recolección/tratamiento/distribución biomasa					2020	1	DI	26,00
F14	Red hidrogeneras 2ª generación	2010	2	DI	5,00	2020	1	DI	20,00
F15	Colaboración microrredes producción/distribución/uso H <sub>2</sub> -EERR	2010	2	DI	8,00	2020	1	DI	40,00
F16	Planta piloto pirólisis biomasa	2010	2	DT	1,00	2020	2	DT	3,00
F17	Difusión confinamiento CO <sub>2</sub> ; gas natural/fósiles	2010	2	MT	1,00	2020	2	MT	2,00
F18	Red investigadores H <sub>2</sub> /pila combustible	2010	2	MT	0,50	2020	2	MT	3,00
F19	Participación programas internacionales	2010	2	MT	2,00	2020	2	MT	5,00
F20	Proyecto nuclear IV generación alta temperatura					2020	2	DT	6,00
F21	Integración motores H <sub>2</sub> -EERR (vector de cola)					2020	2	DI	5,00
F22	Almacenes geológicos (monitorización)					2020	2	DI	50,00
F23	Centros piloto distribución/rellenado almacenamiento H <sub>2</sub> portátil					2020	2	DI	12,00
F24	Interconexión microrredes/comunidades H <sub>2</sub>					2020	2	DI	60,00
F25	Aplicaciones mezclas H <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub> redes					2020	2	DI	10,00
F26	Difusión nuclear producción H <sub>2</sub> transporte					2020	2	MT	0,50
F27	Asociaciones actores biomasa-H <sub>2</sub> -transporte/distribución/uso					2020	2	MT	1,00
F28	Planta piloto producción de H <sub>2</sub> biológico	2010	3	DT	0,80				
F29	Proyectos confinamiento CO <sub>2</sub> ; emplazamientos seleccionados	2010	3	DI	30,00				

Nº	Acción	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)	Horizonte	Prioridad	Tipología	Presupuesto (M€)
F30	Diálogo sector energético;convencional/ EERR	2010	3	MT	0,40	2020	3	MT	3,00
F31	Plantas distribuidas fermentación oscura/ pirólisis biomasa					2020	3	DI	80,00



	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Acciones primarias</b>	65,90	284,00	349,90
<b>Acciones secundarias</b>	17,50	157,50	175,00
<b>Acciones terciarias</b>	31,20	83,00	114,20
<b>Total</b>	114,60	524,50	639,10

Se trata ésta de la partida presupuestaria más abultada: un gran número de acciones representadas, siendo algunas de ellas muy intensivas en capital.

Bajo este epígrafe se dan cobertura a diversos objetivos, que sin embargo tienen en común la necesidad de fortalecer las presentes tecnologías (hidrógeno y pila de combustible) como un parámetro estratégico en el ámbito de tres áreas claves (en España y en Europa): la energía, el transporte y el Medio Ambiente.

- Actividades de demostración: obtención de resultados experimentales, a escala de planta piloto o a escala real (producción de hidrógeno, aplicación de las pilas de combustible).
- Desarrollo de normativa específica, que permita una necesaria estandarización.
- Cobertura de todos los aspectos relativos a la seguridad en el uso de estas tecnologías.
- Implementación de la tecnología en nichos de mercado (almacenamiento de energía, edificios autosuficientes).
- Establecimiento de infraestructuras necesarias para un posicionamiento estratégico del sector, en el ámbito europeo (red de estaciones de servicio de hidrógeno, interconexión de microrredes de producción y distribución, empleo de infraestructuras existentes para nuevos usos).

- Fortalecimiento y creación de redes de colaboración en el ámbito de la investigación en torno a estas tecnologías, así como fomento de la participación en programas internacionales de esta índole.
- Diálogo con los sectores afines, para extender el conocimiento de estas nuevas tecnologías y sus implicaciones, fomentando la coordinación entre los diferentes actores: Administraciones Públicas, ámbito específico de la gestión de la biomasa, sector de generación de energía.
- Establecimiento de un sistema de primas, que fomente el uso de estas tecnologías y que responda a las mejoras que éstas introducen (fundamentalmente desde el punto de vista de eficiencia energética y de reducción de emisiones contaminantes).
- Difusión de estas nuevas tecnologías y sus implicaciones, tanto de cara a cubrir las pertinentes necesidades de formación académica para el desarrollo del sector como para el establecimiento de una percepción social fundamentada en el conocimiento y entendimiento de las mismas.

#### **7.4.- Análisis de la financiación**

Haciendo un potencial estudio de la cobertura financiera que se debería dar a cada acción, se han obtenido las cifras que se mostrarán a continuación. Se hace notar sin embargo que este análisis es solamente eso: un potencial estudio. Cabría realizar muchos más y muy diferentes.

Se ha tenido especial cuidado en hacer mención de las diferentes premisas tenidas en cuenta; serán éstas las que determinen el resultado final; serán éstas las que darán lugar a variantes en la metodología a implementar.

##### **7.4.1.- Programa de grupos consolidados y de excelencia**

En este caso, los principales destinatarios de la financiación serán centros públicos de investigación. Esta línea de acciones es intensiva en personal y menos en material y equipamiento. Y precisamente ese personal ya está financiado a través de fondos públicos.

Se propone por lo tanto cubrir los costes derivados específicamente de la realización del proyecto o acción, relativos a material o equipamiento.

Se estima que estos costes pueden rondar el 30% de la previsión de presupuesto para estas acciones. Tanto por tratarse de unas líneas de investigación de mucho riesgo (investigación básica), tanto por los actores que primordialmente tomarán parte, se propone una financiación 100% pública. Tal y como se ha indicado en el párrafo anterior, sólo el 30%, sin embargo, computaría dentro del programa general de hidrógeno y pilas de combustible.

	Inversión total necesaria		
	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Primarias</b>	<b>13,90</b>	<b>42,00</b>	<b>55,90</b>
<b>Secundarias</b>	<b>0,80</b>	<b>12,00</b>	<b>12,80</b>
<b>Terciarias</b>	<b>3,00</b>	<b>0,00</b>	<b>3,00</b>
<b>Total (M€)</b>	<b>17,70</b>	<b>54,00</b>	<b>71,70</b>

	Millones Euros Programa H2&PC			Millones Euros Industria		
	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Primarias</b>	4,17	12,60	16,77	0,00	0,00	0,00
<b>Secundarias</b>	0,24	3,60	3,84	0,00	0,00	0,00
<b>Terciarias</b>	0,90	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	5,31	16,20	21,51	0,00	0,00	0,00

#### 7.4.2.- Programa de equipamiento e infraestructuras científicas y divulgativas

En este caso, la acción planteada promueve la creación de un nuevo centro (o centros), que será necesario dotar tanto de equipamiento como de personal, en su totalidad. Requerirá por tanto de un 100% de financiación.

Por su carácter genérico, pudiendo “dar servicio” a disciplinas muy diversas, se plantea que sean fondos públicos los que cubran dicha financiación.

	Inversión total necesaria		
	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Primarias</b>	20,00	40,00	60,00
<b>Secundarias</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Terciarias</b>	0,00	0,00	0,00
<b>Total (M€)</b>	20,00	40,00	60,00

	Millones Euros Programa H2&PC			Millones Euros Industria		
	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Primarias</b>	20,00	40,00	60,00	0,00	0,00	0,00
<b>Secundarias</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Terciarias</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	20,00	40,00	60,00	0,00	0,00	0,00

#### 7.4.3.- Programa de infraestructuras científico-tecnológicas

También en este caso las acciones planteadas promueven la creación de centros o instalaciones de ensayo, que serán compartidos por diferentes grupos de investigación. Se requerirá también, por tanto, dotarlos de personal y equipamiento.

Sin embargo, la investigación que aquí se debe realizar tiene un carácter más específico, lo que abre la opción de un uso potencial por la industria.

Se considera por ello que la financiación debe ser mixta, público-privada, en la que los fondos públicos cubrirían del orden del 80% de la inversión estimada, mientras que el 20% restante debería provenir de contratos a establecer con la industria, por el uso de las presentes instalaciones.

	Inversión total necesaria		
	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Primarias</b>	<b>30,00</b>	<b>39,00</b>	<b>69,00</b>
<b>Secundarias</b>	<b>4,00</b>	<b>55,00</b>	<b>59,00</b>
<b>Terciarias</b>	<b>1,00</b>	<b>8,00</b>	<b>9,00</b>
<b>Total (M€)</b>	<b>35,00</b>	<b>102,00</b>	<b>137,00</b>

	Millones Euros Programa H2&PC			Millones Euros Industria		
	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Primarias</b>	<b>24,00</b>	<b>31,20</b>	<b>55,20</b>	<b>6,00</b>	<b>7,80</b>	<b>13,80</b>
<b>Secundarias</b>	<b>3,20</b>	<b>44,00</b>	<b>47,20</b>	<b>0,80</b>	<b>11,00</b>	<b>11,80</b>
<b>Terciarias</b>	<b>0,80</b>	<b>6,40</b>	<b>7,20</b>	<b>0,20</b>	<b>1,60</b>	<b>1,80</b>
<b>Total</b>	<b>28,00</b>	<b>81,60</b>	<b>109,60</b>	<b>7,00</b>	<b>20,40</b>	<b>27,40</b>

#### 7.4.4.- Programas de apoyo a la transferencia de resultados de la investigación y de tecnología, Programas de inserción de doctores y personal técnico en el sector productivo

Las características de las acciones aquí representadas, a tener en cuenta para la valoración de su financiación, son variadas:

- Se trata en este caso de actividades muy intensivas en personal.
- Se encuentran presentes centros de investigación, cuyo personal está fundamentalmente cubierto por fondos públicos.
- Las empresas son los actores clave en este caso, fomentándose su crecimiento (creación de una spin-off, propiedad de patentes o licencia para su uso, contratación de doctores y tecnólogos).
- Del total de acciones planteadas, se puede estimar que el 80% son de transferencia de tecnología (incluyéndose en este caso también a la generación de patentes).
- El 20% restante vendría representado por acciones de creación de empresas (de base tecnológica) o el fomento de contratación.

Considerando las premisas anteriores, así como las características de cada uno de los dos grandes grupos, se propone una financiación del 75% de las acciones de transferencia y del 40% en las de carácter empresarial. La industria deberá cubrir el 25% de las acciones de transferencia, así como la mayor parte (60%) de las iniciativas en spin-off y nuevas contrataciones.

Considerando las cifras globales de este apartado, se obtiene que la financiación pública asciende a un 68% y la privada a un 32%.

	Inversión total necesaria		
	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Primarias</b>	<b>18,00</b>	<b>48,00</b>	<b>66,00</b>
<b>Secundarias</b>	<b>13,60</b>	<b>66,00</b>	<b>79,60</b>
<b>Terciarias</b>	<b>3,30</b>	<b>23,50</b>	<b>26,80</b>
<b>Total (M€)</b>	<b>34,90</b>	<b>137,50</b>	<b>172,40</b>

	Millones Euros Programa H2&PC			Millones Euros Industria		
	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Primarias</b>	<b>12,24</b>	<b>32,64</b>	<b>44,88</b>	<b>5,76</b>	<b>15,36</b>	<b>21,12</b>
<b>Secundarias</b>	<b>9,25</b>	<b>44,88</b>	<b>54,13</b>	<b>4,35</b>	<b>21,12</b>	<b>25,47</b>
<b>Terciarias</b>	<b>2,24</b>	<b>15,98</b>	<b>18,22</b>	<b>1,06</b>	<b>7,52</b>	<b>8,58</b>
<b>Total</b>	<b>23,73</b>	<b>93,50</b>	<b>117,23</b>	<b>11,17</b>	<b>44,00</b>	<b>55,17</b>

#### 7.4.5.- Programas de proyectos cooperativos

Siguen siendo acciones con una carga de I+D importante, con un elevado riesgo y a partir de las cuales aún no va a ser posible obtener productos comerciales.

Se propone una financiación conjunta, público-privada, a partes iguales: 50-50%.

	Inversión total necesaria		
	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Primarias</b>	<b>38,80</b>	<b>118,00</b>	<b>156,80</b>
<b>Secundarias</b>	<b>17,30</b>	<b>39,00</b>	<b>56,30</b>
<b>Terciarias</b>	<b>20,10</b>	<b>66,90</b>	<b>87,00</b>
<b>Total (M€)</b>	<b>76,20</b>	<b>223,90</b>	<b>300,10</b>

	Millones Euros Programa H2&PC			Millones Euros Industria		
	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Primarias</b>	19,40	59,00	78,40	19,40	59,00	78,40
<b>Secundarias</b>	8,65	19,50	28,15	8,65	19,50	28,15
<b>Terciarias</b>	10,05	33,45	43,50	10,05	33,45	43,50
<b>Total</b>	38,10	111,95	150,05	38,10	111,95	150,05

#### 7.4.6.- Construcción de capacidades estratégicas sectoriales

Se trata en este caso de un epígrafe muy complejo y variado.

Figuran entre sus acciones proyectos de demostración, instalaciones pre-comerciales (en nichos de mercado) o iniciativas para cubrir necesidades de infraestructura.

También se encuentra otro tipo de acciones, denominadas de apoyo: desarrollo de normativa, medidas para el aseguramiento de la seguridad, creación y fortalecimiento de redes de colaboración, actividades de difusión o diálogo, etc.

Aparecen también recogidos aquí los incentivos directos en forma de primas (tarifación especial de la energía).

Las cantidades consideradas en concepto de primas son 25 Millones de Euros hasta 2010 (el 22% de la inversión considerada en ese mismo periodo) y 60 Millones de Euros en el periodo siguiente hasta 2020 (el 11% de dicha inversión). Estas cantidades deberán ser financiadas íntegramente (100%) con cargo a fondos públicos.

Las acciones de apoyo también pueden cifrarse de manera exacta: 12,80 Millones de Euros en el periodo hasta 2010 (11% de la inversión) y 36,50 Millones de Euros hasta 2020 (7% de la inversión considerada). Por sus características estratégicas, se considera la necesidad de contar con una fuerte financiación pública (del orden del 70%), a la vez que también la industria aporta un porcentaje menor (30%).

Ya por último, las acciones de demostración e infraestructura, que suponen el 67% de la inversión hasta 2010 y el 82% de la inversión hasta 2020, contarán con una financiación pública mucho menor, por hallarse mucho más cercanas al mercado. Será la industria la que tenga que absorber el mayor peso de la inversión, hasta un 70%.

Considerando todas estas cifras, los valores globales de financiación quedarían de la siguiente manera:

2010		2020	
% financiación pública	% financiación privada	% financiación pública	% financiación privada
49,80	50,20	40,50	59,50



	Millones Euros Programa H2&PC			Millones Euros Industria		
	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Primarias</b>	<b>32,82</b>	<b>115,02</b>	<b>147,84</b>	<b>33,08</b>	<b>168,98</b>	<b>202,06</b>
<b>Secundarias</b>	<b>8,72</b>	<b>63,79</b>	<b>72,50</b>	<b>8,79</b>	<b>93,71</b>	<b>102,50</b>
<b>Terciarias</b>	<b>15,54</b>	<b>33,62</b>	<b>49,15</b>	<b>15,66</b>	<b>49,39</b>	<b>65,05</b>
<b>Total</b>	<b>57,07</b>	<b>212,42</b>	<b>269,49</b>	<b>57,53</b>	<b>312,08</b>	<b>369,61</b>

Sin embargo, es necesario hacer notar que el sector empresarial buscará apoyo en el mercado (usuarios potenciales), así como aprovechará el sistema de primas establecido a este fin. Teniendo este último factor en cuenta, la financiación pública estará en realidad apantallada (la cobertura de la inversión por la prima tendría este carácter), alcanzándose valores “públicos” del orden del 72% hasta 2010 ó del 51% hasta 2020.

#### 7.4.7.- Financiación global del “Programa” en hidrógeno y pilas de combustible

Como conclusión final, resumir aquí las cifras globales correspondientes al esquema de financiación hasta aquí comentado.

	Inversión total necesaria		
	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Primarias</b>	<b>186,60</b>	<b>571,00</b>	<b>757,60</b>
<b>Secundarias</b>	<b>53,20</b>	<b>329,50</b>	<b>382,70</b>
<b>Terciarias</b>	<b>58,60</b>	<b>181,40</b>	<b>240,00</b>
<b>Total (M€)</b>	<b>298,40</b>	<b>1081,90</b>	<b>1380,30</b>

	Millones Euros Programa H2&PC			Millones Euros Industria		
	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)	2010 (M€)	2020 (M€)	Total (M€)
<b>Primarias</b>	<b>112,63</b>	<b>290,46</b>	<b>403,09</b>	<b>64,24</b>	<b>251,14</b>	<b>315,38</b>
<b>Secundarias</b>	<b>30,05</b>	<b>175,77</b>	<b>205,82</b>	<b>22,59</b>	<b>145,33</b>	<b>167,92</b>
<b>Terciarias</b>	<b>29,53</b>	<b>89,45</b>	<b>118,98</b>	<b>26,97</b>	<b>91,96</b>	<b>118,92</b>
<b>Total</b>	<b>172,21</b>	<b>555,67</b>	<b>727,89</b>	<b>113,80</b>	<b>488,43</b>	<b>602,22</b>

De los **1.380,30 Millones de Euros** que se plantean como inversión necesaria para llevar a cabo la totalidad de acciones propuestas, en el periodo 2007-2020, se plantearía la necesidad de cubrir casi **730 Millones de Euros** a través de fondos públicos. Lo que equivaldría a unos **55-60 Millones de Euros anuales**.

Considerando también como fondos públicos los aportados en gastos de personal de los centros de investigación (que no computan dentro del Programa de hidrógeno y pilas de combustible, tal y como se ha comentado anteriormente), el porcentaje total de financiación pública es de un 56,37%, mientras que el sector empresarial cubriría el 43,63%.

#### **7.5.- Consideraciones adicionales:**

El análisis financiero realizado en los puntos anteriores ha sido elaborado de acuerdo a la información contenida en los informes de los subgrupos y a la metodología e hipótesis explicada. En esta fase de comentarios del documento se han realizado aportaciones adicionales cuya consideración requiere la discusión y acuerdo entre los miembros del grupo de trabajo. En esta parte final del capítulo se recogen dichas consideraciones para abordar en un segundo análisis en lo que a financiación de la Agenda Estratégica definida se refiere:

- En la siguiente fase de trabajo convendría realizar un análisis más detallado, en el que se contemple y describa con más detalle los instrumentos de financiación pública (tipología, volúmenes, etc) distinguiendo entre Unión Europea, Administración General del Estado, Comunidades Autónomas y otros, para las Acciones propuestas en el Informe.
- Como ejercicio siguiente sería recomendable realizar una comparativa entre los resultados obtenidos y los presupuestos ministeriales destinados a energía a día de hoy, con el objetivo de ver las sinergias o diferencias en ambos escenarios.
- En el punto 4.6 del presente capítulo se ha considerado que la financiación de las Acciones relacionadas con la Construcción de capacidades estratégicas sectoriales podría incluir una partida de primas a la producción eléctrica. A corto plazo, sin embargo, no se prevé una revisión del RD 661/2007, de 25 de Mayo, por la que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, en la que se incorpore la producción de hidrógeno a partir de energías renovables y su uso en pilas de combustible. En caso de que así fuera, convendría revisar la financiación prevista para este programa desapareciendo el papel de las primas.
- En este capítulo se ha diferenciado entre el Programa de equipamiento e infraestructuras científico y divulgativas (con carácter principalmente de investigación básica y aplicada y participado por organismos de investigación) del Programa de infraestructuras científico tecnológicas (orientado a centros donde hay una participación elevada de empresas y con actuaciones de carácter más tecnológico y estratégico). En una segunda fase podría evaluarse la conveniencia de aunar ambos programas en uno solo.
- En el Programa de Infraestructuras científico-tecnológicas sería recomendable evaluar la idoneidad de incluir plantas de fabricación, orientadas a venta.
- Se han englobado en un solo epígrafe los Programas de apoyo a la transferencia de resultados y el Programa de inserción de doctores y personal técnico en el sector productivo. La transferencia de tecnología se realiza fundamentalmente de tres maneras: mediante la licencia/cesión de patentes; mediante la creación de empresas de base tecnológica (spin-off) y especialmente, a través de los acuerdos de cooperación entre empresas, centros tecnológicos y universidades para el desarrollo de proyectos. El Programa de Incorporación de tecnólogos a la empresa tiene un carácter más horizontal que se relaciona de manera transversal con otros Programas descritos en este capítulo.

Debido a las diferencias entre ambos programas en una segunda fase sería interesante considerar ambos Programas como epígrafes diferenciados con financiación independiente.

- El Programa de Construcción de capacidades estratégicas sectoriales también tiene un carácter transversal, donde tienen cabida, además de las acciones propuestas, otras de origen sectorial o aquellas encaminadas a promocionar la cooperación entre empresas y OPIs, la divulgación y la formación. En una segunda fase del Informe de Recomendaciones sería conveniente analizar el carácter transversal de este Programa en lo que a financiación se refiere.

## Anexo I: Lista total de recomendaciones por grupo de trabajo con estimaciones presupuestarias detalladas

ACCIÓN	PLAZO	PRIOR.	TIPO	PRESUP. (M €)
· Diseño de electrolizadores con especial aplicación a energías renovables.	2010	1	IB	8,00
· En materiales para absorción de radiación solar utilizable en descomposición del agua.	2010	1	IB	1,50
· En materiales para catalizadores de reformado con agua del monóxido de carbono.	2010	1	IB	0,80
· En materiales para componentes de pilas PEM de alta temperatura, ánodos y cátodos de pilas SOFC, de catalizadores, de pilas en general para mejorar su eficiencia, costes y vida.	2010	1	IB	10,00
· En materiales para membranas catalíticas y de separación para obtención de hidrógeno de monóxido de carbono y agua.	2010	1	IB	0,80
· En materiales para membranas para separación y purificación de hidrógeno.	2010	1	IB	0,80
· Procesos de producción de hidrógeno por descarbonatación del metano en reactores de energía solar.	2010	1	IB	0,60
· Procesos de producción de hidrógeno por gasificación de biomasa.	2010	1	IB	3,00
· Procesos de producción de hidrógeno por reformado de gas natural.	2010	1	IB	1,50
· En otras aplicaciones diferentes de las pilas de combustible: Motores de combustión interna.	2010	1	IB	2,00
· En sistemas y componentes auxiliares para la integración de pilas de combustible en unidades de suministro de energía: Sistemas auxiliares, integración como sistemas auxiliares de alimentación y en propulsión de vehículos. Electrónica de potencia para regulación.	2010	1	IB	8,00
· Desarrollo de procesos de fabricación de: Componentes de electrolizadores, electrolizadores especialmente desarrollados para aplicarse con EERR, su electrónica de potencia.	2010	1	DT	5,00
· Desarrollo de procesos de fabricación de: Componentes, "stacks", de tecnología propia (nacional) para pilas PEMFC y SOFC.	2010	1	DT	5,00
· Construcción de plantas de demostración: Bancos de pruebas, de procesos de producción de hidrógeno basados en la aplicación conjunta de EERR y electrolizadores.	2010	1	DT	12,00
· Construcción de plantas de demostración: Producción de hidrógeno a partir de combustibles fósiles con separación del CO2 listo para su almacenamiento.	2010	1	DT	12,00
· Estudios de mezclas hidrógeno/metano en redes actuales de distribución de metano, sus aplicaciones, y en motores de combustión interna.	2010	1	DT	4,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Producción de hidrógeno in situ a partir de gas natural.	2010	1	DT	6,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Almacenamiento de hidrógeno en vehículos.	2010	1	DT	6,00

ACCIÓN	PLAZO	PRIOR.	TIPO	PRESUP. (M €)
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Sistemas de integración de Pilas en vehículos.	2010	1	DT	5,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Adaptaciones de motores de combustión a hidrógeno como combustible.	2010	1	DT	2,00
· Plantas de prueba basadas en tecnologías existentes de electrolizadores.	2010	1	DI	18,00
· Centros de almacenamiento de hidrógeno en conjunción con obtención de EERR.	2010	1	DI	6,00
· Proyectos de demostración de uso de hidrógeno en pilas, y sus infraestructuras y equipamientos para distribución.	2010	1	DI	6,00
· Inicio de proyectos significativos o de demostración de edificios autosuficientes energéticamente, con captación de energía, almacenamiento de hidrógeno y generación por pilas.	2010	1	DI	8,00
· Los incentivos en inversiones relacionadas con el hidrógeno y las pilas de combustibles, los procesos de fabricación de pilas, y la creación de políticas marco de energía, transporte y medioambiente que primen la utilización de hidrógeno y pilas, con asignación presupuestaria específica, se consideran un motor importante en el desarrollo de infraestructuras en España.	2010	1	DI	25,00
· Potenciar el dialogo con la Administración para crear un marco administrativo de desarrollo de la industria del hidrógeno y pilas.	2010	1	MT	0,50
· Desarrollo de normativa en general aplicable a la producción de hidrógeno y sus aplicaciones. Estandarización de procesos y componentes. Desarrollo de normativa específica en el almacenamiento y distribución y en la fabricación y uso de pilas, en las aplicaciones al transporte, etc.	2010	1	MT	3,00
· Actividades de difusión, formación y percepción social. Mediante el fomento de campañas informativas, creación de redes formativas, creación de asignaturas, cursos de postgrado, especialidades, o incluso estudios específicos sobre tecnologías del hidrógeno y de sus aplicaciones.	2010	1	MT	3,00
· Creación de una red nacional, y transeuropea, para fomentar proyectos de colaboración entre empresas y centros.	2010	1	MT	0,40
· Desarrollo de sistemas de seguridad en la utilización del hidrógeno. Incluyendo aspectos económicos y técnicos.	2010	1	MT	2,00
· Centros de investigación y desarrollo tecnológico sobre materiales y técnicas de producción de hidrógeno (incluyendo de fuentes fósiles), y sus tecnologías relacionadas (separación y purificación).	2010	1	MT	20,00
· Procesos de producción de hidrógeno por: Foto biólisis y fotólisis.	2010	2	IB	0,60
· Procesos de producción de hidrógeno por: Termólisis por calor.	2010	2	IB	2,00
· Procesos de producción de hidrógeno por: Ciclos termoquímicos.	2010	2	IB	1,00
· Procesos de producción de hidrógeno: A partir de bioetanol y glicerina.	2010	2	IB	0,50

ACCIÓN	PLAZO	PRIOR.	TIPO	PRESUP. (M €)
· En materiales para: Absorbentes para separación y purificación de hidrógeno	2010	2	IB	0,80
· Optimización de pilas para uso residencial. Mejora de respuesta como unidades auxiliares de potencia.	2010	2	IB	2,00
· Integración de pilas de combustible en ciclos termodinámicos para aumento de eficiencia global.	2010	2	IB	1,60
· En otras aplicaciones diferentes de las pilas de combustible: Turbinas de gas con hidrógeno como combustible.	2010	2	IB	2,00
· Construcción de plantas de demostración: A escala piloto para procesos basados en pirolisis de biomasa.	2010	2	DT	1,00
· Construcción de plantas de demostración: Reactor prototipo para reacción de agua de gas de síntesis en dos pasos (alta y baja temperatura).	2010	2	DT	0,80
· Desarrollo de sistemas modulares de pilas flexibles a la demanda de potencia con optimización de mantenibilidad y fiabilidad.	2010	2	DT	2,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Sistemas de aprovechamiento de calor residual de Pilas.	2010	2	DT	2,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Sistemas de distribución y almacenamiento de hidrógeno para aplicaciones portátiles y de pequeña potencia.	2010	2	DT	4,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Adaptación de periféricos y de medidas de seguridad para el uso de motores de combustión interna y turbinas de gas con hidrógeno.	2010	2	DT	1,50
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Motor de hidrógeno basado en ciclo adaptado y basados en ciclos híbridos.	2010	2	DT	1,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Adaptaciones de turbinas de gas a hidrógeno como combustible.	2010	2	DT	4,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Generación de hidrógeno autónoma y descentralizada en uso residencial.	2010	2	DT	4,00
· Implantación de hidrogeneras de segunda generación.	2010	2	DI	5,00
· Sentar bases y promover colaboraciones entre involucrados para construir microrredes con producción de hidrógeno a partir de EERR, distribución, y uso.	2010	2	DI	8,00
· Sentar bases para la creación de un Centro Nacional de ensayo y certificación de pilas de combustible.	2010	2	DI	4,00
· Difusión de la necesidad de confinamiento del CO <sub>2</sub> en relación a la producción de hidrógeno desde gas natural y otros combustibles fósiles.	2010	2	MT	1,00
· Potenciar desarrollo de tecnologías auxiliares relacionadas con el uso de hidrógeno: Materiales, instrumentos y sensores, automatismos, etc.	2010	2	MT	1,50
· Fomento de una red de investigadores relacionados con hidrógeno y pilas.	2010	2	MT	0,50

ACCIÓN	PLAZO	PRIOR.	TIPO	PRESUP. (M €)
· Fomento de participación en programas internacionales.	2010	2	MT	2,00
· Optimización de herramientas existentes, y diseño de nuevas herramientas, para las predicciones meteorológicas en la producción de hidrógeno con energías renovables.	2010	3	IB	2,00
· Diseño de procesos industriales para la fabricación de materiales genéricos de aplicación en la producción de hidrógeno a partir de energías renovables diferentes de los requeridos para pilas y electrolizadores.	2010	3	IB	0,80
· En desarrollo de materiales de aplicación para: Almacenamiento de hidrógeno en sólidos	2010	3	IB	3,00
· Producción de hidrógeno por disociación catalítica del amoníaco y del metano.	2010	3	IB	1,00
· Procesos de producción de hidrógeno por fermentación oscura.	2010	3	IB	2,00
· Sistemas de gestión de electrolizadores con EERR: Estrategias de control, y su dimensionamiento, de sistemas híbridos.	2010	3	DT	5,00
· Estudios de viabilidad, y de mercado, herramientas de gestión y de acceso a mercados, aplicables en la utilización de EERR y electrolizadores.	2010	3	DT	3,00
· Construcción de plantas de demostración: A escala piloto para producción de hidrógeno por procesos de fermentación oscura.	2010	3	DT	0,80
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Producción de hidrógeno in situ a partir de bioalcoholes.	2010	3	DT	0,80
· Prototipos de unidades de separación H <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> por adsorción con cambio de presión (PSA).	2010	3	DT	1,80
· Relacionada con control y seguridad de reformadores de gas natural a pequeña escala.	2010	3	DT	4,00
· Procesos de oxidación parcial y reformado autotérmico del gas natural.	2010	3	DT	1,00
· Tecnología nacional para aplicaciones portátiles y pequeño electrodoméstico basadas en pilas PEM o DM.	2010	3	DT	2,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Control y regulación electrónica de mezclas para el uso de hidrógeno en motores.	2010	3	DT	0,50
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Motores de combustión interna en gamas modulares para uso del hidrógeno como excedente.	2010	3	DT	0,70
· Instalación de plantas de limpieza y separación de hidrógeno.	2010	3	DI	1,00
· Puesta en marcha de proyectos de confinamiento de CO <sub>2</sub> en emplazamientos seleccionados.	2010	3	DI	30,00
· Establecer y mantener un dialogo con el sector energético, tanto convencional como de EERR.	2010	3	MT	0,40
· Diseño de electrolizadores con especial aplicación a energías renovables.	2020	1	IB	12,00



ACCIÓN	PLAZO	PRIOR.	TIPO	PRESUP. (M €)
· En materiales para: Absorción de radiación solar utilizable en descomposición del agua.	2020	1	IB	5,00
· En materiales para: Catalizadores de reformado del monóxido de carbono.	2020	1	IB	4,00
· En materiales para: Componentes de Pilas PEM de alta temperatura, ánodos y cátodos de pilas SOFC, de catalizadores, de pilas en general para mejorar su eficiencia, costes y vida. Catalizadores basados en metales no nobles. Y orientaciones a incrementar rendimiento y vida.	2020	1	IB	20,00
· En materiales para: Membranas catalíticas y de separación para obtención de hidrógeno de monóxido de carbono y agua.	2020	1	IB	3,00
· En materiales para Membranas para separación y purificación de hidrógeno. Optimización actuales y estudio alternativas.	2020	1	IB	4,00
· En nuevos materiales para el transporte de hidrógeno.	2020	1	IB	6,00
· Procesos de producción de hidrógeno por: Descarbonatación del metano en reactores de energía solar.	2020	1	IB	3,00
· Procesos de producción de hidrógeno por: Gasificación de biomasa. Desarrollo de prototipos de nuevos procesos de gasificación.	2020	1	IB	8,00
· Procesos de producción de hidrógeno por: Reformado de gas natural. Su optimización y aplicación descentralizada.	2020	1	IB	6,00
· En otras aplicaciones diferentes de las pilas de combustible: Motores de combustión interna.	2020	1	IB	4,00
· En sistemas y componentes auxiliares para la integración de pilas de combustible en unidades de suministro de energía: Sistemas auxiliares, integración como sistemas auxiliares de alimentación y en propulsión de vehículos. Electrónica de potencia para regulación.	2020	1	IB	20,00
· Desarrollo de procesos de fabricación de: Componentes de electrolizadores, electrolizadores especialmente desarrollados para aplicarse con EERR, su electrónica de potencia.	2020	1	DT	12,00
· Desarrollo de procesos de fabricación de: Componentes, "stacks", de tecnología propia (nacional) para pilas PEMFC y SOFC.	2020	1	DT	12,00
· Desarrollo de procesos de fabricación de estructuras de los materiales que se desarrollen en las acciones de Investigación Básica: Catalizadores, electrodos, membranas, almacenamiento, materiales para fotólisis del agua, etc.	2020	1	DT	12,00
· Construcción de plantas de demostración: Bancos de pruebas, de procesos de producción de hidrógeno basados en la aplicación conjunta de EERR y electrolizadores.	2020	1	DT	24,00
· Construcción de prototipos de gasificación de biomasa con sistemas de obtención y purificación de hidrógeno.	2020	1	DT	20,00
· Explotación de planta de producción de hidrógeno a partir de gasificación de combustibles fósiles con separación de CO <sub>2</sub> para mantenimiento y optimización de la tecnología y posible aplicación en producción masiva centralizada.	2020	1	DT	20,00
· Cogasificación de combustibles fósiles y biomasa.	2020	1	DT	15,00

ACCIÓN	PLAZO	PRIOR.	TIPO	PRESUP. (M €)
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Reformadores de gas natural para aplicaciones domésticas basadas en hidrógeno.	2020	1	DT	16,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Generación de hidrógeno autónoma y descentralizada en uso residencial basada en EERR.	2020	1	DT	10,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Almacenamiento de hidrógeno en vehículos.	2020	1	DT	12,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Sistemas de integración de Pilas en vehículos.	2020	1	DT	12,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Adaptaciones de motores de combustión a hidrógeno como combustible.	2020	1	DT	4,00
· Establecimiento de colaboraciones entre involucrados para construir microrredes con producción de hidrógeno a partir de EERR, distribución, y uso.	2020	1	DI	40,00
· Implementación de plantas de producción exclusiva de hidrógeno a partir de EERR con centros de almacenamiento de hidrógeno.	2020	1	DI	40,00
· Extensión de Proyectos de demostración de uso de hidrógeno en pilas, y sus infraestructuras y equipamientos para distribución.	2020	1	DI	25,00
· Desarrollo de una red de hidrogeneras de segunda generación, basadas en la red existente de gas natural con reformadores in situ, y otros tipos, que cubran el mercado posible de vehículos de hidrógeno.	2020	1	DI	20,00
· Proyectos significativos o de demostración de edificios autosuficientes energéticamente, con captación de energía, almacenamiento de hidrógeno y generación por pilas.	2020	1	DI	15,00
· Desarrollo de bancos de ensayo para homologación de aplicaciones basadas en hidrógeno como combustible.	2020	1	DI	15,00
· Establecimiento, en coordinación con gobiernos, de centros de recolección, tratamiento y distribución de biomasa.	2020	1	DI	26,00
· Revisar, adaptar, y continuar con los incentivos en inversiones relacionadas con el hidrógeno y las pilas de combustibles, los procesos de fabricación de pilas, y con las políticas marco de energía, transporte y medioambiente que primen la utilización de hidrógeno y pilas, con asignación presupuestaria específica, como un motor importante en el desarrollo de infraestructuras en España.	2020	1	DI	60,00
· Revisar y mantener el dialogo con la Administración para crear un marco administrativo de desarrollo de la industria del hidrógeno y pilas.	2020	1	MT	1,00
· Aplicación y desarrollo detallado de normativa en general aplicable a la producción de hidrógeno y sus aplicaciones. Estandarización de procesos y componentes. Desarrollo de normativa específica en el almacenamiento y distribución y en la fabricación y uso de pilas, en las aplicaciones al transporte, etc.	2020	1	MT	6,00
· Continuar con la aplicación y extensión de las actividades de difusión, formación y percepción social. Mediante campañas informativas, creación de redes formativas, creación de asignaturas, cursos de postgrado, especialidades, y estudios específicos sobre tecnologías del hidrógeno y de sus aplicaciones.	2020	1	MT	10,00

ACCIÓN	PLAZO	PRIOR.	TIPO	PRESUP. (M €)
· Fomento y mantenimiento de red nacional, y transeuropea, para fomentar proyectos de colaboración entre empresas y centros.	2020	1	MT	1,00
· Continuar con desarrollo y optimización de sistemas de seguridad en la utilización del hidrógeno. Incluyendo aspectos económicos y técnicos.	2020	1	MT	5,00
· Mantenimiento y consolidación de Centros de investigación y desarrollo tecnológico sobre materiales y técnicas de producción de hidrógeno (incluyendo de fuentes fósiles), y sus tecnologías relacionadas (separación y purificación).	2020	1	MT	40,00
· Desarrollo de pilas reversibles.	2020	2	IB	6,00
· Procesos de producción de hidrógeno por: Foto biólisis y fotólisis.	2020	2	IB	2,00
· Procesos de producción de hidrógeno por: Termólisis.	2020	2	IB	4,00
· Procesos de producción de hidrógeno por: Ciclos termoquímicos.	2020	2	IB	2,50
· Procesos de producción de hidrógeno a partir de bioetanol y glicerina. Desarrollo de sistemas integrales.	2020	2	IB	1,50
· En materiales para absorbentes para separación y purificación de hidrógeno	2020	2	IB	2,00
· En desarrollo de materiales de aplicación para almacenamiento de hidrógeno en sólidos	2020	2	IB	9,00
· Optimización de pilas para uso residencial. Mejora de respuesta como unidades auxiliares de potencia.	2020	2	IB	8,00
· Integración de pilas de combustible en ciclos termodinámicos para aumento de eficiencia global.	2020	2	IB	4,00
· En otras aplicaciones diferentes de las pilas de combustible: Turbinas de gas con hidrógeno como combustible.	2020	2	IB	5,00
· Extensión de plantas de demostración y optimización de procesos basados en pirolisis de biomasa.	2020	2	DT	3,00
· Desarrollo de tecnología para plantas comerciales de gasificación de biomasa a presión en alta potencia.	2020	2	DT	6,00
· Participación en proyectos de sistemas de energía primaria de alta temperatura, como nuclear de IV generación.	2020	2	DT	6,00
· Optimización del proceso de reacción de agua del gas de síntesis.	2020	2	DT	3,00
· Desarrollo de sistemas modulares flexibles a la demanda de potencia con optimización de mantenibilidad y fiabilidad.	2020	2	DT	4,00
· Desarrollo de tecnología para instalaciones de producción de hidrógeno basadas en ciclos termoquímicos.	2020	2	DT	10,00
· Conformación de estructuras para materiales de catalizadores de sistemas de hidrógeno a partir de metanol a bordo.	2020	2	DT	1,00

ACCIÓN	PLAZO	PRIOR.	TIPO	PRESUP. (M €)
· De catalizadores específicos para la producción de hidrógeno por reformado de bioetanol, y su purificación por oxidación selectiva.	2020	2	DT	1,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Integración de tecnologías de hidrógeno líquido en procesos de producción de hidrógeno.	2020	2	DT	5,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes para: Sistemas de aprovechamiento de calor residual de pilas.	2020	2	DT	5,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Sistemas de almacenamiento y distribución de hidrógeno para aplicaciones portátiles y de pequeña potencia.	2020	2	DT	10,00
· Automatización generalizada de la integración de pilas e hidrógeno en sistemas autónomos.	2020	2	DT	5,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Adaptación de periféricos y de medidas de seguridad para el uso de motores de combustión interna y turbinas de gas con hidrógeno.	2020	2	DT	4,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Motor de hidrógeno basado en ciclo adaptado y basados en ciclos híbridos.	2020	2	DT	3,00
· De desarrollo de procesos, equipos, componentes: Adaptaciones de turbinas de gas a hidrógeno como combustible.	2020	2	DT	8,00
· Promoción de plantas para fabricación de catalizadores y membranas de aplicación en la producción de hidrógeno.	2020	2	DI	40,00
· Integración de motores de combustión interna de hidrógeno en instalaciones de generación de hidrógeno con EERR como vector de cola.	2020	2	DI	5,00
· Puesta en servicio y monitorización de almacenes geológicos de CO <sub>2</sub> .	2020	2	DI	50,00
· Centros piloto de distribución y rellenado de sistemas de almacenamiento de hidrógeno para portátiles y pequeños electrodomésticos.	2020	2	DI	12,00
· Despliegue de microrredes, comunidades, de hidrogeno con interconexión entre ellas.	2020	2	DI	60,00
· Desarrollo de aplicaciones basadas en mezclas hidrógeno/metano distribuidas en redes actuales de metano.	2020	2	DI	10,00
· Establecimiento de un Centro Nacional de ensayo y certificación de pilas de combustible.	2020	2	DI	15,00
· Difusión y aceptación de la necesidad de confinamiento del CO <sub>2</sub> en relación a la producción de hidrógeno desde gas natural y otros combustibles fósiles.	2020	2	MT	2,00
· Difusión de aspectos positivos de la energía nuclear. Por ejemplo su aplicación a la producción de hidrógeno para automoción como sustituto de combustibles basados en petróleo.	2020	2	MT	0,50
· Potenciar desarrollo de tecnologías auxiliares relacionadas con el uso de hidrógeno: Materiales, instrumentos y sensores, automatismos, etc.	2020	2	MT	6,00

ACCIÓN	PLAZO	PRIOR.	TIPO	PRESUP. (M €)
· Fomento y mantenimiento de una red de investigadores relacionados con hidrógeno y pilas.	2020	2	MT	3,00
· Fomento, creación y soporte de asociaciones entre actores de la cadena producción de biomasa – producción de hidrógeno – transporte y distribución – consumidores.	2020	2	MT	1,00
· Fomento y apoyo a participación en programas internacionales.	2020	2	MT	5,00
· Optimización de herramientas, y diseño de nuevas herramientas, para las predicciones meteorológicas en la producción de hidrógeno con energías renovables.	2020	3	IB	4,00
· Diseño de procesos industriales para la fabricación de materiales genéricos de aplicación en la producción de hidrógeno a partir de energías renovables, diferentes de los requeridos para pilas y electrolizadores.	2020	3	IB	2,00
· Procesadores de combustible para generación a bordo de hidrógeno.	2020	3	IB	4,00
· Procesos de producción de hidrógeno por termólisis con energía nuclear.	2020	3	IB	10,00
· Producción de hidrógeno por disociación catalítica del amoníaco y del metano.	2020	3	IB	4,00
· Optimización de sistemas de gestión de electrolizadores con EERR: Estrategias de control, y su dimensionamiento, de sistemas híbridos.	2020	3	DT	10,00
· Ampliación de estudios de viabilidad, y de mercado, herramientas de gestión y de acceso a mercados, aplicables en la utilización de EERR y electrolizadores.	2020	3	DT	6,00
· Procesos foto biológicos para la producción de hidrógeno.	2020	3	DT	4,00
· Extensión y optimización de plantas de demostración a escala piloto para producción de hidrógeno por procesos de fermentación oscura.	2020	3	DT	3,00
· Extensión y optimización de procesos, equipos, componentes relacionados con la producción de hidrógeno in situ a partir de bioalcoholes.	2020	3	DT	3,00
· Desarrollo y optimización de unidades de separación H <sub>2</sub> -CO <sub>2</sub> por adsorción con cambio de presión (PSA).	2020	3	DT	4,00
· Tecnología relacionada con control y seguridad de reformadores de gas natural a pequeña escala.	2020	3	DT	10,00
· Sistemas de seguridad de aplicación en infraestructuras para distribución y alimentación de pilas de forma descentralizada.	2020	3	DT	6,00
· Optimización de procesos de oxidación parcial y reformado autotérmico del gas natural.	2020	3	DT	3,00
· Desarrollo de tecnología nacional para aplicaciones portátiles y pequeño electrodoméstico basadas en pilas PEM o DM.	2020	3	DT	20,00
· Control y regulación electrónica de mezclas para el uso de hidrógeno en motores.	2020	3	DT	1,50



ACCIÓN	PLAZO	PRIOR.	TIPO	PRESUP. (M €)
· Motores de combustión interna en gamas modulares para uso del hidrógeno como excedente.	2020	3	DT	1,50
· Aumento de instalaciones de limpieza y separación de hidrógeno para ensayos de laboratorio.	2020	3	DI	8,00
· Implementación distribuida de plantas de producción de hidrógeno basadas en procesos de fermentación oscura y de pirolisis de biomasa.	2020	3	DI	80,00
· Establecer y mantener un dialogo con el sector energético, tanto convencional como de EERR.	2020	3	MT	3,00

## ANEXO II - Imágenes relacionadas con las tecnologías del hidrógeno y las pilas de combustible



Fig.1. Pilas de combustible tipo PEM  
Fuente: HYDROGEN WORKS

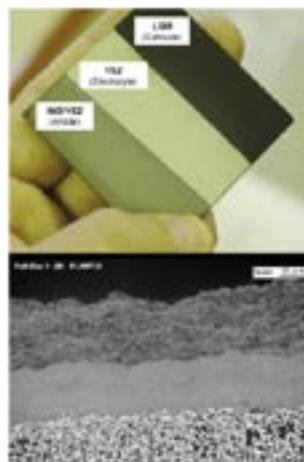


Fig.2. Componentes de pila SOFC obtenidos mediante Técnicas Avanzadas de Proyección Térmica.  
Fuente: INASMET-TECNALIA



Fig.3. Generador de hidrógeno, Hart 250  
Fuente: HYDROGEN WORKS



Fig.4. Pila de combustible de carbonatos fundidos, de 200 kW en la sede de Gas Natural.  
Fuente: GAS NATURAL



Fig.5. Compresor de diafragma metálico.  
ARIEMA/ PdC Machines  
Fuente: ARIEMA



Fig.6. Instalación de pila de combustible de 5 Kw. de Plug Power como back-up para un sistema de comunicación por radio con los barcos.  
Fuente: CETPEC



Fig.7. Laboratorio de pilas de combustible  
Fuente: CIDETEC



Fig.8. Electrolizador Accagen.  
Proyecto AEROPILA  
Fuente: Fundación CIDAUT



Fig.9. Laboratorio de Integración de EERR e Hidrógeno y Electroquímica  
Fuente: CENER



Fig.10 y Fig.11. Planta experimental de Ingeniería Química.  
Fuente: Universidad Rey Juan Carlos (URJC)



Fig.12 Prototipo de reformador de diesel.  
Proyecto REFORDI.  
Fuente: Fundación CIDAUT



Fig.13. Desarrollo de un motor de hidrógeno (HylCE) para aplicaciones de co-generación.  
Fuente: GUASCOR I+D



Fig.14. Planta escala bancada de una pila de combustible tipo PEM de alta temperatura. Detalle de una membrana de PBI desarrollada en el DIQ de la UCLM.  
Fuente: UCLM



Fig.15. Planta escala bancada de una planta de electrosíntesis de oxidantes. Producción de hidrógeno como subproducto. (UCLM)  
Fuente: UCLM



Fig.16. Laboratorio de experimentación de la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón.  
Fuente: Fundación Hidrógeno de Aragón



Fig.17. Planta Piloto de Gasificación por Lecho Fluidificado  
Fuente: INASMET-TECNALIA



Fig.18. IMS - HP HT Microbalance, para el desarrollo de materiales para almacenamiento y generación de hidrógeno  
Fuente: MATGA



Fig.19 y Fig. 20. Planta de gasificación de biomasa  
Fuente: GUASCOR INGENIERÍA



Fig.21 y Fig.22. Plata-  
forma Solar de Almería,  
Fuente: Página web  
pública



Fig.23. Central GICC de Puertollano (ELCOGAS)  
Fuente: ELCOGAS



Fig.24. Instalación experimental de uso del  
hidrógeno para almacenaje de energía en el  
Parque Eólico de Sotavento.  
Fuente: GAS NATURAL



Fig. 25: Edificio en construcción de dos plantas ( 200 m<sup>2</sup> )  
con sistema de captura de energía, almacenamiento en hidró-  
geno y alimentación mediante pila tipo PEM.  
Fuente: IAI-CSIC

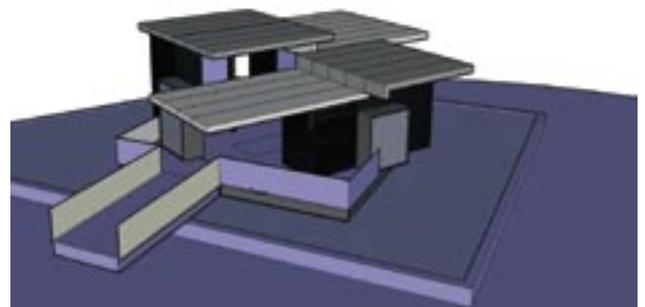


Fig. 26: Edificio en construcción con sistema de  
captura de energía, almacenamiento en hidrógeno y  
alimentación mediante pila tipo PEM. Módulo interno  
de 64 m<sup>2</sup> y cubierta de 100 m<sup>2</sup> para la plaza OIKOS  
“Agua y Energía” de EXPO 2008 en Zaragoza.  
Fuente: IAI-CSIC



Fig.27. Hidrogenadora serie 100 en funcionamiento durante el 2º Encuentro Sectorial del Hidrógeno y las Pilas de Combustible (Zaragoza, 2005)  
Fuente: CARBUROS METÁLICOS



Fig.28. Proyecto IHER, Infraestructura Tecnológica del Hidrógeno y energías Renovables,  
Fuente: Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón



Fig.29. Proyecto de demostración, financiado por la Diputación de Gipuzkoa, consistente en la instalación de un generador HFC de 5 kW a modo de UPS en la Escuela de Formación Profesional de Usurbil.  
Fuente: CIDETEC



Fig.30. Imagen 3D de la primera fase de la Ciudad del Hidrógeno, ubicada en el Polígono Industrial AJUSA. Incluye la hidrogenadora Don Ohyxote H2 Station.  
Fuente: AJUSA



Fig.31. Silla de minusválidos con hidrógeno dotada de un dispositivo de almacenamiento de hidrógeno (BESEL)  
Fuente: BESEL



Fig.32. Diseño de un banco de ensayos de pilas de combustible. Proyecto desarrollado por BESEL.  
Fuente: BESEL



Fig.33. Don Qhyxote Car 07: Vehículo propulsado con un sistema de propulsión de pila de combustible PEM desarrollado por AJUSA. Su depósito de hidrógeno a 350 bar permite una autonomía de 120 kms.  
Fuente: AJUSA



Fig.34. Don Qhyxote Home 07: AJUSA ha instalado en esta vivienda un sistema de cogeneración de pila de combustible PEM para el suministro de electricidad, calefacción y agua caliente sanitaria.  
Fuente: AJUSA



## ANEXO III - ÍNDICE DE AUTORES

Acosta, José Luis	Chacón, Esther	Incinillas, Jesús	Peña, Miguel A.
Alamar, Paula	Chamberlain, John	Jaén, María	Peñalvo, Elisa
Alamar, Carmen	Chica, Antonio	Jiménez, Isabel	Pérez-Navarro, Ángel
Aleix, Jorge	Correas, Luis	Juliá, Antoni	Porta, José Luis
Alfonso, Emilio	Cortes, Vicente	Jurado, José Ramón	Ramírez, Rodrigo
Álvarez, Teresa	Daroqui, Enrique	Jurado, Francisco	Ramírez, Pilar
Ambit, Laura	de Ceballos, Carlos	Laguna, Ángela	Razazi, Donia
Aranceta, Javier	Díaz, Jose Luis	Lapeña, Nieves	Recuero, Luis
Arco, M <sup>a</sup> del Carmen	Dichtl, Mercedes	Laresgoiti, Ander	Rodrigo, Manuel Andrés
Arenillas, Ana	Domínguez, Miguel Ángel	Lázaro, M <sup>a</sup> Jesús	Rodríguez, Ángel
Argumosa, Pilar	Domínguez, Antonio	Linares, Ángel	Roman, José Enrique
Arias, Pedro Luis	Domínguez, M <sup>a</sup> Teresa	Linares, José Ignacio	Romo, Santiago
Arilla, Marian	Dopazo, César	Llorca, Jordi	Ros, Salvador
Artaiz, Carlos Javier	Escardino, Agustín	Lobato, Justo	Ros, José Vicente
Arxer, M <sup>a</sup> del Mar	Esquius, Carmen	López, José M <sup>a</sup>	Sánchez, Pedro
Aso, Ismael	Ezponda, Estibaliz	Lupión, Mónica	Sánchez L., Félix
Azkarate, Iñaki	Fernández, David	Luque, Rafael	Sánchez, Carlos
Ballesteros, Juan Carlos	Fernández, J. Francisco	Maellas, Jesús	Sánchez, Carlos
Barrio, Victoria Laura	Fraile, Miguel	Marbán, Gregorio	Sancho, Luis
Bellido, Félix	García, Alberto	Marsilla, María	Santamaría, Ricardo
Ben, Rafael	García, José Luis	Martínez, M <sup>a</sup> Teresa	Sanz, Javier
Beneito, Rubén	García, Carmen	Martínez, Enrique	Sanz, Sergio
Bermúdez, Manuel	García, Feliciano	Martos, Carmen	Seguí, Ignacio
Blanco, Clara	García, Francisco	Mayorga, Pedro M.	Serra, José M.
Botas, Juan Ángel	García, Juan Manuel	Melo, Francisco V.	Sierra, José
Brey, Javier	García, Antonio	Menéndez, J. Ángel	Sirera, Lucia
Brey, Raúl	Garde, Raquel	Mezquita, Ana	Suárez, Fabián
Briceño, Yolanda	Geckeler, Dietmar	Miguel, Oscar	Suelves, Isabel
Brunet, Ernesto	Girón, Enrique	Moliner, Rafael	Tagle, José Antonio
Burgos, Silvia	Gómez, Jorge	Montaña, Diego	Teixidor, Francesc
Cacho, Luís	Gómez, Olga	Montes, M <sup>a</sup> José	Tejera, María
Calles, Juan Antonio	Gómez, Emilio	Montes, Julio	Toja, Francisco
Camuñas, Adolfo	Gómez, Félix	Morán, Antonio	Vales, Manuel Vicente
Cantero, Igor	González, Marta	Múgica, Juan Carlos	Valverde, José Luis
Cañizares, Pablo	Guelbenzu, Eugenio	Navarrete, Benito	Varvaró, Karín
Caño, Luis Alfonso	Guinea, Domingo	Navarro, Rufino M.	Vegas, Alberto
Carrasco, José A.	Gutiérrez, José Luis	Navas, Carlos	Vilaplana, Joaquín
Carrero, Alicia	Hernández, Lisardo	Ortí, Fortunato	Villanueva, Mauro
Carrillo, Eduardo	Homs, Narcis	Paraled, Juan Enríquez	Villarán, María del Carmen
Castro, Francisco	Hurtado, Sergio	Parra, José Bernardo	Villarreal, Igor
Castro, África	Ibáñez, Fernando	Pedrosa, Juan	



# PTE-HPC



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

**[www.ptehpc.org](http://www.ptehpc.org)**



Secretaría Técnica de la PTE HPC



Proyecto con nº de referencia RET-120000-20005-2,  
financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia, dentro  
del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e  
Innovación Tecnológica 2004- 2007