

## **Mercados Energéticos al 2 de marzo de 2009**

- **Hidrógeno: La “real alternativa energética”**
- **Ventajas del uso del Hidrógeno**
- **Investigación y desarrollo sobre hidrógeno en EUA**
- **Celdas de Combustible en México.**

“Se nos ha entregado el poder del Sol.  
El hidrógeno es una señal prometedora para el  
Futuro de la humanidad sobre la Tierra”.  
Jeremy Rifkin.

### **Hidrógeno: La “real alternativa energética”**

El conjunto de tecnologías especialmente desarrolladas en el siglo XX, elevó el nivel de consumo de energía per cápita en la mayoría de los países. Ese parámetro se toma como sinónimo de bienestar. También, esa mayor cantidad de energía permite incrementar la producción de alimentos, considerando que el riego y los fertilizantes son en buena medida el resultado del dominio energético dentro del bagaje cultural evolutivo de la humanidad, hechos que han posibilitado el incremento vertiginoso de la población global.

Toda esta bonanza que parecía orientada hacia un destino continuo y mejor, colapsa y resulta inconveniente para el interés común. Afortunadamente, el ingenio humano, impulsado muchas veces por la necesidad de encontrar alternativas, logrará en las fuentes renovables directas o derivadas (el sol, el viento, la hidráulica, la geotermia y la biomasa), el recurso energético primario que le permita mantener el consumo per cápita e incluir al tercio de población mundial que se encuentra carente de servicios energéticos.

Así, aparece el hidrógeno: elemento en estado gaseoso en condiciones ambientales normales, pero que es factible de almacenamiento, transporte y distribución, lo que permite su aplicación a cualquier segmento de la demanda. El hidrógeno es el elemento más ligero, más básico y más abundante del universo. Cuando se utiliza

como fuente de energía, se convierte en el combustible eterno, ya que nunca se termina y no emite dióxido de carbono (compuesto resultado de la combustión de la mayoría de los combustibles de consumo y cuya abundancia aqueja con más fuerza a la humanidad).

El hidrógeno se encuentra repartido por todo el planeta: en el agua, en los combustibles fósiles y en los seres vivos. Sin embargo, raramente aparece en estado libre en la naturaleza y tiene que ser extraído de fuentes naturales y no es fuente primaria de energía, por lo que no es un combustible que podamos adquirir directamente de la tierra como el gas natural.

La fuente más común de hidrógeno es el agua. Se obtiene por la descomposición química del agua en oxígeno e hidrógeno partir de la acción de una corriente eléctrica (electrólisis) generada por fuentes de energía renovable (solar, fotovoltaica, eólica, etc.). Este proceso divide el agua, produciendo oxígeno puro e hidrógeno.

El hidrógeno obtenido puede ser comprimido y almacenado en celdas por varios meses hasta que se lo necesite. El hidrógeno representa energía almacenada, se puede quemar como cualquier combustible para producir calor, impulsar un motor, o producir electricidad en una turbina.

Tabla 1				
Principales procesos de Producción de Hidrógeno				
Método Primario	Proceso	En base a:	Energía	Emisiones
<b>Termal</b>	Vapor reformado	Gas Natural	Vapor a alta temperatura.	Algunas emisiones, la captura de carbón puede mitigar estos efectos.
	Termo química	Agua	Calor desde reactores nucleares.	Sin emisiones.
	Gasificación	Carbón o biomasa	Vapor y oxígeno a alta temperatura y presión.	Algunas emisiones, la captura de carbón puede mitigar estos efectos.
	Pirolisis	Biomasa	Vapor a temperatura moderada.	Algunas emisiones, la captura de carbón puede mitigar estos efectos.
	Electrólisis	Agua	Electricidad originada por fuentes como eólica, solar, hidro y nuclear	Sin emisiones.
<b>Electroquímico</b>	Electrólisis	Agua	Electricidad originada por fuentes como el carbón o el gas natural.	Algunas emisiones de la producción de la electricidad.
	Fotoelectroquímica	Agua	Luz del sol.	Sin emisiones
	<b>Biológico</b>	Fotobiológica	Agua y tensión de algas	Luz del sol.
Digestión anaeróbica		Biomasa	Calor a alta temperatura.	Algunas emisiones.
Fermentación de microorganismos		Biomasa	Calor a alta temperatura.	Algunas emisiones.

Fuente: Elaboración zafranet.com con datos de National Hydrogen Association. DOE. EUA.

### Ventajas del uso del Hidrógeno

Distintos estudios sostienen que si todos los vehículos obtuvieran su energía a partir de células de combustible basadas en hidrógeno, tal conversión mejoraría la calidad del aire, la salud humana y el clima, sobre todo si se utilizara el viento en la generación de la electricidad necesaria para extraer el hidrógeno del agua en un proceso sin contaminación. Además de que la conversión de todos los vehículos

actuales en vehículos alimentados por células de combustible recargadas por el viento, podría hacerse a un costo de combustible comparable con el de la gasolina, e incluso menor si se consideran los efectos de la gasolina sobre la salud.

De forma semejante a como se bombea el gas en tanques, el hidrógeno se bombearía en células de combustible que se basan en procesos químicos y no en la combustión, para impulsar los vehículos. Cuando el hidrógeno fluye a través de los compartimientos de la célula de combustible, reacciona con el oxígeno para producir agua y energía.

Mucho se ha dicho sobre las ventajas de utilizar el hidrógeno como energía. Entre las más sonadas son que **no produce contaminación** ni consume recursos naturales, pues el hidrógeno se toma del agua, luego se oxida y se devuelve al agua. No hay productos secundarios ni tóxicos de ningún tipo que puedan producirse en este proceso.

Además, los sistemas de hidrógeno tienen una **historia de seguridad impresionante**, pues se disipa rápidamente en la atmósfera si se fuga. El hidrógeno, en contraste con los otros combustibles, no es tóxico.

Otro factor a favor es la denominada **"Alta eficiencia"**: las celdas de combustible convierten la energía química directamente a electricidad con mayor eficiencia que ningún otro sistema de energía.

**El Funcionamiento silencioso, la larga vida, el poco mantenimiento y la modularidad** (que se pueden elaborar celdas de combustible en cualquier tamaño) son elementos que se relacionan con la conveniencia en costos de producción.

Lo novedoso de esta tecnología es que la producción de hidrógeno es realizada a partir de fuentes de energías renovables. El hidrógeno tiene el potencial de poner fin a la dependencia que el mundo tiene del petróleo importado y de ayudar a eliminar el peligroso juego geopolítico que se está dando entre los países musulmanes y los países occidentales. Reducirá drásticamente las emisiones de dióxido de carbono y mitigará los efectos del calentamiento global. Y dado que es tan abundante y existe en todas las partes del mundo, todos los seres humanos dispondrán de energía.

En la búsqueda de una fuente de energía más limpia, la culminación debe ser el hidrógeno mismo. Hoy se están desarrollando tecnologías para hacer esto realidad. El hidrógeno tiene el potencial de ser utilizado en prácticamente todas las aplicaciones donde actualmente se utiliza combustible fósil, por lo que podríamos alcanzar pronto una **economía del hidrógeno**.

### **Investigación y Desarrollo sobre Hidrógeno en EUA**

En el último Reporte de Hidrogeno y Tecnologías de Celdas de Combustible, presentado por el Departamento de Energía al Congreso de Estados Unidos en enero de 2009, se presentaron datos interesantes respecto a las actividades, progreso de los proyectos y planes futuros de esta alternativa energética.

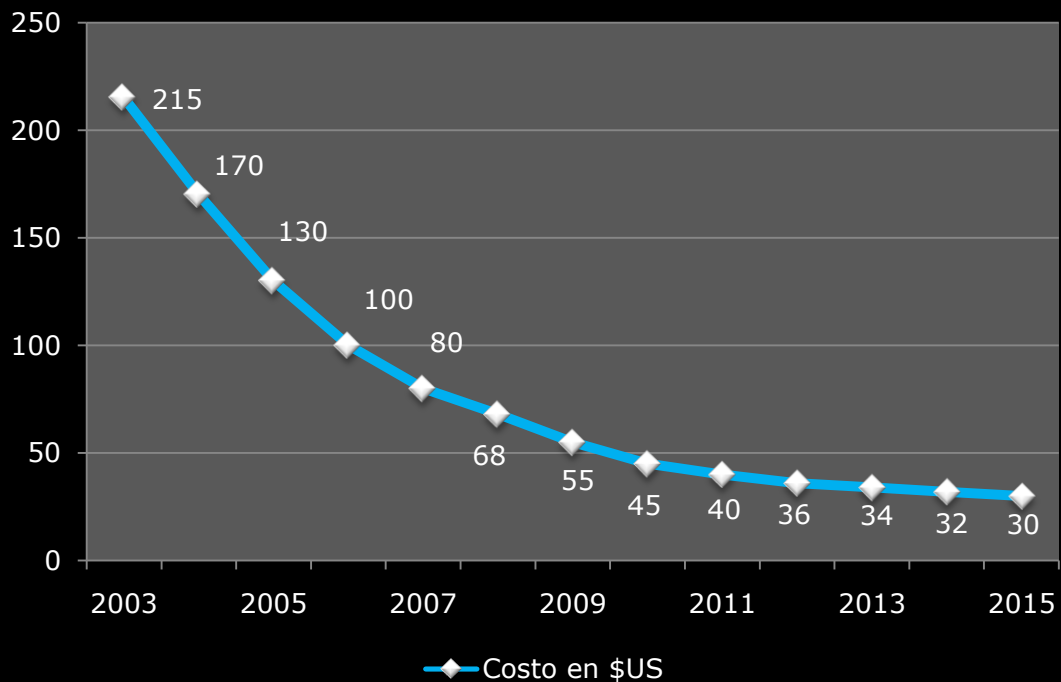
Entre los puntos destacados están los relacionados a un lapso de 3 años para que se realice la transición de una industria primaria (en términos de evolución) a una etapa de completa comercialización de la economía de hidrógeno.

Además, se espera que para 2010 existan 100 mil vehículos que funcionen a partir de combustible con hidrógeno, y para 2020 la cifra crecerá a 2 y medio millones de vehículos, así como las suficientes estaciones de abastecimiento para el parque vehicular.

En cuanto a los logros, desde 2004 se ha reducido el costo de la producción de hidrógeno a partir de gas natural. Así, de los 5 dólares por galón de gasolina equivalente en 2003 se pasó a sólo \$2 dólares en 2006. También se redujo el costo de producir hidrógeno a partir del uso de recursos renovables líquidos como el etanol y la electrólisis.

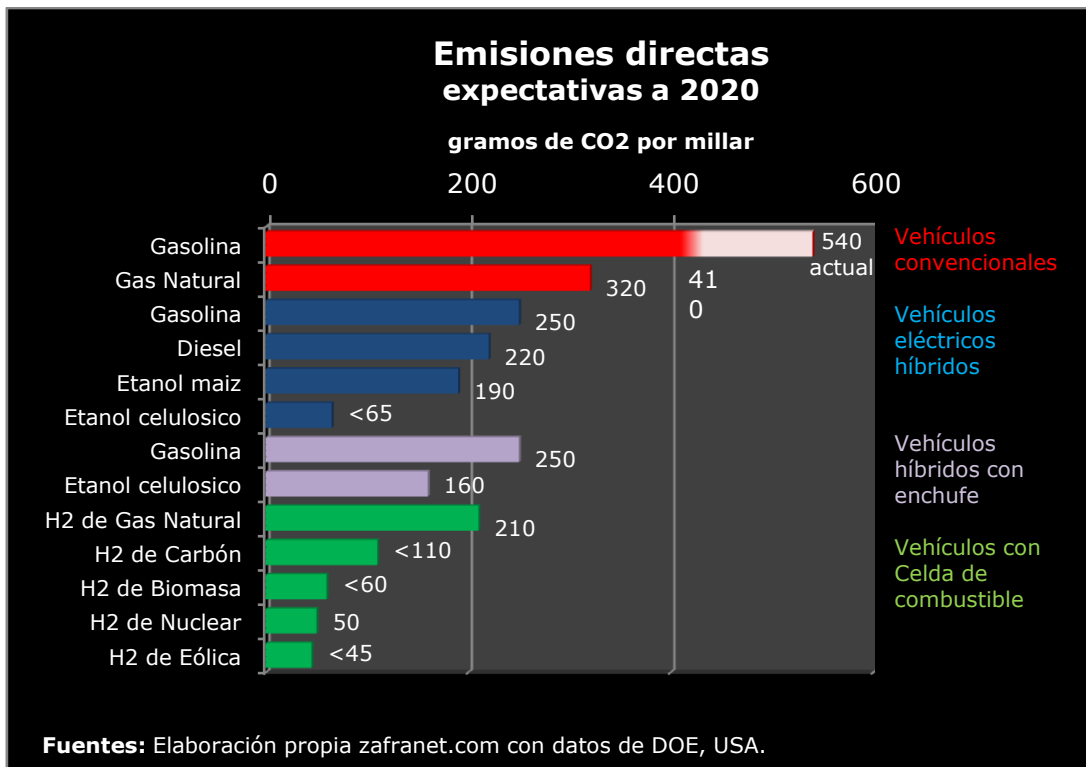
Otro de los resultados ha sido la reducción del costo de las celdas de combustible, basado en la proyección de grandes volúmenes de producción, desde los 275 USD/KW en 2002 a sólo 73 USD/KW en 2008, y se espera que el costo llegue a sólo 30 dólares para 2015.

### Proyección de Costo por Celda de Combustible (en dólares de EUA)



**Fuente:** Elaboración propia zafranet.com con datos de Department of Energy, USA.  
**Nota:** Se considera que el costo por celda de combustible está en función de volúmenes de más de 500 mil unidades.

El mismo análisis realiza una serie de perspectivas a 2020 y muestra que pueden presentarse sustanciales reducciones en las emisiones a la atmósfera a través de usos del hidrógeno en sus diversas variedades de fuentes. Así, expresadas en términos de CO<sub>2</sub>, se concluye que la energía eléctrica basada en el hidrógeno proveerá de una alternativa de costos competitivos después de 2012. Además, el análisis señala que se incrementarán las aplicaciones para las pilas de combustible, lo que demuestra el potencial de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y predice que un modesto programa de gobierno podría reducir el costo de las pilas de combustible, lo suficiente para permitir la auto-sustentabilidad en el mercado.



### Celdas de Combustible en México

Las Celdas de Combustible adquieren cada vez más interés a nivel internacional y México no es la excepción. El uso de un combustible como el hidrógeno no sería posible sin estos dispositivos de alta eficiencia de conversión de energía. Por ello, la interacción entre aquellos interesados en estas tecnologías se hace cada vez más necesaria y conveniente para poder impulsar su introducción y desarrollo en México.

Así, la Red Mexicana de Celdas de Combustible tiene como principal meta incrementar la interacción de los diferentes interesados en esta tecnología promoviendo mayor actividad en la misma. Con ello se persiguen entre otros los siguientes propósitos:

Promover la interacción entre las distintas instituciones mexicanas y eventualmente distintas organizaciones académicas y de otro tipo.

- Difundir el trabajo realizado en distintas instituciones mexicanas relacionadas con el tema.
- Eventualmente estar en posibilidad de integrarse en una red iberoamericana de celdas de combustible, cuya formación ya se viene gestando

- Promover la formación de *currícula* en instituciones académicas mexicanas, adecuada para preparar estudiantes en estas tecnologías.

Lo anterior podrá traer entre otros beneficios:

- Una mayor eficiencia en el uso de recursos, complementando experiencia, esfuerzos e infraestructura de sus diferentes miembros
- Fomentará mayor número de foros para la difusión de éstas tecnologías
- Promoverá oportunidades de acceso a recursos menos comunes, por ejemplo de organismos internacionales
- Impulsará una mayor actividad en México en esta tecnología y otras asociadas a ella
- Difusión de las distintas oportunidades que estudiantes y profesionales pudieran tener para que participen en proyectos ligados a Celdas de Combustible.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO