

Energía

(Energy)

Etxeberria Alustiza, Mikel; Sánchez Sánchez, Cristina; Vélez García, Asier; García Granja, Igor; Zurutuza Lizarralde, Mikel; Lorenzo Toquero, Vanesa; Seca González, David; Aguirre Calvo, Ibai; Manero Colin, Koldo; Yueco Ibarra, Oihana; Delgado del Dujo, Endika; Iribar Ondarra, Oier
Mondragon Goi Eskola Politeknikoa (MGEP). Loramendi, 4. 20500 Arrasate/Mondragón

Para poder sobrellevar el paso del petróleo a las nuevas fuentes de energía serán necesarias una serie de energías que actúen como colchón en el cambio. Éstas serán sobre todo el gas natural y la energía nuclear. En España y Euskadi la apuesta ha sido el gas natural, creando una gran dependencia del exterior. Por otro lado, también será necesaria la energía nuclear si se quiere asegurar el suministro y como método de reducción de las emisiones de CO₂, ya que se pagará 10 € la tonelada emitida a partir del año 2005.

Palabras Clave: Agotamiento de energías fósiles. Energías renovables. Precios competitivos. Hidrógeno. Petróleo. Gas natural. Ahorro energético.

Petroliotik enegia iturrei berrietarako pausoa egokiro eman ahal izateko, beharrezkoak izango ditugu energia mota batzuk, horiek aldatetan koltxoiarena egin dezaten. Gas naturala eta energia nuklearra izango dira horiek, batez ere. Espainian eta Euskadin, gas naturalaren aldeko apustua egin da, eta modu horretara kanpokoaren mendetasun handia sortu da. Bestalde, energia nuklearra ere beharrezkoa izango da, horniketa ziurtatuko badugu eta CO₂-aren emisioak murrizteko metodo gisa, zeren eta 2005 urtetik aurrera 10 € ordaindu beharko baita isuritako tona bakoitzeko.

Giltza-Hitzak: Energia fosilak agortzea. Energia berriztagarriak. Prezio lehiakorak. Hidrogenoa. Petrolioa. Gas naturala. Energia aurrezte.

Pour pouvoir supporter le passage du pétrole aux nouvelles sources d'énergie, une série d'énergies qui agiront comme un matelas lors du changement seront nécessaires. Ce seront surtout le gaz naturel et l'énergie nucléaire. En Espagne et en Euskadi on a parié sur le gaz naturel, en créant une grande dépendance de l'extérieur. D'un autre côté, l'énergie nucléaire sera également nécessaire si l'on veut assurer la distribution et comme méthode de réduction des émissions de CO₂, car la tonne émise à partir de 2005 coûtera 10 €.

Mots Clés: Epuisement des énergies fossiles. Énergies renouvelables. Prix compétitifs. Hydrogène. Pétrole. Gaz naturel. Économie énergétique.

ENERGÍAS GUÍA

Debido al progresivo agotamiento del petróleo, su escasez previsiblemente provocará grandes crisis económicas. Antes de su falta total, es necesario desarrollar nuevas formas de obtener la energía necesaria. Mientras se desarrollan estas fuentes de energía, será necesario apoyarse en otras energías que actúen a modo de colchón entre los combustibles fósiles (tanto petróleo y derivados como carbón etc.) y las nuevas energías, las llamadas energías renovables.

El petróleo, al igual que el gas natural, son causantes de una gran contaminación tanto al usarlos como al producirlos y transportarlos.

Uno de los problemas más estudiados en la actualidad es el que surge de la inmensa cantidad de CO₂ que estamos emitiendo a la atmósfera al quemar los combustibles fósiles. Este gas juega un papel importante en el efecto invernadero y se está provocando un calentamiento global de todo el planeta con cambios notables en el clima que podrían llegar a ser catastróficos.

Otro impacto negativo asociado a la quema de petróleo y gas natural es la lluvia ácida, en este caso no tanto por la producción de óxidos de azufre, como en el caso del carbón, sino sobre todo por la producción de óxidos de nitrógeno.

Los daños derivados de la producción y el transporte se producen sobre todo por los vertidos de petróleo, accidentales o no, y por el trabajo en las refinerías.

Por otra parte, el petróleo se consume mayoritariamente en regiones donde no se produce. Así entre Estados Unidos y Europa occidental se consume casi la mitad del petróleo mundial. Los países del Golfo Pérsico que sólo consumen el 4,5% mundial producen, en cambio, el 26%. Esta diferencia se agravará en el futuro porque la mayor parte de las nuevas reservas se están descubriendo en los países menos consumidores. Así se calcula que Estados Unidos tiene reservas para unos 10 años u Europa para unos 13, mientras que los países del Golfo acumulan el 57% de las reservas conocidas.

Es muy difícil estimar para cuantos años tenemos petróleo y gas natural. Pero basándonos en datos reales, podríamos hacer una estimación aproximada. Por eso ponemos como fecha límite al petróleo hacia el 2030 y el gas natural algo más tarde, hacia el 2050. Esta claro que unos años antes comenzara una crisis en el mercado, consecuencia de los altos precios que se llegará a pagar por el crudo. En esta transición vendrá muy bien la ayuda del gas natural y la energía nuclear, pero está claro que ninguna de estas tres podrá ser la energía principal, es decir, de la que tengamos que depender en el futuro, de modo que para cuando lleguemos a esas fechas, se debe haber desarrollado una nueva o unas fuentes de energía mas limpias, abundantes y eficientes.

Actualmente en España la apuesta más clara es la del gas natural, ya que el actual gobierno tiene una posición antinuclear muy marcada. En el año 2003 la energía producida gracias al gas natural alcanzó el 15% y es una tendencia creciente. El problema más significativo del gas natural es que en España se depende casi por completo del exterior para abastecerse, ya que carece casi por completo de esta fuente de energía. Actualmente se exporta de países que se encuentran en zonas geopolíticas muy inestables, lo cual puede acarrear problemas para un futuro próximo. La mayor parte del gas natural se exporta desde Argelia, lo cual no es especialmente preocupante en este caso en particular, ya que se es su mayor consumidor.

El gas natural, por sus precios competitivos y su eficiencia como combustible, permite alcanzar considerables economías a sus utilizadores. Por ser el combustible más limpio de origen fósil, contribuye decisivamente en la lucha contra la contaminación atmosférica, y es una alternativa energética que destacará en el siglo XXI por su creciente participación en los mercados mundiales de la energía.

España cuenta actualmente con 3 centrales de ciclo combinado de gas natural lo cual reduce las emisiones de CO₂ en un 50% respecto a las centrales de carbón. La problemática de las emisiones de CO₂ es importante ya que hay que reducirlas mucho para poder cumplir con el protocolo de Kyoto y no tener que pagar las enormes multas que comenzaremos a pagar a partir de ahora por no cumplir dicho acuerdo. Asimismo, la tecnología de combustión desarrollada recientemente permite reducir sensiblemente la temperatura de la llama, lo que se traduce en una reducción del orden del 40% en la producción de óxidos de nitrógeno, en relación a otros combustibles.

La situación de la energía nuclear en España es muy delicada como se ha indicado anteriormente debido a la política claramente antinuclear del actual gobierno. En estos momentos existe un plan de cierre acelerado de centrales que prevé el cierre de la última en el 2012. Si se tiene en cuenta que la demanda de energía crece en un 6% anual y que la energía nuclear genera en estos momentos el 23% de la energía consumida se ve claramente que no es factible eliminarla tan rápidamente ya que serán necesarias para cubrir una demanda creciente. La energía nuclear presenta ciertas ventajas como su nula emisión de CO₂, su gran competitividad en precio debido a que el combustible es barato y se importa de países estables (asegurando el suministro). Por otro lado sus inconvenientes son la radiactividad de sus residuos y el peligro de accidente, aunque esto último se puede evitar de manera casi total con las nuevas centrales de 3ª generación. Además aunque sea mas barata la consecución de energía, el gasto inicial es mayor, ya que es necesaria una gran inversión para hacer una nueva central.

Por ello, pese a la oposición social actual, la energía nuclear puede considerarse de gran ayuda

para mitigar los efectos de la crisis del petróleo mientras se desarrollan otras soluciones. En este caso es preferible crear nuevas centrales nucleares, modernas, eficientes y seguras que prorrogar las concesiones de las centrales más antiguas (casi obsoletas).

En la actualidad España se encuentra en una posición difícil con respecto al protocolo de Kyoto ya que en lugar de reducir las emisiones como se comprometió en dicho acuerdo, han ido aumentando en los últimos años hasta situarse en un 40% por lo que es difícil cumplir con los objetivos propuestos sin un cambio radical. En esta situación existe el dilema de acabar con las centrales nucleares y sustituir la energía que ellas producen por centrales térmicas (carbón) o de ciclo combinado (gas natural). Esto aumentaría las emisiones de CO₂ y, en consecuencia, la factura a pagar como penalización. Este cambio por centrales de carbón o ciclo combinado aumentaría las emisiones de CO₂ en un 20% lo que al precio actual de derechos de emisión suponen una factura de 1.200 millones de € para el carbón y 400 millones para el gas natural. Este dinero estaría destinado a países que sí hayan conseguido reducir sus emisiones de CO₂ a la atmósfera, con intención de seguir innovando en energías renovables. Aunque si nos paramos a analizar detenidamente la situación nos encontramos que, países como Francia han conseguido reducir considerablemente sus emisiones de CO₂ haciendo uso de la tecnología nuclear, y no de energías renovables.

Otro acuerdo que es necesario cumplir es uno alcanzado con la Unión Europea, según el cual para el 2010 el 12% de la energía que se utilice tiene que ser de origen renovable.

Al elegir nuevas tendencias energéticas hay que centrarse en los recursos energéticos renovables. Estos recursos no son contaminantes y, como su propio nombre indica, no se agotan. Este tipo de energías limpias son de gran interés porque pueden ayudar a suavizar los cambios del futuro.

Energía eólica

Se trata de una de las energías renovables más actuales y extendidas del entorno. Es uno de los pocos sistemas que respeta la naturaleza aunque siempre existe el debate sobre el impacto visual que pueda producir un molino en medio del campo, el daño que pueda producir a las aves que sobrevuelan la zona o el ruido que produce en sus cercanías. Aún y todo estos factores son más leves que los que suelen producir otros sistemas como la combustión. Al fin y al cabo es uno de los sistemas de suministro eléctrico inherente a un plan de desarrollo sostenible.

A su favor se puede constatar que es una fuente de energía segura, que no produce emisiones a la atmósfera (salvo en la fabricación de equipos), que se trata de instalaciones móviles que ocupan

sitios después recuperables y que su montaje es compatible con otros muchos usos del terreno.

Desde el 2004, la energía eólica se está convirtiendo en uno de los pilares en el estado español y de Euskadi, en el campo de las renovables. Hoy en día se han rebasado los 9.000MW instalados y las expectativas van más lejos aún. Siendo segundo país mundial con más suministro en este campo, detrás de Alemania, se pretenden alcanzar los 13.000MW para el año 2010 (más o menos el 12% de la energía consumida en el estado).

Un reto que habrá que afrontar, haciendo uso de nuevas tecnologías, es aumentar la capacidad de respuesta de los parques eólicos, pues su funcionamiento depende de las condiciones atmosféricas. Por ello se han tomado medidas al respecto con dos proyectos para el futuro: "El ejercicio de programación de origen eólico" y los "estudios dinámicos de estabilidad de red", que se desarrollan conjuntamente con el operador del sistema.

El primer proyecto ayudará a mejorar tecnologías de predicción para el futuro, afinando cada vez más datos necesarios para prever la producción, ayudando a que la eólica sea cada vez más competitiva dentro del mercado del suministro eléctrico.

El segundo punto analiza la necesidad de seguridad dentro de los parques eólicos para afrontar cualquier tipo de imprevisto tal como se menciona anteriormente.

Este tipo de proyectos son decisivos si se quiere afianzar la energía eólica como un sistema viable para afrontar al futuro, y no quedarse rezagado en la carrera para tomar el relevo al petróleo.

Energía solar

En el caso de la energía solar, tanto aprovechando su luz como su calor se ha conseguido realizar las transformaciones necesarias para obtener energía. Es un sistema de gran importancia pero, ya que los sistemas anteriormente mencionados son bastante costosos, deben ir acompañados de una correcta política de subvenciones.

En el caso particular de la energía fotovoltaica, para convertir energía solar en electricidad, el único proceso necesario, a diferencia de otros procesos más largos y costosos, es el transcurso de la luz solar por las placas fotovoltaicas. España es una de las grandes productoras de placas fotovoltaicas; su producción se basa íntegramente en el silicio cristalino. Según algunas fuentes la evolución de las placas fotovoltaicas ha llegado a su madurez, y es muy difícil que den más de sí, aunque se avanza en nuevos desarrollos. Otros de los problemas asociados es el impacto visual, aunque existen sistemas que camuflan perfectamente las placas en fachadas de viviendas, siendo claros ejemplos varios edificios construidos en Japón.

La energía fotovoltaica se está reforzando con leyes que están entrando en vigor últimamente en el estado. Uno de los mayores problemas para la expansión es su coste. Al ser tecnología cara, se necesitan subvenciones y ayuda tal como han tenido otros sistemas durante la historia. Grupos como Greenpeace han lanzado varios manifiestos mencionando la importancia del fomento de este tipo de fuente energética para autoabastecer en los domicilios privados y recuerdan que aunque la producción de placas en España sea muy elevada, la implicación de otros muchos países es mayor ya que existen ayudas monetarias más considerables de las que se debe tomar referencia.

El coste de la tecnología supone un incremento de coste de electricidad producida lo cual está siendo el serio bache para la integración de este sistema, aun siendo uno de los países con mejores condiciones geográficas para abastecerse de la energía solar.

La posible falta de interés de las multinacionales de la energía hacia la energía solar puede venir dada porque no es algo que se pueda monopolizar, si no que existe en todos los lugares. Esto implica que pequeñas empresas se pueden abastecer por sí solas y no existe la posibilidad de crear un monopolio tal como se ha creado con el petróleo. El negocio real existiría en las empresas de construcción de las placas, representando España aproximadamente el 7% de la producción mundial.

El sistema de la energía fototérmica se basa en placas solares que aprovechan la radiación del sol, la cual convierten en calor (a diferencia de las fotovoltaicas que la convierten en energía eléctrica), utilizándolo para distintas tareas. Los colectores se clasifican en tres campos según las necesidades a las que respondan.

Existen los colectores de baja temperatura que recogen temperaturas no mayores a los 65°, que se usan para actividades industriales que no requieren más de 60° (pasteurización, lavado textil...) o en el ámbito doméstico (calentamiento de agua para baño...).

Los colectores de temperatura media acumulan temperaturas de entre 100° y 300° lo cual supone otro sistema de concentración mediante concentradores estacionarios y canales parabólicos. El sistema utiliza espejos para concentrar todos los rayos solares en un receptor pequeño. Sólo pueden trabajar con la componente directa de la radiación solar por lo que su utilización queda restringida a zonas de alta iluminación.

Dentro de los colectores de temperatura alta se diferencian tres tipos: Colectores de plato parabólico, la nueva generación de canal parabólico y los sistemas de torre central. Las temperaturas de trabajo rebasan los 500° y se utilizan para redes eléctricas. Estos colectores también suelen estar colocados en zonas raramente nubladas.

La expansión de fuentes fototérmicas está siendo más lento de lo previsto ya que se preveía la cifra de 4.841.000 m² instalados para el 2010 y al ritmo existente solo se alcanzarían a 1.620.150 m². Cataluña, por su parte, está siendo una de las provincias pioneras en fomentar la construcción de viviendas equipadas con colectores solares.

Existen otros sistemas de abastecimiento energético renovable que pueden ayudar en la transición en busca de la fuente energética del futuro.

Energía hidráulica

La mini-hidráulica, a diferencia de la gran hidráulica (que trabaja con presas enormes, que en caso de fallo causan estragos –inundaciones–), la mini-hidráulica se valía de la corriente del agua para mover turbinas que producen electricidad, haciendo uso de construcciones de menor escala e incluso a veces prescindiendo de presas. Si se construyen las presas suelen rondar los 15 metros de altura. Puede ser otra vía de abastecimiento para conseguir energía eléctrica, aunque para un uso de menor grado.

Al igual que la energía eólica depende de la meteorología, la hidráulica también depende de la pluviometría. Cada instalación mini-hidráulica suele rondar los 10MW de energía eléctrica producida como máximo.

La gran hidráulica tiene un gran impacto medioambiental y, aunque produce grandes cantidades de energía eléctrica tiene similares limitaciones meteorológicas que la mini-hidráulica. Por otra parte tienen un coste social muy grande y exige grandes inversiones, por ello no se considera una energía renovable propiamente dicha.

Biocombustibles

Los biocombustibles se suelen utilizar como combustibles de vehículos a motor o, para producir energía eléctrica. El etanol se consigue con el carbohidrato que se halla en vegetales tal como el maíz o la patata, tratándolo con un proceso de fermentación similar a la de la cerveza. El biodiesel se consigue a partir de reacciones químicas de triglicéridos contenidos en aceites de origen animal o vegetal. También se originan éteres metílicos y etílicos a partir del alcohol, haciendo uso de catalizadores. Esto se puede mezclar con diesel convencional o utilizarlo como combustible puro denominado biodiesel. Por último el biogas que se consigue con hidrogeno y monóxido de carbono.

A favor de los biocombustibles hay que señalar que su uso supone un ahorro de entre el 25% y el 80% de las emisiones de CO₂ producidas por combustibles derivados del petróleo. Por otra parte tienen las siguientes ventajas:

- No incrementan los niveles de CO² en la atmósfera, con lo que se reduce el peligro del Efecto invernadero.
- Proporcionan una fuente de energía reciclable y, por lo tanto, inagotable.
- Revitalizan las economías rurales, y generan empleo al favorecer la puesta en marcha de un nuevo sector en el ámbito agrícola.
- Se podrían reducir los excedentes agrícolas que se han registrado en las últimas décadas.
- Mejoran el aprovechamiento de tierras con poco valor agrícola y que, en ocasiones, se abandonan por la escasa rentabilidad de los cultivos tradicionales.
- Mejora la competitividad al no tener que importar fuentes de energía tradicionales.
- Se reduce la importación de combustibles del extranjero.

Aunque, como cualquier solución, también tiene sus desventajas:

- El coste de producción de los biocombustibles dobla, aproximadamente, al del de la gasolina o gasóleo (sin aplicar impuestos). Por ello, no son competitivos sin ayudas públicas.
- Se necesitan grandes espacios de cultivo, dado que del total de la plantación sólo se consigue un 7% de combustible. En España, habría que cultivar un tercio de todo el territorio para abastecer sólo la demanda interna de combustible.
- Potenciación de monocultivos intensivos, con el consiguiente uso de pesticidas y herbicidas.
- El combustible precisa de una transformación previa compleja. Además, en los bioalcoholes, la destilación provoca, respecto a la gasolina o al gasóleo, una mayor emisión en dióxido de carbono.
- Su uso se limita a un tipo de motor de bajo rendimiento y poca potencia.
- Según ciertas estimaciones, con las técnicas de cultivo actuales, no existe superficie cultivable suficiente para producir todo el biocombustible necesario para cubrir el mercado del petróleo.

Energía mareomotriz

La energía mareomotriz es la energía que se consigue a partir de los movimientos de las mareas, influidas por la luna. Existen máquinas experi-

mentales denominadas “pato” que se abren y se cierran con el movimiento de las olas. La energía conseguida será utilizada para producir electricidad en los generadores que llevan incorporados los propios “patos”. Otros sistemas en estudio se basan en separar estuarios con diques y aprovechar las diferencias del nivel que se producen con las mareas.

Este campo tecnológicamente no está muy avanzando y su costo es elevado. Además causa interferencias paisajísticas y puede afectar a la fauna y a la flora.

Existen una serie de energías que, sin ser energías renovables, previsiblemente jugarán un importante papel en el mercado energético del futuro.

Fusión nuclear

El ITER es un proyecto que pretende ser el paso hacia las plantas de generadoras de energía eléctrica mediante la fusión nuclear.

La fusión nuclear es el proceso mediante el cual dos núcleos atómicos se unen para formar uno de mayor peso atómico.

El nuevo núcleo tiene una masa inferior a la suma de las masas de los dos núcleos que se han fusionado para formarlo. Esta diferencia de masa es liberada en forma de energía. La energía que se libera varía en función de los núcleos que se unen y del producto de la reacción. La cantidad de energía liberada corresponde a la fórmula $E = mc^2$ donde m es la diferencia de masa observada en el sistema entre antes y después de la fusión.

Los núcleos atómicos tienden a repelerse debido a que están cargados positivamente. Esto hace que la fusión solo pueda darse en condiciones de temperatura y presión muy elevadas que permitan compensar la fuerza de repulsión. Para que esto ocurra son necesarias temperaturas del orden de millones de grados. Durante la reacción se da un “nuevo estado” de la materia conocido como plasma, y que es un completo desorden de electrones e iones dentro de la cual se da la fusión.

La reacción de fusión más sencilla (esto es, la que requiere menos energía) es la del deuterio y el tritio formando helio. La fusión nuclear es el mismo proceso que se produce en las estrellas y que hace que brillen.

Al contrario que la fisión nuclear, no se ha logrado utilizar la fusión nuclear como medio rentable (es decir, la energía aplicada al proceso es mayor que la obtenida por la fusión) de obtener energía, por eso y como ya hemos comentado antes, el Proyecto ITER trata de solventar ese problema.

El proyecto se realiza con la cooperación de la República de China, Unión Europea y Suiza, Japón, República Checa, República Rusa y USA.

En teoría la fusión nuclear sería una fuente de energía casi inagotable, no contaminante y extensamente aplicable.

Debido a que las propias barreras de contención forman parte del proceso de unión de los isótopos, un fallo en estos supone un casi inmediato fin del proceso, lo cual lo convierte en seguro.

A diferencia de la fisión nuclear en la fusión no existe una reacción en cadena, reduciendo el riesgo de un descontrol. Además dado que la operación se da cerca de los límites de presión en la cual se produce el máximo número de reacciones posibles, una "sobrecarga" de energía es muy improbable.

En cuanto a los residuos producidos por la reacción o son absorbidos por las "defensas" del reactor (generando tritio que puede ser usado para posteriores reacciones) y elementos no radioactivos como el helio, muy utilizado en la industria actual, y por tanto fácilmente aprovechable.

Durante la fusión se "consumen" deuterio y tritio, ambos isótopos del hidrógeno. El deuterio es fácilmente obtenible de la electrólisis del agua, no como el tritio que requiere cierta elaboración. Durante la fusión se obtiene un átomo de helio y un neutrón. El neutrón golpeará un revestimiento de litio. El átomo de litio que absorba el neutrón se fisionará formando un átomo de helio y otro de tritio. El átomo de tritio se reaprovecha como combustible (como ya se ha mencionado antes).

Tanto el deuterio como el isótopo de litio requerido son virtualmente inagotables y fáciles de obtener.

Pero no todo está a favor de este proyecto, y el principal inconveniente se debe a que hasta que el reactor sea utilizable de forma habitual ha de pasar cierto tiempo.

Aunque la primera reacción está prevista para 2016, se espera que no pueda funcionar a la perfección.

Es verdad que el reactor ITER no producirá ninguna energía al principio ya que se trata de un mecanismo experimental. Podrían necesitarse, como mínimo, dos generaciones de reactores experimentales -incluyendo el propio ITER- antes de poder construir un prototipo de reactor comercial. Ello supone unos 50 años y para muchos ya tenemos una fuente de generación de energía a partir de la fusión nuclear, que es el Sol y no es necesario gastar enormes recursos económicos en generarla artificialmente, sino destinar los recursos económicos que sean necesarios a extraer electricidad con la máxima eficiencia de esta energía que el Sol nos ofrece de manera gratuita, distribuida e inagotable.

Además aunque la reacción en sí no produce residuos peligrosos durante la reacción algunos elementos quedan activados, y por tanto peligrosos una vez desmantelado el reactor, aunque bien es

cierto que a diferencia de otros elementos radioactivos que tardar del orden de miles de años en desactivarse los del reactor de fusión tardarán del orden de 100 años (tiempo también bastante considerable, pero que con una adecuada regulación puede ser fácilmente controlable, y por tanto no peligroso).

Además el tritio (usado durante la reacción como "combustible") es radioactivo y puede producir cáncer debido a sus emisiones de radiación beta. Sin embargo y, teóricamente, el tritio es producido y mantenido en el propio reactor, lo cual dejaría fuera de lugar cualquier posible radiación al exterior.

El ITER es un proyecto muy caro y cuya efectividad no es segura y aunque ahora los recursos económicos podrían ser mejor empleados en pro de otras fuentes de energía, los desarrolladores del proyecto aseguran que al crecimiento actual de consumo de energía, hará falta algo más que las llamadas energías renovables.

Hidrógeno

Los detractores, entre ellos ingenieros, científicos, economistas y un grupo de ambientalistas afirman que las celdas de combustible no son la respuesta ideal a las necesidades actuales. Existen importantes problemas: dificultades tecnológicas, las dificultades de producir y almacenar grandes cantidades de hidrógeno, los enormes costes para construir la infraestructura necesaria y los temores (aún por confirmar) de conducir en un mundo lleno de mini Hindenburgs.

La manera más fácil de obtener el hidrogeno es por medio de la electrolisis: se sumergen dos electrodos en agua, se aplica electricidad y se obtiene gas hidrógeno del electrodo negativo y oxígeno del positivo. Pero la electrolisis sólo es tan económica y limpia como lo sea la electricidad que se aplica (por lo cual actualmente no es muy ecológica). Por ejemplo, de los nueve millones de toneladas de H₂ que se producen en EEUU al año, el 95% se genera por medio del uso de vapor y calor para separar los átomos de H₂ del gas metano. Este proceso produce dióxido de carbono (CO₂), igual que todos los métodos similares para reformar carbón y otros hidrocarburos. Existen procesos prometedores a medio plazo para producir H₂ limpio a bajo coste, como por ejemplo la reforma de biomasa de cultivos como el etanol basado en maíz (que puede ser neutral en CO₂, liberando sólo tanto como las plantas hayan consumido en primer lugar), y métodos experimentales como el convertir agua de azúcar en hidrógeno a 204° centígrados utilizando un catalizador de níquel y zinc.

El H₂ tiene más potencia en términos de energía/peso que cualquier otro combustible, pero en volumen es uno de los más débiles. Ya que el H₂ no proporciona lubricidad y es altamente volátil, los sistemas de manejo de combustible deben endurecerse y sellarse herméticamente. Generar H₂

requiere de mucha energía, y comprimirlo o licuarlo requiere aún más, lo que le resta practicidad.

En un futuro el H₂ se comprimiría y se entregaría por tuberías en áreas limitadas cercanas a las instalaciones de producción. Para su entrega por tren o carretera en un rango de 320 Km. se utilizarían tanques de gas comprimido, pero para distancias mayores normalmente el H₂ se licuaría y se transportaría en tanques enfriados a -250° centígrados. Conforme emerja la economía del H₂, se podría desarrollar una extensa red de tuberías como las del gas natural.

Para el uso de H₂ como combustible en vehículos se utilizarían depósitos presurizados. Los cilindros con capacidad para H₂ comprimido a 5,000 o 10,000 psi son los más adecuados técnicamente, pero la autonomía es un problema en vehículos pequeños y ligeros. Un kilo de H₂ tiene aproximadamente el mismo contenido energético que 3.78L de gasolina, pero incluso a 10,000 psi, un kilo de H₂ consume aproximadamente un pie cúbico de espacio; lo mismo que 28L de gasolina. Un kilo de H₂ líquido ocupa sólo medio pie cúbico, pero se debe mantener a -250° centígrados en un tanque súper aislado. Incluso en el mejor tanque, el H₂ se evapora a una tasa del 3% diario. Los tanques aislados de alta presión tienden a ser un estorbo y difíciles de acomodar en la estructura del vehículo, además de que deben tener forma cilíndrica o de rosquilla. Por otra parte, algunos metales se conjuntan y liberan H₂ a baja presión y con densidad relativamente alta en tanques fáciles de usar, pero estos metales son pesados, requieren de mucho calor para liberar H₂ y son lentos para recargar y/o requieren de mucha energía de enfriamiento durante la recarga. El borohidruro de sodio se puede añadir a un tanque convencional para resolver algunos de estos problemas, pero una vez que se acaba el H₂ del tanque, el metalborato de sodio residual se debe almacenar y regresar a la refinería para reciclarlo. Hacer que unos nanotubos de carbono absorban el H₂ es otro concepto aún en planificación que podría resultar útil.

Se espera que el proceso de recarga de los vehículos sea mucho más automatizado de lo que son las gasolineras. Se están desarrollando los estándares para un cuello inteligente integrado con una conexión a tierra (para evitar chispas de electricidad estática), un enlace de comunicación entre el tanque y la bomba para monitorizar la presión y temperatura. La meta es lograr un tiempo de recarga entre cinco y diez minutos, pero llenar rápidamente tanques comprimidos hace que aumente la temperatura (y la presión), lo que dificulta llenar el depósito por completo.

El H₂ es muy inflamable en una amplia gama de concentraciones, pero al liberarse se eleva cuatro veces más rápido que el gas natural, mientras que los vapores de gasolina y del gas propano pueden concentrarse mucho sobre el suelo (estos son los motivos por los que se sabe que el H₂ del Hindenburg no estalló como comúnmente se cree, parte de éste se quemó, pero la mayor cantidad se

dispersó, comprobado por la duración del incendio -37 segundos-). Por otra parte el H₂ no es luminoso al quemarse. El H₂ no es tóxico, a diferencia de la mayoría de los hidrocarburos combustibles. Existe preocupación por la seguridad de los depósitos presurizados ante eventuales choques, mientras que una parte de la industria mantiene que los depósitos de 5.000 psi son seguros ante choques.

Ahorro energético

El ahorro energético, es una solución rápida y efectiva, aplicable a corto plazo y necesaria principalmente por dos motivos:

1. Ayudará a ampliar el tiempo de transición de cambio del petróleo a otras alternativas.
2. Permitirá contaminar mucho menos ahora y en el futuro, haciendo muy posible el cumplimiento del acuerdo de Kyoto.

Las iniciativas propuestas son para un amplio margen de personas que van desde el gobierno y las grandes empresas hasta el ciudadano de a pie.

Las posibles soluciones en teoría más efectivas son las siguientes:

El uso de los denominados semáforos inteligentes. Se trata de unos semáforos con sensores que son capaces de gestionar el tráfico de una ciudad, de un cruce,... de tal forma que mediante un agente inteligente decide qué semáforo da paso y cual no. De esta manera se consigue que los usuarios de las vías permanezcan detenidos en los semáforos el menor tiempo posible, teniendo como consecuencia un ahorro considerable de combustible.

Esta solución, aplicada en la ciudad de Sao Paulo, consiguió los siguientes resultados:

- Aumento de la capacidad vial en un 10%.
- Disminución de los accidentes de tráfico de tránsito debido a un desplazamiento más seguro y continuo.
- Reducción del tiempo de transporte del 15%.
- Ahorro de un 7% en combustible.
- Disminución entre un 9% y un 20% de los gases contaminantes.
- Reducción significativa de la emisión de partículas contaminantes.
- Mejor calidad de vida para los habitantes de la ciudad.

El presupuesto de este proyecto se estima en 35 millones de dólares. Cantidad amortizable si se tiene en cuenta el combustible que se ahorra y el precio

que se tendrá que pagar por cada tonelada de CO₂ (unos 10 €) emitida al incumplir el protocolo de Kyoto.

Otra sencilla solución consiste en potenciar el Car-pull, mediante políticas de incentivos. De esta manera, en los traslados a media-larga distancia donde no haya posibilidad de utilizar el transporte público, diversas personas comparten un vehículo, reduciendo así la contaminación y congestión del tráfico de una manera considerable.

Una iniciativa interesante aplicada cada vez en más ciudades es la disminución del alumbrado público en zonas no transitadas, como la iniciada hace poco por la ciudad de Bilbao y que se puede aplicar a todas las ciudades de España. Se ahorra 4,5 millones de Kilowatios en cada ejercicio y más de 400.000 € al año.

Y por último, la peatonalización de las ciudades, potenciando así otros medios de transporte como la bicicleta, para descongestionar el centro urbano. En Lyon se ha llevado a cabo un proyecto, denominado Pedal-Power, en el que Londres y Barcelona también están interesados. Se trata de poner en diversos puntos de la ciudad alquiler de bicicletas, pudiendo coger una bicicleta en un punto de la ciudad y dejarla en otro. Se trata de un servicio totalmente gratuito que se subvenciona con el dinero que se gana de la propaganda que llevan las bicicletas.

CONCLUSIONES

Para poder sobrellevar el paso del petróleo a las nuevas fuentes de energía serán necesarias

una serie de energías que actúen como colchón en el cambio. Éstas serán sobre todo el gas natural y la energía nuclear. En España y Euskadi la apuesta ha sido el gas natural, creando una gran dependencia del exterior. Por otro lado, también será necesaria la energía nuclear si se quiere asegurar el suministro y como método de reducción de las emisiones de CO₂, ya que se pagará 10 € la tonelada emitida partir del año 2005.

En lo referente a las energías renovables y a las nuevas fuentes de energía en desarrollo, es evidente que ninguna podrá servir como energía única del futuro, sustituyendo al petróleo. Ni la eólica, ni la hidráulica, tampoco las placas fotovoltaicas y fototérmicas podrán sustituirlo, por ello se debe pensar en la energía del futuro, como energía plural, donde cada energía se puede adaptar a diferentes ámbitos de la vida cotidiana, según convenga. Los medios de transporte, energía doméstica,...serán abastecidos por diferentes fuentes de energía complementarias entre sí.

Por último falta destacar algo que no podemos dejar a un lado, utilizando como energía el petróleo, energías renovables o cualquier otra, y es el ahorro energético. No nos gusta despilfarrar el dinero, y lo mismo debemos pensar cuando hacemos uso de la energía, esta bien utilizarla y pero no debemos malgastarla. Para ello proponemos algunas soluciones, como los semáforos inteligentes, car-pull, pedal-power o la disminución del alumbrado público.

El Mw más limpio es aquel que
no necesita ser generado