



PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DEL HIDRÓGENO Y DE LAS PILAS DE COMBUSTIBLE

GRUPO DE ESTRATEGIA Y PLANIFICACIÓN SEGUNDO INFORME DE TRABAJOS Y RECOMENDACIONES

MARZO 2007

ÍNDICE

- 1.- ANTECEDENTES
- 2.- OBJETIVO
- 3.- ASPECTOS DESTACABLES DE LOS ANÁLISIS DAFO
- 4.- RESUMEN DE RECOMENDACIONES
- 5.- RESUMEN DE INDICADORES
- 6.- RESUMEN DE ESTIMACIONES DE PRESUPUESTOS
- 7.- RESUMEN DE INFORME FINANCIERO

Anexos :

- I. Lista total de recomendaciones por grupo de trabajo y con estimaciones presupuestarias detalladas.
- II. Informe del subgrupo de producción de hidrógeno a partir de EERR vía electrolisis.
- III. Informe del subgrupo de producción de hidrógeno a partir de EERR vía diferente de electrolisis.
- IV. Informe del subgrupo de producción de hidrógeno a partir de EERR vías convencional y nuclear.
- V. Informe del subgrupo de almacenamiento y distribución de hidrógeno.
- VI. Informe del subgrupo de aplicaciones estacionarias.
- VII. Informe del subgrupo de aplicaciones al transporte.
- VIII. Informe del subgrupo de aplicaciones portátiles y pequeños electrodomésticos.
- IX. Informe del subgrupo financiero. (Pendiente)

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, 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 y SDD 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 grupos 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 H₂ a partir de Electrolisis y a partir de Eólica y Solar en uno sólo, 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
- 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 H₂.
- **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:
 - Investigación básica,
 - Desarrollo y Demostración,
 - Infraestructuras y
 - 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 DA) para transición a la economía del hidrógeno y alcanzar la visión definida en dicha plataforma.

Para ordenar las acciones se han considerado más prioritarias las que más cumplen con los siguientes criterios 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.
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 el DA 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 el SDD 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..

2. OBJETIVO

El objetivo de este informe es presentar un resumen de las acciones recomendadas que se han definido en los informes individuales 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. Estos informes detallados se anexan a este informe.

Los informes individuales 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

Los análisis DAFO detallados se encuentran incluidos en los informes anexados. De estos, 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 importante 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 CO₂, le daría a España ventaja en el conocimiento de la tecnología de producción centralizada de hidrógeno a partir de combustibles fósiles con cero emisiones y de forma sostenible a medio-largo plazo. 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 detallados que se anexan. Su explicación más detallada con comentarios adicionales justificativos y extendidos se puede encontrar en los informes detallados.

Hemos de destacar aquí 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 de revisarlo y criticarlo de forma constructiva, creemos 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:
 - Absorción de radiación solar utilizable en descomposición del agua.
 - Catalizadores de reformado con agua del monóxido de carbono.
 - 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.
 - Membranas catalíticas y de separación para obtención de hidrógeno de monóxido de carbono y agua.
 - Membranas para separación y purificación de hidrógeno.
- Procesos de producción de hidrógeno por:
 - Descarboxilación del metano en reactores de energía solar.
 - Fotólisis.
 - Gasificación de biomasa.
 - 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:
 - Componentes de electrolizadores, electrolizadores especialmente desarrollados para aplicarse con EERR, su electrónica de potencia.
 - Componentes, “stacks”, de tecnología propia (nacional) para pilas PEMFC y SOFC.
- Construcción de plantas de demostración:
 - Bancos de pruebas, de procesos de producción de hidrógeno basados en la aplicación conjunta de EERR y electrolizadores.
 - Producción de hidrógeno a partir de combustibles fósiles con separación del CO₂ listo para su almacenamiento.
- De desarrollo de procesos, equipos, componentes:

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

4.1.2.3. De desarrollo de infraestructuras

- Implantación de hidrogeneras 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 CO₂ 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 H₂-CO₂ 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:
 - Control y regulación electrónica de mezclas para el uso de hidrógeno en motores.
 - 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 CO₂ en emplazamientos seleccionados.

4.1.3.4. Medidas transversales

- Establecer y mantener un dialogo 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:
 - Gasificación de biomasa. Desarrollo de prototipos de nuevos procesos de gasificación.
 - Reformado de gas natural. Su optimización y aplicación descentralizada.
- 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.
- Para membranas para separación y purificación de hidrógeno. Optimización actuales y estudio alternativas.
- 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 CO₂ 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:
 - Reformadores de gas natural para aplicaciones domésticas basadas en hidrógeno.
 - 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 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.
- 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 pirolisis 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:
 - Desarrollo de tecnología para instalaciones de producción de hidrógeno basadas en ciclos termoquímicos.
 - Conformación de estructuras para materiales de catalizadores de sistemas de hidrógeno a partir de metanol a bordo.
 - De catalizadores específicos para la producción de hidrógeno por reformado de bioetanol, y su purificación por oxidación selectiva.
 - Integración de tecnologías de hidrógeno líquido en procesos de producción de hidrógeno.
 - 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 CO₂.
- Centros piloto de distribución y relleno 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 pirolisis de biomasa.

5. RESUMEN DE INDICADORES

En los informes detallados anexos se definen los indicadores que se consideran más adecuados para el seguimiento de la implantación de las acciones.

Estos se pueden resumir en los siguientes:

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 IDI 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 está 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, 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
Total	186,6	53,2	58,6	298,4	571,0	283,5	185,4	1039,9	1338,3

6. RESUMEN DE INFORME FINANCIERO

Pendiente