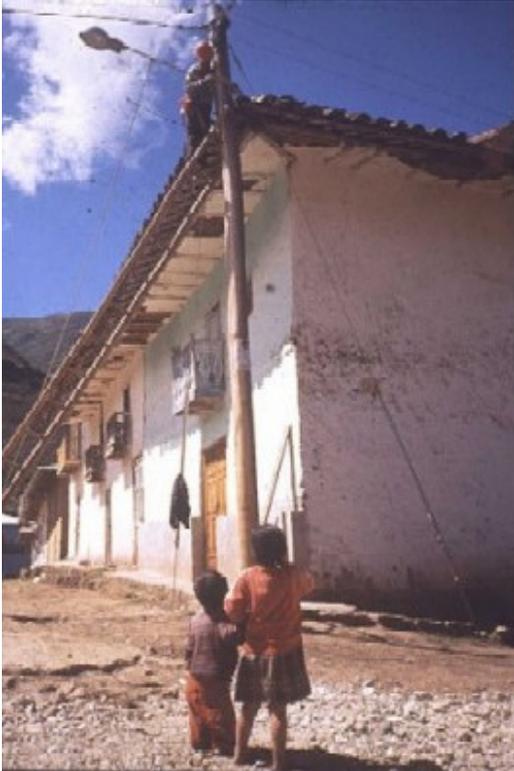


## CELDAS DE COMBUSTIBLE



La energía se ha convertido en una necesidad básica de la sociedad moderna en todas las dimensiones imaginables. Es difícil imaginar a la industria, transporte, comunicaciones, agricultura moderna y otras actividades sin energía. A nivel doméstico, en las zonas urbanas donde se cuenta con electricidad, una serie de artefactos hacen más simple las tareas. En las zonas rurales sin acceso a la electricidad, la bioma permite satisfacer necesidades básicas como la cocción de alimentos, o el uso de la fuerza animal para la agricultura y el transporte.

El carbón, petróleo y gas natural (hidrocarburos) son las fuentes principales de energía de las cuales dependemos en gran medida. Sin embargo, las evidencias de que su agotamiento va por senda irreversible son cada vez más abundantes y

contundentes. En efecto, los planificadores más optimistas creen que el petróleo se agotará en unos 40 a 50 años. Pero antes del tal agotamiento debemos esperar que se hayan provocado varias otras crisis y los precios hayan subido substancialmente, a menos que antes de eso se encuentre un sustituto adecuado a esta fuente de energía.

Las fuentes renovables de energía han surgido como una respuesta alternativa. Durante las tres últimas décadas se han producido enormes avances, no solamente en lo tecnológico sino también en generar las condiciones adecuadas para su diseminación. Especialmente en los países desarrollados se están haciendo grandes esfuerzos por introducir estas nuevas fuentes, por bajar sus precios y hacerlas competitivas vía incentivos. Es así que las industrias energéticas de mayor crecimiento durante la última década han sido, precisamente, las energías solar y eólica con crecimientos superiores a 20% al año.

Durante esta última década ha surgido un importante interés por la promoción de las llamadas celdas de combustible, que no son otra cosa que sistemas en los cuales se utiliza el hidrógeno como combustible el cual al mezclarse con oxígeno

produce electricidad. Las celdas de combustible son también llamadas pilas de combustible por su similitud con las baterías.

El uso del hidrógeno como combustible no es una novedad en el mundo. Viene utilizándose desde hace décadas en la industria satelital. Sin embargo, en la actualidad y a la luz de la realidad cada vez más clara del agotamiento del petróleo, las celdas de combustible resultan sumamente importantes en especial para sustituir a los hidrocarburos en el transporte, quizás el sector más crítico y sensible en una economía del petróleo como la nuestra. El transporte requiere de fuentes de energía fácilmente transportables con alto rendimiento por unidad de energía primaria. El hidrógeno, a diferencia de las otras fuentes alternativas de energía renovables, es fácilmente envasable y transportable por ser un “fluido de poco peso”, y por tanto tiene un enorme potencial para ser utilizado como fuente de energía en el transporte.

Otro tema importante relacionado con las celdas de combustible es que el hidrógeno, fuente de energía para el uso de estas celdas, se encuentra en forma abundante en el universo, aunque no en forma libre. Se puede extraer de la naturaleza, y si se tiene la tecnología para su separación de los productos primarios, ésta es una fuente inagotable de energía.



Tales características del hidrógeno y las celdas de combustible hoy por hoy la han convertido en una de las alternativas que más trascendencia está teniendo en los países desarrollados. Estados Unidos, Europa, Japón han iniciado importantes programas de desarrollo e investigación. La empresa privada, y en especial los grandes fabricantes automotrices como General Motors, Chrysler, BMW, también están desarrollando sus propios programas de investigación con la finalidad de colocar en el futuro cercano vehículos a hidrógeno en el mercado mundial, inclusive con vehículos ya en funcionamiento como casos piloto. Islandia, en una mirada estratégica, está haciendo una millonaria inversión en la conversión de su transporte público a un transporte en base a hidrógeno, convirtiéndose tal vez en la primera economía de hidrógeno en el mundo.

La dificultad y el costo de su producción están precisamente en separarlo de las fuentes primarias. En la actualidad se conocen dos formas de producción de hidrógeno: por reformación, en la cual éste es obtenido de los hidrocarburos, separando el carbono del hidrógeno (uno de los más utilizados es el gas natural); y otra forma de obtenerlo es por electrolisis del agua, siendo la segunda opción más costosa que la primera. Otro aspecto que lo presenta quizás un tanto complicado o costoso es el hecho de que la producción del hidrógeno a partir de la materia primaria (hidrocarburos o agua) necesita de importantes cantidades de energía. Aquí surge una importante pregunta. ¿Dónde está el negocio si vamos a invertir energía para obtener lo mismo?, ¡más aun si contamos con que los procesos de transformación producen pérdidas de energía (eficiencia de los procesos)! La respuesta es que para producir una fuente de energía de alto valor energético y además transportable, vale la pena utilizar otras fuentes que en muchos casos existen en abundancia pero que no son transportables y que sólo permiten producir electricidad, como es el caso de la energía geotérmica, eólica, solar, etc.



Si miramos a las celdas de combustible en la perspectiva del alivio a la pobreza en los países en desarrollo (otra de las grandes preocupaciones de la humanidad, además del agotamiento de los hidrocarburos), quizás éstas no tengan tanta trascendencia ya que las energías renovables, especialmente las más conocidas solar, eólica, hidráulica, biomasa, se encuentran en el lugar donde se presentan las necesidades por energía. Por otro lado, las cantidades demandadas de energía en estos sectores no son tantas como para que valga la pena hacer una doble transformación de renovable a hidrógeno y de allí a electricidad. Sin embargo, a medida que los costos del hidrógeno vayan disminuyendo se hará interesante para estos sectores. Es posible que en zonas donde no existe otro recurso además de la energía hidráulica o eólica, éstas sirvan para generar hidrógeno para el transporte que difícilmente se puede realizar con electricidad. En el futuro esto dependerá de los costos comparativos con otras fuentes. Se da por hecho que cuando el petróleo esté en una etapa de franco agotamiento, que parece ser pronto, el hidrógeno será la alternativa más económica para el transporte y para otros usos.

En el caso del Perú se ha difundido muy poco este tema, no obstante, es un país que técnicamente cuenta con un enorme potencial de energías renovables no explotadas, y por ende, potencial para producir hidrógeno. Contamos con más de 65,000 MW de hidroenergía de la cual sólo se está utilizando un 5%, importantes recursos eólicos a lo largo de todo el Océano Pacífico, buena radiación solar en especial en la zona andina, recursos geotérmicos, etc. Quizás nuestra esperanza esté demasiado centrada en la explotación del gas natural, pero también es cierto que no podemos esperar mucho en un país donde la planificación no se hace a largo plazo, donde el Estado casi no invierte en investigación y desarrollo. Aún así, es importante que las instituciones de investigación empiecen a mirar la ruta de la nueva alternativa energética, el hidrógeno y las celdas de combustible como efectivo sustituto de los hidrocarburos, al mediano y largo plazo cuyo uno de sus principales beneficios es el ser una energía limpia.

Teodoro Sánchez Campos  
Gerente Programa  
Energía, Infraestructura y Servicios Básicos  
ITDG-Perú

#### Links vitales:

- **Asociación Americana de Energía Eólica (AWEA, por sus siglas en inglés)**  
<http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.awea.org/&prev=/search%3Fq%3Dawea%26hl%3Des%26lr%3D%26ie%3DUTF-8%26oe%3DUTF-8>
- **Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés)**  
<http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.iea.org/&prev=/search%3Fq%3Dagencia%2Binternacional%2Benergia%26hl%3Des%26lr%3D%26ie%3DUTF-8%26oe%3DUTF-8>
- **Consejo Mundial de Energía (WEC, por sus siglas en inglés)**  
<http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.worldenergy.org/wecgeis/&prev=/search%3Fq%3Dworld%2Benergy%2Bcouncil%26hl%3Des%26lr%3D%26ie%3DUTF-8%26oe%3DUTF-8>

#### Debate:

**El hidrógeno puede ser más dañino para el medio ambiente que los combustibles fósiles.** En Tendencias Científicas.

[http://www.tendencias21.net/index.php3?action=page&id\\_art=36676](http://www.tendencias21.net/index.php3?action=page&id_art=36676)

- **Inauguran en Islandia la primera estación de servicio de hidrógeno del mundo.**  
<http://www.terra.com.mx/Automovil/articulo/113590/>
- **CAMBIO DE PARADIGMA Y NUEVOS ESQUEMAS ENERGÉTICOS: VISION DEL NACIENTE MUNDO POSTPETROLERO. Sólo en español.**  
Por Frank Bracho  
Julio del 2002  
Ponencia presentada al II Panel Internacional “Energía para Sociedades Sustentables” Bogotá, 25-27 de Julio del 2002  
<http://fce.unal.edu.co/oce/CENSAT/DOC/frank.doc>
- **Reseña de “La economía del hidrógeno. La creación de la red energética mundial y la redistribución del poder en la tierra”.**  
Por Jeremy Rifkin.  
Comentario por Carlos Osorio M, Red CTS+I, OEI. Universidad del Valle, Colombia.  
<http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero4/resena3.htm>

\* La versión en inglés de este artículo contiene más links sobre este tema que se encuentran solamente en inglés.