

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

“El hidrógeno como sustituto del petróleo y la reconfiguración del sistema mundial”

### TESIS

Que para obtener el título de:

Licenciado en Relaciones Internacionales

### PRESENTA

Javier Alejandro Magaña Maya.

### DIRECTOR DE TESIS

Alejandro Javier Salgó Valencia.

México D.F., 2006.

*El individuo es en si la capacidad de ser único e irreplicable, conocer a alguien un segundo o una vida se mide simplemente en momentos que son solo suspiros, sonrisas, recuerdos tan efímeros como inolvidables; gracias por esos momentos de eterno aprendizaje.*

***A mis padres, hermana, familia, vecinos, amigos y hermanos.***

*No se si exista otra vida, pero en esta existes tu y aquí estamos para seguir sonriendo y esperar que nos dice que soñaremos juntos mañana .*

***Gracias Vania***



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Introducción

1. El destino del petróleo.	
1.1. Antecedentes: La crisis petrolera.	18
1.2. El futuro del petróleo.	27
2. Alternativa: Hidrógeno	
2.1. ¿Cómo se obtiene el hidrógeno?	32
2.1.1. Ventajas del hidrógeno: La fusión.	36
2.1.2. Perspectivas actuales: Las petroleras apuestan al hidrógeno.	40
2.1.3. El futuro de la tecnología y los autos híbridos.	43
2.2. El megaproyecto <i>International Termonuclear Experimental Reactor</i> (ITER)	48
2.2.1. Retos y futuro de ITER.	52
2.2.2. Críticas a la viabilidad del proyecto.	54
3. La competencia energética.	
3.1. El hidrógeno en Estados Unidos .	60
3.2. El hidrógeno en la Unión Europea (UE).	62
3.2.1. El proyecto propio de la UE.	67
3.2.2. Choque de intereses Europa vs Estados Unidos.	71
3.3. El futuro del subdesarrollo.	72
3.3.1 El caso mexicano .	75
4. Análisis Prospectivo.	
4.1 El futuro energético.	83
4.2 La economía del hidrógeno.	86
4.3 Análisis.	105
4.4 ¿Por qué el hidrógeno?	108

Conclusiones	114
Bibliografía	122

# INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el dinamismo de los cambios, los conflictos y perspectivas en cuanto al mundo, es lo que estudian las Relaciones Internacionales. Las transformaciones económicas y políticas mundiales han replanteado la posición de las viejas instituciones para dar paso a agrupaciones como la Unión Europea, en lo que se podría enmarcar como un paso más dentro de las etapas del hombre y de la sociedad.

Transformaciones como en cualquier ciclo histórico suponen un nuevo reto en el actuar del hombre, del Estado, del sistema político y económico mundial, un cambio que altera todas las capas que conllevan al desarrollo del mismo y garantizan su continuidad dentro de un mundo más poblado, contaminado, interactuante y bajo la imagen de un sistema unipolar que parece degradarse y darle paso a la multipolaridad.

Este nuevo reto parece verse en torno a la necesidad de un cambio de materia energética, el petróleo como recurso finito parece entrar en una fase en el que será necesario buscar nuevas alternativas para satisfacer al mundo de energía, dentro de éstas fuentes, algunas parecen apuntarse como sustitutos, en específico el hidrógeno, pero, ¿podría este representar una verdadera solución a la carencia de energía y a su vez trastocar el orden mundial?

El sistema internacional, parece encontrarse el día de hoy en un estado de caos, de un orden económico bajo el nombre de neoliberalismo<sup>1</sup> (cuya etapa es la globalización), de una

---

<sup>1</sup> Para comenzar debemos de definir al prefijo “neo” como la reestructuración de la teoría clásica que existía anteriormente, en este caso, el liberalismo y su base de inspiración para la reconfiguración de un sistema de desarrollo económico principalmente.

El neoliberalismo se origina en el período posterior a la Segunda Guerra Mundial, (éste, es heredero de las teorías neoclásicas de finales del siglo XIX; pero) es en los años setenta cuando comienza su auge a nivel internacional al iniciarse la crisis en la teoría Keynesiana, que no pudo encontrar respuestas a diferentes problemas que han angustiado al mundo en las últimas décadas.

Con esto el neoliberalismo se convertirá en la teoría de desarrollo en el dinamismo político mundial fundamentado en un concepto económico-político basado en el fomento al comercio internacional, al intercambio de bienes y productos cuyo objetivo es eliminar a largo plazo las fronteras políticas en el ámbito comercial. Lo que se intenta en base a este sistema económico es la desregulación del Estado como rector o eje económico de los países, se intenta con esto fomentar el papel del *laissez faire* y de la mano invisible, donde no sólo esta última se ordena de manera automática, sino que son las fuerzas del mercado las que dictan las políticas de los países, y entran aquí el poder de las empresas transnacionales, del capital privado y del movimiento de capitales a nivel especulativo, emanando a su vez o incorporándose al papel del capitalismo y la globalización como sistema económico mundial. Esto y la inserción a su vez de el concepto “neorrealista” en al realidad internacional, trastocará los cimientos políticos preestablecidos con anterioridad pues será el papel de el capital privado, el interés en la creación de organismos internacionales como el fondo monetario internacional y el Banco Mundial las instituciones rectoras de un cambio en las estructuras previamente establecidas, donde la “cooperación” se convertirá en el eje de desarrollo de las naciones. <http://www.monografias.com/trabajos/neoliberalismo/neoliberalismo.shtml>. El neoliberalismo. OSWALDO RAMÍREZ COLINA. Rev. 22 jun 06. 4.48p

Neorealismo o realismo estructural, como Robert Keohane lo nombraría se caracterizan por tres características fundamentales:

1. La premisa de que los estados son los principales actores internacionales, aunque no los únicos.
2. La premisa de que los estados actúan racionalmente, aunque no a partir de una información completa ni con preferencias incambiables.
3. La premisa de que los estados buscan poder e influencia, aunque no siempre en los mismos términos (en diferentes condiciones sistémicas, los estados definen sus intereses de manera diferente) (Keohane, 1983). <http://www.cidob.org/castellano/publicaciones/Afers/56salomon.cfm>. Mónica Salomón González. La teoría de las Relaciones Internacionales en los albores del siglo XXI: diálogo, disidencia, aproximaciones . Profesora Titular de Relaciones Internacionales, Universidad Autónoma de Barcelona.Rev. 22 jun 06. 5.14p

<sup>1</sup>Según David Baldwin en *Neorealism and Neoliberalism*, estas son las divergencias que existen en ambas teorías, pero que hasta cierto punto son reconciliables:

1. La naturaleza y las consecuencias de la anarquía internacional. Para los neorrealistas, la anarquía plantea unas constricciones al comportamiento estatal mucho más importantes que las admitidas por los neoliberales.
2. La cooperación internacional. Para los neorrealistas, la cooperación internacional es más difícil de lograrse, más difícil de mantenerse y más dependiente de las relaciones de poder de los estados que lo que afirman los neoliberales.
3. Beneficios absolutos/relativos. Este era el núcleo del debate a principios de los años noventa. De las posiciones que cada enfoque mantenía al respecto se desprendían las expectativas (positivas para los neoliberales, negativas para los neorrealistas) de cada grupo de autores sobre las posibilidades de la cooperación internacional. Los neorrealistas sostenían que los estados, al iniciar la cooperación con otros, buscan ante todo mejorar su *posición relativa* frente a los demás. En otras palabras, lo que interesa a los estados es, más que obtener ganancias, mantener o alcanzar una posición de superioridad frente al resto. De ahí que teman que otros estados puedan obtener ganancias mayores que ellos en la cooperación (superarlos en ganancias relativas). Ese temor a que la cooperación con otros estados aumente su superioridad es lo que impediría la cooperación a largo plazo. Los neoliberales no negaban que en determinadas condiciones la cooperación se vea impedida o dificultada por la preocupación de los estados por los beneficios relativos, pero consideraban que en general prevalecerá el deseo de obtener *beneficios absolutos* –deseo que llevará a intentar maximizar el nivel total de los beneficios de quienes cooperan– (10).
4. Las prioridades de las metas estatales. Ambos enfoques entienden que tanto la seguridad como el bienestar económico son metas importantes, pero suelen diferir en cuanto a cuál de ellas es prioritaria para los estados. Los neorrealistas, igual que los realistas clásicos, ponen el énfasis en la seguridad –por más que, a diferencia de

crisis de instituciones, de un Estado empresarial más fuerte en la concentración de dominantes y dominados, y de un modelo unipolar basado en el poder militar de los Estados Unidos. Este modelo, respaldado por más de mil bases militares a lo largo y ancho del mundo<sup>2</sup>, que buscan bajo esta nueva doctrina de dominación, fusionar las doctrinas Bush y Carter, que se resumirían en que Estados Unidos intervendrá en cualquier lugar del mundo donde se arriesgue la paz, la seguridad, la libertad, la democracia y el flujo petrolero y de recursos que requiera para poder existir como potencia.

El modelo de esta potencia se basa en impedir que exista un equilibrio de poder o un Estado que sea capaz de contrarrestar o de poner en riesgo la superioridad estadounidense. Así el control y la manipulación de las organizaciones internacionales, la inoperancia de estas, han renovado al viejo Estado empresarial que intenta a la vez adueñarse de la mayor parte del petróleo mundial a través de su poder, mediante este modelo de un gobierno con miras empresariales pero como nunca antes, aliado desde el

---

aquéllos, participaban activamente en los debates sobre temas económicos—. Los neoliberales consideran que las prioridades económicas son básicas para los estados.

5. Capacidades e intenciones. Los neorrealistas, igual que los realistas clásicos, consideran que la distribución de recursos (capacidades) de los estados es el factor que mejor explica su comportamiento, incluida su participación en esquemas de cooperación con otros estados. Los neoliberales ponen énfasis en las intenciones. Así, por ejemplo, argumentan que la sensibilidad de los estados con respecto a las ganancias relativas de los demás se ve muy influenciada por las percepciones que se tengan sobre las intenciones de esos estados. Las ganancias relativas obtenidas por estados clasificados como enemigos serían mucho más preocupantes que las que consiguen los aliados.

6. El papel de los regímenes y las instituciones. Para los neoliberales, los regímenes y las instituciones internacionales mitigan los efectos constreñidores que tiene la anarquía sobre la cooperación. Sin negarlo, los neorrealistas consideran exagerado el papel que atribuyen los neoliberales a regímenes e instituciones.

<sup>2</sup> De acuerdo con el anuario del Departamento de Defensa "Base Structure Report" correspondiente al ejercicio de 2003, que detalla el patrimonio inmobiliario del ejército de EE.UU. en el interior y en el exterior, el Pentágono en la actualidad tiene en propiedad o en alquiler 702 bases en el exterior en cerca de 130 países y otras 6.000 en EE.UU y sus territorios. Si se hiciera un recuento veraz, el tamaño de el imperio militar cambiaría probablemente, alcanzaría las 1.000 bases en otros países. En <http://colombia.indymedia.org/news/2004/02/9767.php>. Expansión de la bases militares de Estados Unidos por Chalmers Johnson *Monday, Feb. 09, 2004. 11:31 AM*. Título original: *America's Empire Bases* Publicado por: "<http://www.nationinstitute.org/tomdispatch/>". TomDispatch, Enero 15, 2004. Traducido por Felisa Sastre y revisado por Marga Vidal. Rev. Sab 21 ene 06. 8:32 pm.

seno de su gobierno con empresas de fabricación de armas y petroleras como lo son General Dynamics, Lockheed Martin, Chevron, Unocal, Exxon por mencionar algunas, que se vuelven los nuevos actores que cogobiernan dentro de Estados Unidos y que tienen influencia en todo el mundo.

Así, el interés por adueñarse del petróleo mundial, para poder proveer las necesidades energéticas del país más consumidor del mundo ha hecho realizar y retomar el nuevo tipo de guerras utilizando los medios de comunicación como medio masivo propagandístico (*soft power*) para crear nuevos enemigos como el terrorismo, localizándolo en todo el mundo y casualmente donde existen abundantes recursos naturales. Bajo esta relación terrorismo-democracia el petróleo se convierte hoy en el recurso más codiciado, deseado, causa y pretexto para la fabricación de guerras, de venta de armamento y en consecuencia la creciente necesidad del gobierno de los Estados Unidos por adueñarse de los yacimientos mundiales, con el único fin de prevenir en cierta forma la posible crisis mundial que parece acercarse en los próximos años debido a la carestía de este recurso. Así, lo interesante será ver como podría cambiar la estructura de poder y la reconfiguración de este sistema unipolar y anárquico a la vez, cuando se agote el petróleo y se busquen nuevos energéticos para el mundo.

La importancia del petróleo así como de cualquier otro energético deriva de la trascendencia que ha tenido en el desarrollo de la historia de la humanidad, pues algunos cambios en la configuración y en la estructura mundial se han dado a partir de las revoluciones energéticas.



En el siglo XIX el carbón se convirtió en la principal fuente energética, posteriormente el petróleo se ha convertido en el principal recurso hasta nuestros días, sin embargo, varios problemas se han planteado sobre el futuro de este recurso, como el de saber hasta cuando podrá proveer al mundo, que consecuencias tendrá en el planeta la explotación del subsuelo por obtener este recurso, cuántas reservas existen, si son suficientes y qué pasará con la contaminación por el incremento en su uso.

Estas cuestiones han sido planteadas desde algunos años, pero hasta hoy no se ha encontrado un sustituto verdaderamente eficiente, costeable, producible, ecológico, renovable y con la capacidad de reemplazar las demandas energéticas de todos los países. Esta problemática ya fue planteada durante el Foro de la APEC (Asia-Pacific Economic Cooperation) llevada a cabo en la ciudad de Los Cabos, Baja California, donde se mencionó que “la producción de fósiles a bajos precios podría estar en peligro en los próximos 25 años.”<sup>3</sup> Y el problema no es solo el precio que pueda alcanzar la producción y el abasto del crudo, sino que el mismo director de PEMEX (Petróleos Mexicanos) Raúl Muñoz Leos mencionó que ante un escenario así, “se tendría que duplicar la producción de petróleo crudo y triplicar la de gas.”<sup>4</sup> Lo único real es que sin energía no se puede entender el desarrollo del hombre, bastaría imaginar una semana sin este recurso a ciudades como México, Nueva York, Shanghai, París, Tokio o Londres.

Parece un panorama aún lejano, pero no lo es tanto, estudios demuestran que los resultados serían catastróficos, una crisis energética mundial por principio paralizaría la producción mundial, crearía una crisis económica, política y social y sería solo el inicio de un

---

<sup>3</sup> Howard Georgina. “Temer Crisis Energética En Los Próximos 25 Años”, en *El Universal*, Sección Internacional, México. 25 de octubre de 2002.

<sup>4</sup> *Ibidem*.

verdadero conflicto con consecuencias globales por carencia de recursos, sino se cuenta con un sustituto potencialmente capaz de proveer al mundo de energía.

La energía es el único elemento para poder sobrevivir tan vital como el agua, y la mezcla de ambos elementos podrían ser las materias primas de la nueva era que se vivirá en aproximadamente unos 50 años, (como mencionan algunos expertos y como se explicará en este trabajo.)

La carencia energética y la búsqueda de fuentes sustitutas del combustible fósil han llevado a buscar por años a investigadores y científicos una nueva forma para sustituir al petróleo, energético limitado, contaminante y no renovable hasta nuestros días.

El reto por conseguir nuevas fuentes posee varios inconvenientes, por un lado el petróleo parece acabarse, el ahorro energético del mundo es negativo y el consumo es creciente. Buscar crear en el mundo un ahorro energético, sería además de tardío, infuncional, puesto que se necesitaría más de una generación para lograrlo, esto debido a que tanto los sistemas educativos mundiales como la tecnología deberían adecuarse a un cambio de hábitos y costumbres, pero ni esto cambiaría las tendencias, simplemente el caso chino e indio además del mundial<sup>5</sup> demuestran que la productividad no está yendo de la mano de la eficiencia en su consumo.

---

<sup>5</sup> Sólo países como Alemania han demostrado que se puede lograr un equilibrio entre eficiencia y consumo energético, pero el precio económico y tecnológico es alto. Franz Bertsch. *El futuro de la energía en Alemania. El potencial de las fuentes renovables*. Ed. In Press, Alemania: 2001, 13 pp.

Las perspectivas de reservas contra consumo demuestran que la falta de petróleo como fuente primaria puede provocar las próximas tensiones y conflictos a nivel mundial, los primeros sucesos ya parecen haber ocurrido de la mano del país más poderoso del mundo, Estados Unidos.

Las reservas de petróleo de este país oscilan acorde con el Departamento de Energía (DE) en 321.4 millones<sup>6</sup> de barriles de petróleo, su incremento energético<sup>7</sup> y su creciente dependencia petrolera lo han llevado a tomar acciones reactivas en nombre de la "libertad". Con esto se hace referencia a la guerra de Irak, desde el punto de vista de la necesidad. Esta necesidad llevó sin duda a los Estados Unidos a Medio Oriente (MO). La explicación es la siguiente, MO será el único abasto seguro para el mundo a largo plazo mientras no se

<sup>6</sup>[http://www.portafolio.com.co/port\\_secc\\_online/porta\\_inte\\_online/2006-01-19/ARTICULO-WEB-NOTA\\_INTERIOR\\_PORTA-2700106.html](http://www.portafolio.com.co/port_secc_online/porta_inte_online/2006-01-19/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_PORTA-2700106.html). AFP. Alza sorpresiva de las reservas de petróleo y gasolina en E.U. 19 enero 2006. Revisado. 22 enero de 2006.

La reserva estratégica de crudos de Estados Unidos, contiene 707,2 millones de barriles depositados en cavernas de sal en Texas y Luisiana. Estados Unidos, que consume unos 18 millones de barriles de petróleo cada día, importa diariamente más de trece millones de barriles de crudo. Fuente: <http://www.esmas.com/noticierostelevisa/internacionales/472073.html>. EFE. Pide EU a Europa reservas de petróleo. Septiembre 2 2005. Revisado. 22 enero 2006.

<sup>7</sup> Las reservas probadas en EU han disminuido a 30.4 miles de millones de barriles y la producción también ha disminuido a 7.7 millones de barriles diarios. A pesar de ello, las reservas probadas en EU a esos niveles de producción se agotarían en 10.7 años.

EU y Medio Oriente Reservas Probadas: Producción y Horizonte de Producción de Petróleo

	Reservas (R) miles de millones de barriles			Producción (P) millones de barriles diarios		R/P en años
	1981	1991	2001	1991	2001	
EU	36.5	33.7	30.4	9.1	7.7	10.7
Iraq	29.7	100.0	112.5	...	2.4	38.0*
Kuwait	67.7	96.5	96.5	...	2.1	125.9*
Arabia Saudita	167.9	260.3	261.8	8.8	8.8	35.0*
Medio Oriente	362.6	661.6	685.6	17.3	22.2	36.8
Total Mundial	678.7	1,000.9	1,050.0	65.1	74.5	40.3

Fuente: "Statistical Review of World Energy, BP 2002" y "La Inversión Extranjera en América Latina y El Caribe, 2001" CEPAL

encuentre una nueva fuente energética y Estados Unidos es débil en el sector quizás mas esencial para determinar el poder de una potencia, es decir la autosuficiencia energética. La necesidad lleva a la búsqueda y tanto Estados Unidos como Europa y países como Japón, China entre otros han buscado nuevas vías.

Estos países crecientemente dependientes buscan en las fuentes alternas de energía el desarrollo de su nuevo sustento energético debido a las condiciones que podrían ocurrir en los próximos años.

Una de estas fuentes es el hidrógeno, (sabiendo que existen otras, como el gas natural, o el carbón no contaminante) cuyo objetivo será que este garantice la sustentabilidad del mundo y debido a su obtención y necesidad tecnológica, mayor supremacía de los países industrializados en un futuro debido al control que tendrían sobre el mismo.

El hidrógeno debido a sus características parecerá ser, , el próximo energético. El objetivo será demostrar sus avances, viabilidad, y el cambio que llevaría dentro de la reconfiguración del sistema mundial.<sup>8</sup>

Este nuevo elemento produce altas expectativas, choques de intereses, desacréditos, pero ofrece esperanzas reales y de llevarse su viabilidad a cabo el sistema mundial sin duda se modificará, terminando así quizás las hostilidades entre MO y Occidente, inaugurándose la dependencia energética de todos los países del subdesarrollo hacia los desarrollados, se

---

<sup>8</sup> Se refiere a la reconfiguración del sistema mundial, donde el sistema económico es multipolar y el sistema militar o armamentista es unipolar, liderado por los Estados Unidos.

usarán nuevas tecnologías, todo esto comenzando con una nueva carrera entre las potencias por conseguir el monopolio energético para garantizar o cambiar el *status quo*.

El mundo se reconfigurará a través del hidrógeno (como lo veremos en los capítulos posteriores que respaldan esta premisa); la economía, la política, los lazos geoestratégicos y militares sufrirán cambios evidentes. El cambio energético será similar a las revoluciones provocadas por el carbón o el petróleo. El hidrógeno deberá demostrar que es una energía continua, limpia, potente<sup>9</sup>, que comenzará a usarse en la vida cotidiana en menos de una década (automóviles, teléfonos celulares, transporte público), los inconvenientes son su precio actual y el desarrollo tecnológico necesario para hacerlo eficiente. En la actualidad se produce hidrógeno vía gas natural, energías renovables, en si con cualquier cosa puede crearse, sin embargo, el reto es crear este no como un proveedor secundario o alternativo, sino primario.

Las inversiones llevadas a cabo por los países potencia (estando casi todos los miembros del G8) son impresionantes operando todos bajo una sencilla premisa, el petróleo se está acabando, los precios por tanto parecen incrementarse, el hidrógeno les podría ofrecer autonomía energética y deben de invertir porque es la fuente más probable en garantizar el futuro de sus economías, dependiendo de ello su fortaleza política y militar. Prueba de ello serán los proyectos conjuntos e individuales que están llevando a cabo y los cuales se expondrán posteriormente.

---

<sup>9</sup> A pesar de su alto costo actual, simplemente su viabilidad de uso se demuestra en los tanques de hidrógeno que propulsan las naves espaciales en la actualidad, como lo han sido el Discovery o el Columbia.

El ingreso de este nuevo energético podría modificar la configuración del sistema mundial (todo sistema energético ha modificado la estructura mundial y su interrelación a lo largo de la historia) y sus características. Los medios de comunicación y de transporte serían propulsados por un energético más eficiente lo que garantizaría un cambio de era, basado en la descentralización y la democratización de este recurso por sus características no territoriales en cuanto a su localización, sino de posesión de tecnología para crearla.

Esta revolución silenciosa y paulatina tendrá consecuencias, sus primeros resultados parecen comenzar a verse, el mundo parece enrolarse en una nueva forma de organización, donde Europa requiere de un cambio como éste para regresar como un nuevo Estado hegemónico; Estados Unidos busca ganar la carrera, pero podría ser un empate en base a un proyecto conjunto denominado ITER (International Termonuclear Experimental Reactor)<sup>10</sup>. Quizás la energía sea el nuevo protagonista que termine con viejas guerras e inaugure otras, y con ello nuevo negocios, determine la forma de comerciar, acerque al hombre hacia lo que antes era desconocido y lo introduzca en un nuevo ciclo dentro de la globalización.

El objetivo de este trabajo será demostrar que a pesar de las críticas (que se mencionarán posteriormente), la inviabilidad antes mencionada, y las limitantes tecnológicas existentes, durante los próximos 50 años se vivirá una revolución tecnológica-energética, que ha comenzado ha gestarse desde hace unos 10 años. Encontrar un sustituto energético será importante para la realidad internacional porque determinará el cambio geopolítico y estratégico de las naciones dentro del mundo de la globalización y el capitalismo, donde,

---

<sup>10</sup> Nombre del proyecto internacional cuyo objetivo es obtener a base de la fusión nuclear un plasma resultante (hidrógeno) que pueda sustituir al petróleo dentro de la economía mundial en aproximadamente medio siglo.

como menciona Michale T. Klaire, se inaugurarán las guerras por recursos y el poder se gestará en torno al control energético y a la “democratización de éste”.

# CAPÍTULO I

## 1. EL DESTINO DEL PETRÓLEO

### 1.1 ANTECEDENTES: LA CRISIS PETROLERA

“Petróleo” podría ser la palabra que caracterizaría al siglo XX, este hidrocarburo se ha convertido en el eje más importante de desarrollo del mundo capitalista; gracias a este, el ritmo económico y productivo se ha incrementado como nunca antes, se ha convertido en el sustento de la economía mundial, de su carestía, abundancia y precios, depende la estabilidad económica mundial, este energético denominado el “oro negro” se concentra territorialmente en cierto número de países y al menos hasta hoy no es renovable, es limitado y sus reservas parecen decrecer día con día.



## EL HIDRÓGENO COMO SUSTITUTO DEL PETRÓLEO Y LA RECONFIGURACIÓN DEL SISTEMA MUNDIAL

En nombre de este recurso, las guerras emprendidas por Estados Unidos en especial (principal consumidor de energía en el mundo) a principios de este siglo XXI, parecen responder a estudios sobre su fin como proveedor principal y la necesidad de asegurarse sobre su abasto. Irak, Irán y Arabia Saudita parecen convertirse en tres de los más importantes jugadores dentro de este interactuante contexto mundial de las llamadas “guerras por recursos”. Simplemente por Irán cruzan más del 40% de las exportaciones mundiales de petróleo. Por tanto estos territorios tan codiciados por las potencias capitalistas cobran mayor importancia cuando surgen nuevos actores como India y China<sup>1</sup> que parece incrementarán su consumo en 50% en 20 años.

Esta nueva lucha por recursos, ha hecho de la necesidad al mismo tiempo un gran negocio, grandes conglomerados como ExxonMobil (la corporación petrolera pública más rica de los Estados Unidos, es muestra de ello), así cuando los intereses políticos y económicos se unen, el gobierno empresarial demuestra la necesidad de impulsar su economía a través de este tipo de guerras, es decir el negocio número uno y dos del mundo se fusionan, adquirir petróleo a través de la creación de guerras y de la venta de armamento. Esta gran división corporativa de fabricar guerras por obtener petróleo trae algunas explicaciones consigo, por un lado acelerar las economías del mundo y la de los Estados Unidos (bajo este sistema multipolar económicamente y unipolar militarmente) y por otro, el controlar el petróleo ante las tendencias de un mayor consumo en el orbe.

Estas tendencias marcan un peligroso desequilibrio mostrado por las principales empresas energéticas a nivel mundial, que indican que han encontrado pocos o nulos yacimientos

---

<sup>1</sup> Michael T. Klare denomina a este tipo de países como “*peer competitors*”, una posible competencia a futuro que podría convertirse en enemigo.

## EL HIDRÓGENO COMO SUSTITUTO DEL PETRÓLEO Y LA RECONFIGURACIÓN DEL SISTEMA MUNDIAL

nuevos, teniendo como resultado excavar reservas ya existentes como prueba, demostrando que si esto continúa, como al parecer será, la crisis energética será el próximo problema realmente grave y que atañe a la comunidad internacional. Actualmente, la demanda ya sobrepasa el abasto, pudiendo provocar como ha ocurrido con anterioridad que el precio de productos como la gasolina se incrementen temporalmente, denotando las tendencias en los informes de varias empresas como ExxonMobil<sup>2</sup>, ChevronTexaco, Royal Dutch Shell, entre otras, donde muestran un desequilibrio significativo entre producción y la restitución de sus reservas petroleras. Según un estudio reciente de PFC Energy<sup>3</sup>, de Washington D.C. en los últimos 20 años las principales firmas petroleras han estado produciendo y consumiendo el doble de crudo que encuentran.<sup>4</sup> Al parecer las reservas conocidas a nivel mundial son de 1.1 billones de barriles y aunque algunos expertos mencionan que hay nuevos yacimientos por descubrir las tendencias entre reservas y restituciones parecen ir negativamente. En parte se menciona que es esta carestía de nuevos yacimientos la que ha hecho que las empresas inviertan más en compra de acciones y fusiones que en proyectos de descubrimiento de nuevos yacimientos.

Estas características demuestran según el Departamento de Energía (DE) de los Estados Unidos que para poder satisfacer las nuevas necesidades energéticas la producción mundial debiera de crecer 50% en los próximos 20 años, es decir al año 2025, aumentando

---

<sup>2</sup> La corporación pública más rica de los Estados Unidos según Michael T. Klare. Los ingresos de sus últimos 4 meses de 2004 sumaron los 8 mil 420 millones de dólares. T Klare, Michale. "La guerra que se cierne sobre Irán. en *La Jornada*. Sección Internacional. Sábado 16 de abril de 2005.

<sup>3</sup> PFC Energy es una empresa de consultoría, en especial de los mercados mundiales, con implicaciones económicas políticas y sociales y que trabaja directamente para el gobierno de los Estados Unidos. Más información: <http://www.pfcenergy.com/>

<sup>4</sup> Michale T. Klare El colapso energético se avecina. p. 2.

## EL HIDRÓGENO COMO SUSTITUTO DEL PETRÓLEO Y LA RECONFIGURACIÓN DEL SISTEMA MUNDIAL

la producción de unos 80 millones a 120 millones de barriles de petróleo diarios, sin embargo ante la falta de nuevo hallazgos<sup>5</sup> parece que esta meta no podría llevarse a cabo.

Con esto, la teoría del geólogo petrolero M. King Hubbert llamada “La campana de Hubbert”, que demuestra mediante una ecuación que la extracción de cualquier yacimiento seguirá una curva parabólica con el tiempo y que cuando se haya extraído la mitad del monto total de petróleo de dicha fuente la caída de la producción será mucho mas pronunciada hasta tocar fondo parece ser cierta. Es decir al llegar a la mitad será cuando haya llegado al “pico” o “climax” de su productividad.

Acorde con esta teoría, el DE afirma (en su International Energy Outlook 2004<sup>6</sup>) que el “pico” se alcanzará a mediados de siglo, para otros el pico parece haber sido entre 2005 o será en 2006. PFC Energy localiza el pico entre 2010 y 2015.

Estas perspectivas solo parecen anticipar la crisis energética debido en gran parte a que supuestamente las reservas totales desde que se comenzó a explotar el petróleo (1859) parecen ser de entre 2 y 3 billones de barriles de petróleo (desde entonces se han consumido 950 mil millones, más los 30 mil millones de barriles que se consumen anualmente. Estos datos ofrecen solo que ante el contexto geopolítico y petrolero, para el 2025 incrementar una producción constante de 120 millones de barriles parecerá fracasar, la carestía energética parece convertirse así en el principal problema de índole mundial, a corto, mediano y largo plazo (de no encontrar un energético capaz de sustituir al petróleo),

---

<sup>5</sup> Pocos son los nuevos descubrimientos como el de la costa occidental de África, cuyas reservas se calculan en los mil millones de barriles, o los del Mar Caspio con 10 mil millones cerca de Kasajastán. Fuente: Klair. *op.cit.*

<sup>6</sup> Documento que habla sobre las perspectivas internacionales de energía dentro del Departamento de Energía de los Estados Unidos.

## EL HIDRÓGENO COMO SUSTITUTO DEL PETRÓLEO Y LA RECONFIGURACIÓN DEL SISTEMA MUNDIAL

comenzando porque sus precios parecerán superar en menos de esta década los 100 dólares el barril, desacelerando economías a nivel mundial.

Acorde con las Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), y la Agencia Internacional de Energía (AIE), el suministro y la seguridad se han convertido en prioridades en cuanto a la política económica mundial que le permita dar certidumbre a un mundo cada vez mas dependiente a un recurso finito. La preocupación de este grupo de países conformado por los más industrializados del mundo, es la creciente dependencia hacia MO y la incapacidad por tanto de crear un mercado o un sistema económico basado en la certidumbre, aunado a que países como China o Indonesia, antiguos exportadores de crudo, pasaron a convertirse en importadores. Estas tendencias han sido analizadas por la misma AIE, concluyendo que en alrededor del año 2010:<sup>7</sup>

- Es probable que aumente la demanda energética mundial en 60 por ciento.
- Los combustibles fósiles representarán más de 90 por ciento por la demanda energética primaria en el año 2010, y quizá el 80 por ciento en el 2020.
- El mayor crecimiento en la demanda se originará esencialmente en los cinco países mas grandes que no pertenecen a la OCDE (Rusia, China, india, Brasil e Indonesia) y en otros países en vías de desarrollo.
- Las emisiones de CO2 aumentarán con rapidez; más de la tercera parte de ese incremento ocurrirá en India y China
- El comercio internacional e interregional será más amplio.

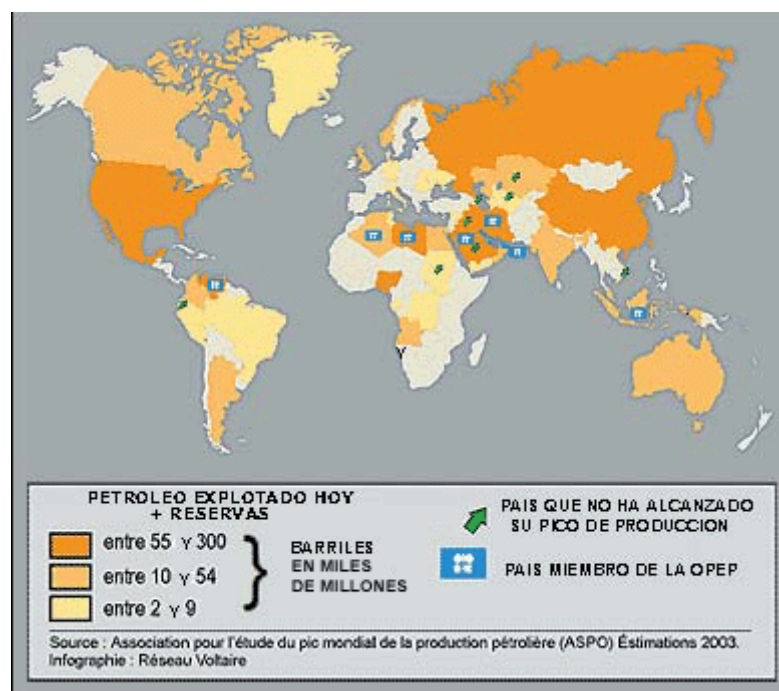
---

<sup>7</sup> Marilyn Yakowitz., Retos Energéticos y Oportunidades para la Acción en Desarrollo Sustentable. Estrategias de la OCDE para el Siglo XXI. p. 96.

## EL HIDRÓGENO COMO SUSTITUTO DEL PETRÓLEO Y LA RECONFIGURACIÓN DEL SISTEMA MUNDIAL

- La dependencia de los países de la OCDE respecto al petróleo y el gas importados crecerá de modo acelerado.
- Se requerirán grandes inversiones en los países no miembros de la OCDE.

Mapa. Zonas con yacimientos petroleros en el mundo.



## EL HIDRÓGENO COMO SUSTITUTO DEL PETRÓLEO Y LA RECONFIGURACIÓN DEL SISTEMA MUNDIAL

Este mapa muestra a las regiones petroleras y al papel que juegan geopolíticamente en el actual contexto mundial. Rusia, considerado potencia energética, carece de los medios económicos y de las reformas necesarias para impulsar una explotación óptima de la región. Su potencial en el Caspio “ofrece la posibilidad de aumentos en la producción que van desde 1,6 millón de barriles diarios en 2001 a 5 millones diarios en 2010.”<sup>8</sup> Sin embargo, la crisis con sus antiguas Repúblicas, los intereses de Estados Unidos dentro de la región y su cercanía a China lo hacen un proveedor inestable. China a su vez, posee la zona petrolera de Xingyang, caracterizada por conflictos étnicos del grupo *uygur* (turcomanos-musulmanes con intereses separatistas), además de que China está comprando la mayor cantidad de barriles en reserva sin explotar y mucho menos exportar esos yacimientos. África “genera ingresos substanciales en países como Nigeria, Angola, Gabón, Guinea Ecuatorial, la República del Congo, Chad, Camerún, Santo Tomé y Mauritania”<sup>9</sup>. El conflicto de gobiernos inestables, golpes de Estado, renuencia de los grupos étnicos hacia las inversiones e intervenciones en base a violaciones de derechos humanos de empresas petroleras, lo hace una región poco confiable. Latinoamérica, en base a la nacionalización de sus recursos, gobiernos nacionalistas con políticas de protección y explotación de recursos naturales y una crisis diplomática y política con Estados Unidos, en países como Bolivia, Brasil, Venezuela y en el caso de México nula apertura a la inversión extranjera, lo hacen una zona de conflicto latente, y de poca productividad potencial. Medio Oriente con las dos terceras parte de las reservas del petróleo mundial desempeña un papel importante y de “antagonista” para la visión occidental sobre su papel de proveedor mundial.

---

<sup>8</sup> Mapa: <http://usinfo.state.gov/journals/ites/0504/ijes/larson.htm>. Alan Larson. La geopolítica del petróleo y el gas natural. Perspectivas económicas, mayo 2004. Revisado.23/01/06. 3:21 pm

<sup>9</sup> *ibidem*.

## EL HIDRÓGENO COMO SUSTITUTO DEL PETRÓLEO Y LA RECONFIGURACIÓN DEL SISTEMA MUNDIAL

Sin embargo, la intervención creciente en asuntos internos o regionales por parte de los Estados Unidos, vuelve a esta la zona más inestable del mundo, retratado en casos como Irak, Irán, Arabia Saudita (como proveedor incondicional de los estadounidenses) muestra de zonas que por sus recursos se vuelven presa de presiones políticas, inversiones forzadas, tensiones militares y que traen como consecuencia inestabilidad de los mercados. Esta inestabilidad política hace del petróleo una fuente inestable, oscilante y en incremento constante de precio, que aunado a su futura carestía lo vuelve actor fundamental de las Relaciones Internacionales, y de ahí la búsqueda de otros energéticos, “del petróleo del futuro”.

Con esto será necesario encontrar un energético que pueda suministrar y soportar las demandas mundiales, es aquí donde el hidrógeno parece convertirse a mediano y largo plazos en el nuevo y principal proveedor de energía a nivel mundial, siempre y cuando las grandes empresas y las potencias mundiales se aseguren de la explotación de la última gota de crudo y la creación de una nueva economía basada en la venta y el monopolio de la tecnología para obtener hidrógeno.

### Reservas mundiales de crudo por zonas geográficas

Zona	Reservas % s/total	Consumo %
América del Norte	6.1	30.4
Centro y Sudamérica	9.1	6.2

## EL HIDRÓGENO COMO SUSTITUTO DEL PETRÓLEO Y LA RECONFIGURACIÓN DEL SISTEMA MUNDIAL

Europa	1.8	21.7
Rusia y países federados	6.2	4.8
Oriente Medio	65.3	5.9
África	7.3	3.3
Asia-Pacífico	4.2	27.7

Fuente: BP statistical review of world energy June 2002 (Datos de 2001)



## EL HIDRÓGENO COMO SUSTITUTO DEL PETRÓLEO Y LA RECONFIGURACIÓN DEL SISTEMA MUNDIAL

Países del mundo con más petróleo en su subsuelo y porcentaje sobre el total de reservas mundiales.

Arabia Saudí	24.9 %
Irak	10.7 %
Emiratos Árabes Unidos	9.3 %
Kuwait	9.2 %
Irán	8.5 %
Venezuela	7.4 %
Rusia	4.6 %
Estados Unidos	2.9 %
Libia	2.8 %
México	2.6 %
Nigeria	2.3 %
China	2.3 %

Fuente: BP statistical review of world energy June 2002 (Datos de 2001)

## 1.2 EL FUTURO DEL PETRÓLEO

La discusión sobre el futuro del petróleo es contradictoria, petroleros como Lee Raymond ejecutivo de Exxon Mobil, plantea que los hidrocarburos continuarán siendo a corto plazo el energético viable y a largo plazo la energía nuclear. Menciona que en unos años la demanda energética se ira incrementando hasta alcanzar ocho veces la producción de Arabia Saudita. Para él, a pesar de que la demanda de petróleo aumenta en un 2% anual y de que los precios oscilan a la alza, la amenaza sobre la carencia de petróleo no esta fundamentada. Defiende la postura de Estados Unidos de ser el mayor consumidor de energía del mundo con un 30% en base a que producen el 35% de las mercancías del mundo, sin embargo contrasta con otros países como el alemán, que han crecido en productividad y decrecido en uso energético.

Lo grave en términos económicos, es que el cociente de producción de barriles y reservas decrece, es decir, se consume más petróleo del que se descubre. Por tanto, el petróleo tiene una tendencia hacia la inflación creciente.

Contrario a las opiniones de Raymond, para Harold Furth, ex director del Laboratorio de Plasma de Princeton, el petróleo comenzará a agotarse en los primeros años de este siglo. Según él existen 3 mil millones de barriles de reservas probadas y probables, 77% se encuentran localizados en los países de la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo), donde además 65% esta concentrado en el Golfo Pérsico (siendo esto cierto se explica porqué la guerra en Irak y el interés en la zona por parte de George W. Bush, es decir

la lucha por los energéticos es una realidad). En el año 2020, el 40% de la producción mundial provendrá de la región del Golfo Pérsico.<sup>10</sup>

Furth considera por su parte que de no haber un sustituto para el 2020 aproximadamente, considerando que no se encuentren nuevos yacimientos y dependiendo del contexto internacional, los precios del petróleo comenzarán a subir y para el 2040 el precio del crudo sería prohibitivo, lo que crearía una crisis internacional, además de que la demanda por el producto se triplicará<sup>11</sup>.

La creciente necesidad de encontrar un nuevo recurso, han derivado ya en análisis, Estados Unidos posee supuestamente reservas para 500 años en carbón<sup>12</sup> pero los daños ecológicos serían irreversibles a pesar de que se menciona podrían enterrarse o aislar los contaminantes mediante un proceso denominado “confinamiento de carbono” o “lechos fluidizados” procesando y licuándolo para posteriormente enterrarlo a grandes profundidades.

Lo cierto es que las acciones del gobierno de los Estados Unidos son diversas dentro de los mismos aparatos del gobierno, lo que lleva a la incertidumbre. Por un lado se habla de grandes reservas y por el otro se habla de una carencia de las mismas. Durante los últimos años podemos ver el incremento en los precios del petróleo constantes, que superan las

---

<sup>10</sup> <http://www.telecotrans.es/cnt/comisione1.html> Comisión De Las Comunidades Europeas. Bruselas, 11.10.2000. Com (2000) 631 Final. *Comunicación De La Comisión*. Asunto: El Suministro De Petróleo En La Unión Europea Y El Precio Del Petróleo. Revisado. 18/10/05. 8.40 pm

<sup>11</sup> Michio Kaku, *Visiones*, p. 367.

<sup>12</sup> Según el último informe publicado por el grupo industrial BP de Londres sobre la situación energética mundial, el carbón fue el combustible cuyo consumo creció más el año pasado. En la 52ª edición de este informe anual se dice que el consumo de carbón aumentó en todo el mundo casi un 7 % llegando a unos 2.398 millones de toneladas de petróleo equivalentes (tpe) , muy por encima de la tendencia de los diez últimos años. Dicho aumento se debe sobre todo a China, cuyo consumo aumentó un 28%. En el informe se dice: "El consumo mundial de carbón aumentó en 2002 un 6,9 %. No obstante, ello se debe sobre todo al fenómeno chino, pues el consumo de carbón en China aumentó un extraordinario 27, %.

expectativas de países petroleros incluso y de cómo han afectado estos la caída de los mercados mundiales. El 23 de agosto de 2004 se publicó que la caída del mercado de la Bolsa de Valores de Nueva York se debía a los problemas causados por Irak y a los niveles más bajos de las reservas petroleras de los Estados Unidos en los últimos nueve meses, (según la revista Forbes, dato que se ha repetido en diversas ocasiones).

Por otro lado el pasado Secretario de Energía de Estados Unidos, Spencer Abraham mencionó en 2001 que las reservas petroleras se encontraban en una cifra récord acorde a las Estrategias de Defensa con una cifra de 640 millones de barriles.<sup>13</sup>

Estas cifras y números solo llevan a la incertidumbre, John Saxe-Fernández<sup>14</sup> también ha mencionado en repetidas ocasiones de la poca producción de petróleo por parte de los Estados Unidos, pero lleva al mismo tiempo a una estrategia de importar, acumular y además tener supuestas “reservas” para cualquier contingencia, pues el caso de la energía es un tema de Seguridad Nacional, y se ha comprobado de manera fáctica la debilidad que parece poseer esta nación.

La visión de otra empresa petrolera europea, discrepa de la visión de la empresa norteamericana. Para John Browne, the British Petroleum (BP), el incremento de precios en el petróleo y la demanda futura, tendrá que traer una inversión de las empresas petroleras por 200 mil millones de dólares para descubrimiento y explotación

---

<sup>13</sup> Sánchez, Felipe. “Descalabro en Wall Street a causa de noticias económicas negativas”. en El Financiero, Sección, Finanzas. Jueves 23 de septiembre de 2003 p. 28..

<sup>14</sup> Es licenciado por la Universidad de Brandeis, Massachusset, realizó su maestría en la Universidad de Washington y es Doctor en Estudios Latinoamericanos por la UNAM. Especializado en seguridad nacional, armamentismo, política exterior, América Latina, geoeconomía, bloques económicos, integración comercial, entre otros.

de yacimientos o de energías alternas, pero para BP el potencial de energías renovables y limpias representa un reto. BP al contrario de Exxon sí ve al gas natural como un buen complemento del petróleo, pero para ellos el hidrógeno es el verdadero reto como alternativa futura. BP trabaja conjuntamente con otras empresas para lograr encapsular el dióxido carbono que despiden para hacerlo totalmente ecológico. Browne reconoce que la investigación en esta materia resulta una labor colosal por el alto costo que representa, pero sin duda es vista como el sustituto perfecto, pues además se puede extraer vía el gas natural, del cual BP posee las segundas reservas más grandes a nivel empresarial. Según BP el consumo mundial de barriles de petróleo diario es de 78 millones y para el 2020 Browne como representante de esta empresa visualiza sorpresas sobre el cambio energético, el impulso que está dando esta empresa en materia de investigación sobre el hidrógeno parece ser la sorpresa de la sustitución energética que Browne plantea.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Datos obtenidos de la revista Newsweek. FOROOHAR Rana. "A New Era For Big Oil", Newsweek, Vol. CXLIV No. 7, Ed. News for America, EUA, 16 de agosto de 2004, 56 pp.

# CAPÍTULO II

## 2. ALTERNATIVA: HIDRÓGENO

### 2.1 ¿CÓMO SE OBTIENE EL HIDRÓGENO?

Los cambios de era y las etapas se enmarcan con penetraciones en todos los aspectos de las civilizaciones. La caída de unos imperios para dar paso a otros, etapas como el Renacimiento, las guerras, las independencias y las revoluciones son determinantes cíclicamente e históricamente. En este caso el mundo parece aproximarse a uno enmarcado por la energía de la mano del hidrógeno.

“El astrónomo ruso Nikolai Kardashev y el físico de la Universidad de Princeton Freeman Dyson catalogan a las civilizaciones terrestres en tres categorías.”<sup>1</sup> Estas categorías se refieren al desarrollo del hombre acorde a su consumo energético. En este caso hoy y hasta dentro de algunos años, mientras todo tipo de energía se pueda adquirir dentro del planeta y esta no se agote, seguiremos viviendo en las etapas de la civilización I. Esta consiste en el control de todos los tipos de energía en la Tierra. Es ahí donde la fusión toma importancia como una fase, el petróleo quedará de un lado, pero la discusión es hasta hoy dividida y polémica sobre el futuro del petróleo y del hidrógeno.

Una civilización del tipo I (que durará un siglo o dos) es aquella que ha dominado todas las formas de energía terrestre, pudiendo modificar las condiciones meteorológicas, las necesidades energéticas son tan grandes que explota todos los recursos del planeta, se alcanza en este punto el grado de “civilización planetaria”, cuyo fin será el fin de las luchas religiosas, sectarias y nacionalistas.

En la civilización II (800 años) se ha dominado la energía estelar, los recursos planetarios se han agotado, el sol se vuelve la herramienta energética.

En la III (diez mil años) la explotación de esta única estrella se ha agotado, se buscan sistemas y grupos estelares vecinos, llegar a la “civilización galáctica”. Todos estos sistemas se basan en el suministro energético disponible.

---

<sup>1</sup> Kaku, *op.cit.*, p. 34.

En base a esto el hidrógeno se presenta como la fuente más probable y adecuada como energético primario (dentro de la fase I que cita Michio Kaku, sería la utilización de un recurso que aún se puede obtener de la tierra,) pues a pesar de que no ha alcanzado la madurez técnica, se ha demostrado que es limpio, su producción sería potencialmente superior que la de los hidrocarburos, sería prácticamente inagotable y sólo se requeriría de algo que contenga hidrógeno como lo es el agua. Los océanos concentran el 97.25% del agua del planeta, el abasto estaría garantizado.

A pesar de que como ya se mencionó, el hidrógeno puede obtenerse de otros energéticos, estos son potencialmente no proveedores de la energía necesaria para el mundo, sin embargo, el agua se volvería en realidad un recurso doblemente vital, no sólo porque hoy es necesario para la vida sino porque será necesario para proveer de energía al mundo. Esto no significa que se deje a un lado al petróleo<sup>2</sup>, hay productos que se tienen que realizar con este recurso, pero a nivel energético su papel sería secundario, debido a la caída en su nivel productivo.

---

<sup>2</sup> Los siguientes son los diferentes productos derivados del petróleo y su utilización:

Gasolina motor corriente y extra - Para consumo en los vehículos automotores de combustión interna, entre otros usos.

Turbocombustible o turbosina - Gasolina para aviones jet, también conocida como Jet-A.

Gasolina de aviación - Para uso en aviones con motores de combustión interna.

ACPM o Diesel - De uso común en camiones y buses.

Queroseno - Se utiliza en estufas domésticas y en equipos industriales. Es el que comúnmente se llama "petróleo".

Cocinol - Especie de gasolina para consumos domésticos. Su producción es mínima.

Gas propano o GLP - Se utiliza como combustible doméstico e industrial.

Bencina industrial - Se usa como materia prima para la fabricación de disolventes alifáticos o como combustible doméstico

Combustóleo o Fuel Oil - Es un combustible pesado para hornos y calderas industriales.

Disolventes alifáticos - Sirven para la extracción de aceites, pinturas, pegantes y adhesivos; para la producción de thinner, gas para quemadores

industriales, elaboración de tintas, formulación y fabricación de productos agrícolas, de caucho, ceras y betunes, y para limpieza en general.

Asfaltos - Se utilizan para la producción de asfalto y como material sellante en la industria de la construcción.

Bases lubricantes - Es la materia prima para la producción de los aceites lubricantes.

Ceras parafínicas - Es la materia prima para la producción de velas y similares, ceras para pisos, fósforos, papel parafinado, vaselinas, etc.

Polietileno - Materia prima para la industria del plástico en general

Alquitrán aromático (Arotar) - Materia prima para la elaboración de negro de humo que, a su vez, se usa en la industria de llantas. También es un diluyente.

Acido nafténico - Sirve para preparar sales metálicas tales como naftenatos de calcio, cobre, zinc, plomo, cobalto, etc., que se aplican en la industria de pinturas, resinas, poliéster, detergentes, tensoactivos y funguicidas.

Benceno - Sirve para fabricar ciclohexano.

Ciclohexano - Es la materia prima para producir caprolactama y ácido adipico con destino al nylon.

Tolueno - Se usa como disolvente en la fabricación de pinturas, resinas, adhesivos, pegantes, thinner y tintas, y como materia prima del benceno.

Xilenos mezclados - Se utilizan en la industria de pinturas, de insecticidas y de thinner.

Ortoxileno - Es la materia prima para la producción de anhídrido ftálico.



El crecimiento poblacional provocará mayor demanda, se estima que para el 2050 aproximadamente la población mundial será de 10 mil millones de personas y no sólo eso, sino que la demanda energética sería de entre dos y tres veces mayor a la actual. De no ser el hidrógeno, de cualquier manera se tendrá que buscar un sustituto, porque el petróleo no alcanzará para más según los expertos.<sup>3</sup>

Hay que partir de la base de saber por que se insiste tanto en el hidrógeno y que lo hace tan atractivo. El hidrógeno es el elemento más presente en todo el Universo, constituyéndolo el 90% de las moléculas, como energía resultaría inagotable. Este elemento fue descubierto por el químico y físico inglés Henry Cavendish en 1766.<sup>4</sup>

Su obtención es el gran reto, el hidrógeno y el proceso de fusión se obtienen de la misma manera que el sol ha obtenido su energía en los últimos 5 000 millones de años. Su composición atómica muestra dos de sus elementos, deuterio y tritio, que son isótopos del hidrógeno, este es simplemente el elemento más ligero y abundante del universo con un solo protón<sup>5</sup> que al unirse forman helio; esta transformación hace que la energía perdida que formó el helio sea la energía que se consigue. Este es el proceso natural de astros como el Sol o de las mismas estrellas, lo que trae como resultado una energía limpia, sin radiactividad y tan

---

Alquilbenceno - Se usa en la industria de todo tipo de detergentes, para elaborar plaguicidas, ácidos sulfónicos y en la industria de curtientes.

El azufre que sale de las refinerías sirve para la vulcanización del caucho, fabricación de algunos tipos de acero y preparación de ácido sulfúrico, entre otros usos.

El gas natural sirve como combustible para usos doméstico, industriales y para la generación de energía termoeléctrica. En el área industrial es la materia prima para el sector de la petroquímica. A partir del gas natural se obtiene, por ejemplo, el polietileno, que es la materia prima de los plásticos. Del gas natural también se puede sacar gas propano. Esto es posible cuando el gas natural es rico en componentes como propanos y butanos, corrientes líquidas que se le separan.

<sup>3</sup> Estimaciones razonables hacen pensar que la población mundial crecerá hasta alcanzar unos 10.000 millones de personas hacia mediados del siglo próximo. Dependiendo de los escenarios considerados para la evolución de la demanda energética, el consumo de energía primaria mundial podría llegar a multiplicarse por dos o por tres en el año 2050...<http://www.imasd-tecnologia.com/imasd/mar98/fusion.htm>. *La importancia de la fusión*. Web Ciemat

<sup>4</sup> [http://www.tendencias21.net/index.php3?action=page&%20id\\_art=27655](http://www.tendencias21.net/index.php3?action=page&%20id_art=27655) David Carrión. Comienza la transición energética hacia la economía del hidrógeno. *Madrid ya dispone de los primeros autobuses impulsados por esta energía e Islandia acaba de inaugurar su primera estación de este combustible limpio*.

<sup>5</sup> Ruiz, Franz, "El mito de la fusión en frío, la realidad de la fusión en caliente", en Quo, no. 79 Año 8. Ed. Expansión, México, mayo de 2004. p 70.

abundante como para generar energía por cientos de millones de años.<sup>6</sup> De la masa total de deuterio en 500 litros, sólo contienen este elemento 165 gramos.<sup>7</sup>El hidrógeno no se encuentra en forma natural, lo difícil es la extracción que debe de hacerse y su transformación en la energía, este podría ser el mayor reto del mundo para los últimos 30 años. El hidrógeno es una nueva fuente renovable, inagotable, eficiente, ecológica pero hasta ahora no costeable, (su meta es serlo a largo plazo), estas características lo hacen el sustituto ideal del petróleo.

Pero, ¿es el hidrógeno capaz de proveer al mundo de energía?, ¿qué efectos tendría el que el hidrógeno pasará a ser la primera fuente energética mundial de ser esta una fuente energética viable?

Estudios, proyectos y análisis de los científicos y gobiernos más importantes plantean a este recurso como el sustituto más probable. Sin embargo, el objetivo es demostrar si realmente los análisis realizados, las investigaciones y el hecho de conocer los avances tecnológicos en esta materia permiten saber si es el indicado para proveer al mundo.

Lo cierto es una cosa, ¿qué pasará con quién o quienes logren el monopolio o el control de este energético?, ¿qué pasará con los países petroleros que dejen de tener el control de un recurso tan importante? cuáles son las potencialidades de este producto?, ¿que se ha hecho al respecto para comprobar su viabilidad?

## 2.1. 1. VENTAJAS DEL HIDRÓGENO: LA FUSIÓN.

---

<sup>6</sup> *Ibidem.*

<sup>7</sup> [www.madsci.org/posts/archives/Apr2003/1051645602.Ph.r.html](http://www.madsci.org/posts/archives/Apr2003/1051645602.Ph.r.html). Steve Nelson. Wouldn't fusion energy deplete our water sources?

La fusión<sup>8</sup> ocurre cuando dos núcleos atómicos se unen o fusionan formando una masa menor. Con esto se comprueba la ley de Einstein "E=mc<sup>2</sup>"; la energía es igual a la masa por la velocidad al cuadrado, o lo que es igual a la pérdida de masa de dos átomos que se unen da energía, que a pesar de ser poca en cantidad, potencialmente es muy rica. Vencer la fuerza con la que se repelen, para lograr la fusión, es el gran reto, existen las técnicas de haces de rayos láser, o el más viable y menos costoso que es calentar el deuterio a altas temperaturas, de tal manera que el plasma se forme a partir de la pérdida de electrones y de campos magnéticos que impidan que el mismo toque las paredes del reactor.

El hidrógeno es el mejor combustible para la fusión puesto que sus protones están cargados positivamente y como se mencionó anteriormente, se repelen, esto provoca que al fusionarse a grandes temperaturas a nivel cósmico, el hidrógeno al chocar con otro libere luz y calor, que es lo que ocurre con el sol y a nivel artificial liberen energía a una temperatura de 100 millones de grados. El plasma resultado de la fusión y cuarto estado de la materia será la energía. A estas

---

<sup>8</sup> Frente a la energía de fisión, que fue la primera en conocerse y dominarse, la gran alternativa de futuro es la fusión nuclear, que resulta ser una fuente inagotable, ya que se basa en el agua, un recurso abundante, barato y limpio. La fusión nuclear se basa en la energía que se libera de la unión entre los átomos. Concretamente en la fusión intervienen dos isótopos del hidrógeno, el tritio y el deuterio. Se utilizan estos isótopos pues para que se produzca la fusión de los átomos -su unión- es necesario que sus núcleos tengan la mínima fuerza de repulsión, y esto se logra precisamente con los átomos más ligeros, los de hidrógeno, que sólo tienen un protón en su núcleo. Baste recordar que en la fisión se requiere todo lo contrario, que los núcleos tengan la máxima repulsión posible, lo que se consigue con átomos con muchos protones -polos iguales se repelen. repelen-.

Un átomo está compuesto por un núcleo, formado por neutrones (no siempre) y protones. Estos con carga eléctrica positiva y aquellos neutra; a su vez, el átomo consta de una envoltura electrónica a base de electrones, de carga eléctrica negativa. En la naturaleza todos los átomos son eléctricamente neutros, teniendo igual número de protones que de electrones. Mientras que la fisión nuclear se conoce y puede controlarse bastante bien, la fusión plantea el siguiente gran inconveniente, que hace que continúe en fase de estudio, aunque entrado el s. XXI se espera resolver: Para que la reacción de fusión sea posible hay que vencer la mencionada repulsión electrostática entre dos núcleos igualmente cargados; esto es, al existir núcleos atómicos con igual carga, y en virtud del principio de que cargas iguales se repelen, hay que aplicar una gran energía para conseguir la unión de las mismas. Esto se logra gracias al calor, aplicando temperaturas de millones de grados. El problema referido proviene de la dificultad de encontrar un reactor que aguante esa temperatura. Dicha temperatura se logra en el interior de una explosión de fisión, que es el comienzo de toda bomba de fusión o bomba H.

Con este calor se crea un nuevo estado de la materia, el plasma, en el que se da un absoluto desorden de iones y electrones.

Una vez acabada la reacción de fusión nos encontraremos con una esfera expandida con una temperatura de millones de grados en la que pululan los productos de la fusión (litio e isótopos del hidrógeno), tal es su velocidad que pueden fundirse unos con otros dando lugar a la reacción de fusión. Esta reacción genera más energía que la anterior y libera gran cantidad de partículas nucleares, pero no es una reacción en cadena, ya que el propio calor que genera hace que las partículas se separen y se expandan en forma de una esfera de plasma con una temperatura que tan sólo experimenta el universo de manera natural en muy raras ocasiones (en forma de supernova). Fuente: <http://www.arrakis.es/~lallave/nuclear/fusion.htm>. Energía Nuclear. Revisado. 22 enero 2006.

alturas los investigadores han demostrado que la fusión es probable, será ITER el laboratorio quien se encargue en probarlo.<sup>9</sup>

Así el cambio hacia una economía basada en hidrógeno, parece hoy una combinación de ciencia ficción y realidad, debido a los avances que están existiendo en esta materia, su viabilidad y su futuro tan prometedor, pero a la vez tan limitado. El hidrógeno como fuente alterna es tan abundante como el universo, la carencia de oferta de las centrales eléctricas, el incremento en costos por obtener energéticos, las sequías que dañan el funcionamiento de las hidroeléctricas, la poca potencia que pueden generar la energía eólica o la solar hacen del hidrógeno la opción.

Su potencialidad es inimaginable, cuatro miligramos de esta energía resultante del deuterio y del tritio equivaldrían a un barril de petróleo, un kilogramo de esta energía equivaldría a 10 millones de litros de crudo,<sup>10</sup> sin dejar residuos como dióxido de carbono, radiación (mínima) o poder provocar siquiera un problema similar a Chernobil o a lo que también podría ser la energía de fisión.

La energía de fusión es inagotable e ilimitada; criterios que debe cumplir cualquier fuente de energía del siglo XXI.<sup>11</sup>

Acorde con el Laboratorio Lawrence situado en California, las ventajas son primordialmente ecológica y económica, esta energía no produce "efecto invernadero", *smog* ni lluvia ácida, no crea productos químicos que dañen el estado del aire. La fusión consume menos energía que cualquier otra energía producida hasta hoy en el planeta.

---

<sup>9</sup>Información del Lawrence Livermore National Laboratory.

<sup>10</sup> Michael Grafton, *Muy Interesante*. p 19.

<sup>11</sup> Kaku, *op.cit*, p. 366.

Nejat Veziroglu, presidente de la Asociación Internacional para la Energía del Hidrógeno, incluso retó a las petroleras a una conferencia celebrada en Buenos Aires, citando cinco razones para demostrarles la realidad del hidrógeno. <sup>12</sup>Los puntos fueron los siguientes:

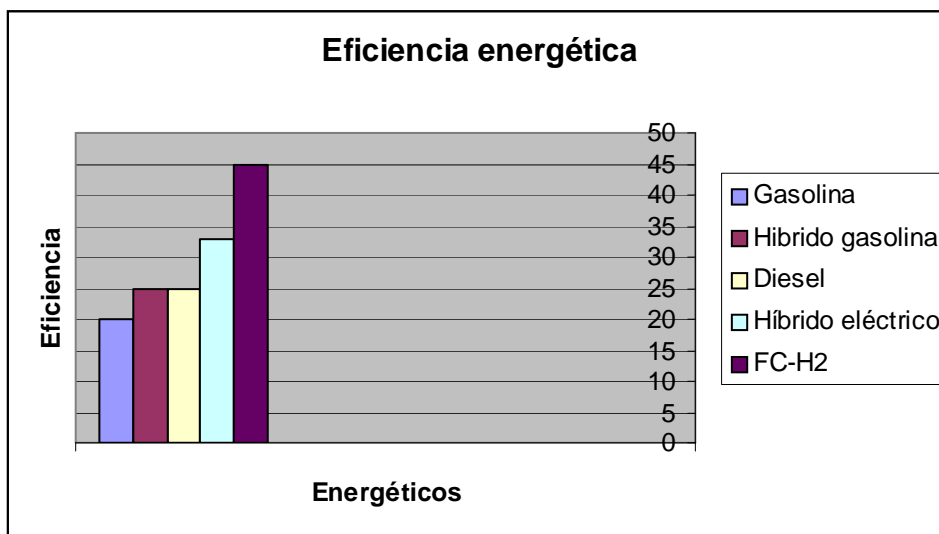
1) Todas las automotrices tienen prototipos de autos y colectivos a hidrógeno.

2) Las celdas de combustible son mucho más eficientes que el motor a explosión. <sup>13</sup>

---

<sup>12</sup> <http://www.elchenque.com.ar/eco/hidrog/temrelh/hidrogeno.htm> Daniel E. Arias. *En el siglo XXI Argentina exportará viento*. Diario Perfil. Buenos Aires.

<sup>13</sup> Fuente: Daimler Benz.



Fuente:

Autoría personal con información proporcionada por Daimler-Chrysler.

3) El estado de California obligó por ley a que en el 2001 el cinco por ciento de la flota automotriz tenga "emisión cero" de carbono, (basándose tanto en motores híbridos como de hidrógeno.)

4) Evitar el desquiciamiento del clima mundial.

5) "Si las petroleras no se suben ahora al tren del hidrógeno, éste seguirá solo —al principio despacio, con menos capitales y más enemigos—, pero les terminará pasando por encima."

Sólo Shell fue la empresa que se interesó en esa ocasión debido al desarrollo híbrido que busca desarrollar (es decir petróleo / hidrógeno), apostando al hidrógeno. Shell y BP han sido dos de las empresas que más interés han puesto al hidrógeno, las empresas norteamericanas se encuentran más a la zaga y renuentes aunque también han invertido fuertes sumas de dinero y establecido investigaciones conjuntas como se verá en capítulos posteriores.

Dentro de las ventajas del hidrógeno está su eficiencia, una planta convencional basada en combustión genera electricidad con un porcentaje de 33 a 35 % de eficiencia, mientras que las llamadas plantas de (*fuel cell plants*) lo generan con un 65 y en un futuro un 80% de eficiencia. La gasolina opera con un 30% de efectividad y se prevé que en un futuro los autos que transforman la gasolina en hidrógeno (*FCVs o Fuel Cell Vehicles*) funcionen con un 40% de eficiencia. Hoy el hidrógeno se transporta a alta presión mediante gas comprimido transportado en tanques o pipas, ductos, o en forma de líquido criogénico en cisternas criogénicas; sin embargo, uno de sus impedimentos es su difícil compresión por pérdida de energía, a pesar de esto, se está buscando el desarrollo de metales híbridos y carbono nanoestructural para absorber y retener altas concentraciones de hidrógeno.

## 2.1.2 PERSPECTIVAS ACTUALES: LAS PETROLERAS APUESTAN AL HIDRÓGENO

Los cambios son sin duda constantes en esta materia, las inversiones que están destinando los países hablan de la seriedad del proyecto a pesar de que se sabe de su redituabilidad a largo plazo. Las petroleras y las grandes empresas automotrices van a la vanguardia en estos cambios; debe verse simplemente la evolución y como empiezan a comportarse en este sector energético dos industrias neurálgicas en el desarrollo mundial, tanto por su poder económico, productivo, su poder político y de *lobbying* (cabildeo) tanto a nivel europeo, norteamericano como a nivel mundial. Estos son algunos de los cambios en ambas industrias. Las mismas petroleras se han dado cuenta que la evolución y la necesidad no pueden frenar la importancia del hidrógeno. Como menciona Jim Ohi del Laboratorio Nacional de Energía Renovable de Colorado dice que por algo las "compañías petroleras" están comenzando a denominarse "compañías de energía."<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Fuente CNN 21 de marzo de 2001, 10:52 pm. Noticiero.

Las petroleras europeas han buscado de manera más abierta y reconocido públicamente la necesidad del cambio. Royal Dutch Shell y BP se han comprometido a abandonar paulatinamente los hidrocarburos y explotar las capacidades del hidrógeno y las tecnologías renovables. Incluso BP ha cambiado su slogan a “Después del Petróleo” y esta empresa hoy produce el 10% de las células fotovoltaicas para generar electricidad a partir del hidrógeno. Shell por su parte plantea abiertamente el fin de la economía a base del petróleo. Ambas empresas tiene departamentos dedicados exclusivamente al desarrollo de la tecnología de hidrógeno.<sup>15</sup>

Exxon Mobil sigue apostando a los combustibles fósiles con mayor discreción en cuanto a la viabilidad del hidrógeno, pero ha establecido una alianza con General Motors (GM) y Toyota para desarrollar celdas de hidrógeno.<sup>16</sup>

Texaco esta invirtiendo grandes cantidades de dinero, e incluso Jefferson Sebright representante de este grupo petrolero reconoce que quien no invierta en hidrógeno se arrepentirá.<sup>17</sup> La inversión y el desplazamiento del petróleo al hidrógeno obedece a una sencilla razón, la producción de hidrógeno se deriva de las refinerías de petróleo y del gas natural actualmente.

Islandia; busca ser la primera economía que funcione con hidrógeno<sup>18</sup>, el reto es menor porque su población apenas alcanza los 270 mil habitantes. Pero este gobierno se asoció con Daimler Chrysler, Shell y Norsk Hydro para sustituir en aproximadamente 40 años todos los medios de

---

<sup>15</sup> Danielle Knight. *El hidrógeno moverá al mundo*. <http://www.tierramerica.net/2001/0805/noticias1.shtml>

<sup>15</sup> *ibidem*.

<sup>18</sup> Según el científico islandés Bragi Arnason, , profesor de Química de la Universidad de Islandia el hidrógeno será el combustible sustituto en unos 30 o 40 años, pues se pasaría a una nueva etapa en la historia de los energéticos; una energía limpia y renovable. Según Arnason, la estrategia de Islandia es que la flota aérea y pesquera funcionen a finales de esta década a base de hidrógeno; pues este combustible ya cubre la demanda de aproximadamente un 65% de el país, a pesar de que actualmente su precio es mucho mas caro al del petróleo, pero potencial es dos o tres veces superior. Islandia debido a su tamaño es el referente excelente para impulsar un nuevo energético y una nueva economía basada en hidrógeno. Bastan cinco estaciones de servicio de hidrógeno para poder recorrer el país; en base a esto se buscará reducir en un 45% las emisiones de gases que causan efecto invernadero. Ref. <http://www.noticias.com/articulo/30-05-2005/nuria-pelaez-rodriguez/europa-apuesta-hidrogeno-como-combustible-futuro-4hjq.html>. Nuria Peláez Rodríguez. Europa apuesta por el hidrógeno como combustible del futuro. 30/05/2005 Rev. 02/11/05.



transporte. Japón planea invertir cuatro mil millones para el 2020 en esta materia,<sup>19</sup> mediante su Ministerio de Economía apuesta junto con una asociación de Showa Shell - Royal Dutch Shell a un programa piloto de estaciones a base de hidrógeno líquido a vehículos prototipo.

Los costos, sin embargo, aun son exorbitantes, sólo poner surtidores de hidrógeno en 30% de las estaciones de servicio de la Unión Europea costaría entre 100 mil y 200 mil millones de euros.<sup>20</sup> Pero hay que recordar que ninguna tecnología es barata en un principio. Se habla que el gasto estadounidense en el sector hidrógeno es cinco o seis veces superior al de la Unión Europea<sup>21</sup>, aseveración sin duda errónea, simplemente hay que ver los gastos destinados para ITER dónde el 40% del costo total es europeo, pero a nivel interno Estados Unidos si apuesta por el doble que Europa, Bush ha destinado 1.2 mil millones<sup>22</sup> de dólares en materia de investigación interna, pero cada país europeo tiene un presupuesto propio para desarrollar en su país este energético, lo que equipara cifras. Simplemente Alemania o Inglaterra destinan un presupuesto extra a lo que se da dentro de EURATOM (Comunidad Europea de Energía Atómica).

### 2.1.3 EL FUTURO DE LA TECNOLOGÍA Y LOS AUTOS HÍBRIDOS

La importancia de mencionar a los autos dentro del rubro del hidrógeno, es que estos representan el primer salto industrial y la vanguardia en cuanto al cambio de binomio auto-gasolina, pues lo que se busca es la sustitución por el binomio auto-celda de hidrógeno. El auto transporte, por ejemplo, representa en México el 44%<sup>23</sup> del consumo energético total y el mundo gira bajo la misma tónica. Es por eso que los avances en la industria automotiva han marcado la pauta de la necesidad de un cambio energético, primero debido a que se sabe de la carestía del petróleo en los próximos años, de la inviabilidad del gas natural como sustituto a

---

<sup>19</sup> <http://www.tierramerica.net/2001/0805/noticias1.shtml> y [http://www.tendencias21.net/index.php3?action=page&%20id\\_art=27655](http://www.tendencias21.net/index.php3?action=page&%20id_art=27655). *op cit.*

<sup>20</sup> M<sup>a</sup> José García. *La economía del hidrógeno. La carrera ha comenzado.* (06/08/2003) <http://winred.com/EP/articulos/n/a1887.html>

<sup>21</sup> *ibidem.*

<sup>22</sup> Según el Departamento de energía, Estados Unidos importa hasta 2004 el 55% del petróleo que consume y podría llegar a un 68% al 2025.

<sup>23</sup> Según datos del Programa Universitario de Energía de la UNAM

largo plazo y a que el hidrógeno ha mostrado avances considerables en la última década. Es por eso que ver los cambios y avances en cuanto a viabilidad representan una prueba práctica de que el hidrógeno no es sólo una hipótesis sino una realidad, y la industria automotriz está a la vanguardia.

Los automóviles consumen 1/3 del consumo total del petróleo<sup>24</sup> y son a su vez quienes han dado los primeros pasos sobre la tecnología híbrida<sup>25</sup> y su aplicación práctica ya se empiezan a plantear en el mundo. En México se proyecta solamente según investigaciones del Instituto Politécnico Nacional que el uso de autobuses híbridos que generen electricidad consumiendo hidrógeno y oxígeno vía celdas eléctricas serán una opción viable para México pues decrecería en los índices de contaminación.<sup>26</sup> Esta opción es viable sin embargo México no cuenta con la tecnología para producirlos por si mismo, tendría que recurrir a armadoras y empresas como Mercedes Benz o Mitsubishi que también produce camiones y automóviles con esa tecnología.

Daimler Benz espera en el 2006 sacar el primer auto con células energéticas solar/hidrógeno/eléctricas.<sup>27</sup> Esto plantea que el futuro del hidrógeno es realidad, se proyecta que para el 2010 automóviles de este tipo serán de lo mas atractivo para el consumidor mundial. Por su parte BMW ya presentó el 750hL en el que el hidrógeno sustituye a la gasolina como combustible, eliminando la batería y el alternador como fuente de energía teniendo una autonomía de 350 kilómetros. BMW ha trabajado desde hace 20 años con la manipulación<sup>28</sup> del hidrógeno en sus automóviles, y demostró en el *Clean Energy World Tour* de 2002 que sus

---

<sup>24</sup> Jeremy Rifkin. La economía del hidrógeno. p 85.

<sup>25</sup> Un auto híbrido es aquel que combina un motor de combustible tradicional con uno eléctrico. La tecnología híbrida le permite a un auto operar con altos niveles de eficiencia en consumo de combustible y baja emisión de monóxido de carbono. Su motor de arranque combina un motor eléctrico y uno convencional a gasolina. No necesariamente puede ser eléctrico, los autos híbridos pueden combinar dos o tres tipos de motores proveedores.

<sup>26</sup> María Elena López Segura en "Con hidrógeno, mejor calidad de aire", en Diario Monitor p 11B.

<sup>27</sup> Kaku, *op.cit.* p. 377.

<sup>28</sup> <http://www.ingemac.net/firms.com/noticia3.2.htm>. INGEMAC es la consultora colombiana de Ingeniería y Gestión en Medio Ambiente. *El hidrógeno como combustible*.

autos tienen una autonomía de 170 km.<sup>29</sup> Alemania apuesta con esto a tener en el mediano plazo (cinco a 10 años) dos estaciones de hidrógeno.

Europa con las alemanas Volkswagen y Mercedes Benz y Japón con Toyota y Honda están a la vanguardia en el desarrollo e investigación de automóviles, el hidrógeno aún parece estar lejos, pero el desarrollo de autos híbridos (gasolina / eléctrico) ya está trayendo consigo que este elemento se incorpore a sus modelos pues sus características son muy atractivas.

General Motors precursor de la expresión “economía del hidrógeno” presentó en la feria del Automóvil de Paris un modelo propulsado por hidrógeno, y hablando dentro del mismo programa conjunto de cooperación, este auto fue ensamblado en Europa, su nombre es *Hy-Wyre* funciona con un sistema de almacenamiento de hidrógeno, una pila de combustible y un motor eléctrico que impulsa al automóvil, donde la pila de combustible tiene una duración de 20 años, este automóvil, como serán el resto de los autos no importando la marca funcionarán sin volante clásico, pedales, freno ni acelerador. El cambio tecnológico será evidente, en el caso de esta tecnología que recibirá el nombre de *drive-by -wire*<sup>30</sup>. El otro prototipo de GM es el demostrado en 2002 durante la Exposición Norteamericana Internacional de Automóviles, cuyo nombre es “Autonomy,” bajo el mismo sistema del *Hy-Wyre*. El objetivo es vender para el 2010 un millón de automóviles con esta tecnología. Opel, de la misma General Motors pero para Europa ya presentó también el Zafira Hydrogen 1 como modelo prototipo o auto concepto como se denomina actualmente.

Bill Ford nieto de Henry Ford y presidente de Ford Motor Company ha mencionado que las pilas de hidrógeno terminarán con los 100 años del motor de combustión,<sup>31</sup> prueba de ello es su prototipo Focus FCV cuyo objetivo es comercializarlo en el 2010, aunque más recientes

---

<sup>29</sup> <http://miquiztli.cie.unam.mx/smh2ac/boletin/Reporte%20Taller%20de%20Hidrogeno%20SMH.pdf> o [http://www.tendencias21.net/index.php3?action=page&id\\_art=27655](http://www.tendencias21.net/index.php3?action=page&id_art=27655). Comienza la transición energética hacia la economía del hidrógeno. Madrid ya dispone de los primeros autobuses impulsados por esta energía e Islandia acaba de inaugurar su primera estación de este combustible limpio

<sup>30</sup> Jeremy Rifkin, en “Cuando muera el petróleo” publicado en Clarín.

<sup>31</sup> Jeremy Rifkin, Artículo sobre *La economía del hidrógeno* en <http://winred.com/EP/articulos/n/a1887.html>. *op cit*.

declaraciones hablan de 2006 como fecha. Este automóvil funciona con una pila de combustible con dos depósitos de hidrógeno gaseoso. La energía alimenta un motor de 109 caballos de fuerza. Los inconvenientes es que es 400 kilogramos más pesado que su equivalente normal. El objetivo es cumplir con la norma más ecológica impuesta a los automóviles llamada Tier2-Bin2.

Ford y Daimler Chrysler están invirtiendo más de dos mil millones de dólares en el desarrollo de motores a base de hidrógeno<sup>32</sup> y el gobierno de los Estados Unidos por medio de su Secretario de Energía Spencer Abraham lanzó el programa en el año 2000, denominado *FreedomCAR* junto con empresas como Ford y General Motors para la investigación y desarrollo de alta tecnología de celdas de combustible (*fuel cells*) para que los autos sean propulsados al 100% por hidrógeno

El europeo Fiat tiene un modelo que funciona diferente a los dos anteriores, es el Elettra H2 Fuel Cell, este funciona con un motor eléctrico trifásico de corriente alterna, alimentado por la electricidad del bloque de baterías que se encuentran detrás del automóvil y una pila productora de hidrógeno. El hidrógeno es acumulado en seis compartimentos de nueve litros lo importante es la autonomía que tiene pues sólo se deben de llenar éstas eliminando la necesidad de recargar la batería, el tiempo de carga se reduce de cuatro horas a diez minutos.<sup>33</sup>

Europa en esta materia ya propone un proyecto práctico junto con la marca alemana Mercedes Benz, el modelo de Mercedes es el Citaro, son 33 autobuses que ya salieron en 2003 y es un plan piloto de la Comisión Europea para mostrar la viabilidad de transporte. Este transporte se usa ya en las ciudades de Amsterdam, Barcelona, Hamburgo, Londres, Luxemburgo, Madrid,

---

<sup>32</sup> <http://www.ramonsantos.com/rifkin.html>. Jeremy Rifkin. *Cuando muera el petróleo*. publicado en Clarín Extraído de "Gente Alternativa".

<sup>33</sup> [Http://www.ingemac.net/firms.com/noticia3.2.htm](http://www.ingemac.net/firms.com/noticia3.2.htm). Manuel Doménech. Hidrógeno: La Única Alternativa Válida Al Petróleo. *Sólo La Energía Solar Es Capaz De Producir, De Forma Limpia, Hidrógeno, Un Combustible Inagotable Que No Contamina*.

Oporto, Rejkjavic, Estocolmo y Stuttgart. El camión Mercedes-Benz Citaro, de doce metros de longitud, tiene una autonomía de 200 kilómetros y una capacidad de transporte hasta de 70 pasajeros. Tanto la unidad de pilas de combustible, como las bombas con el hidrógeno comprimido, van instaladas en el techo. La velocidad máxima que pueden desarrollar estos camiones es de 80 km/h.<sup>34</sup> El costo es de 1.2 millones de euros por unidad, superando en 3 o 4 veces el costo de un autobús ordinario. En el momento en que se produzcan masivamente su precio descenderá.<sup>35</sup>

Hasta hoy como se puede ver en los prototipos de las marcas, lo más viable y práctico dentro del uso del hidrógeno, son las pilas que se combinan con el oxígeno del aire para producir agua y corriente eléctrica.

El programa europeo CUTE (Clean Urban Transport for Europe) busca que el transporte urbano de ciudades europeas sea impulsado por esta tecnología,<sup>36</sup> y aunque este modelo o diseño no es el único que se emplea en automóviles si es hasta hoy de los más viables.

Daimler-Chrysler<sup>37</sup> podría decirse que se encuentra a la vanguardia, debido a sus *joint ventures* primero que nada con BP en el caso de las celdas de hidrógeno<sup>38</sup> como la ingeniería y el “Motor del futuro” como lo ha mencionado la misma empresa. Hoy el prototipo de hidrógeno de Daimler denominado Clase A ahorra 40 % más energía que un automóvil normal y promete llegar hasta un 50%. Los inconvenientes es que al menos en este prototipo la autonomía aún

---

<sup>34</sup> <http://miquiztli.cie.unam.mx/smh2ac/boletin/Reporte%20Taller%20de%20Hidrogeno%20SMH.pdf>

<sup>35</sup> <http://www.mural.com/ciencia/articulo/357749/> Claudia Macedo, Grupo Reforma “Aprovecha Suecia energía del hidrógeno” 11 de marzo 2004.

<sup>36</sup> [http://www.urjc.es/z\\_files/ag\\_fund/ag03/curso\\_tecnologia.html](http://www.urjc.es/z_files/ag_fund/ag03/curso_tecnologia.html) Director: Guillermo Calleja Pardo Catedrático de Ingeniería Química. URJC Secretario: Juan Ángel Botas Echevarría Profesor Titular de Ingeniería Química. URJC

<sup>37</sup> Todos los datos proporcionados son por parte de la empresa Daimler-Chrysler a nombre del Dr. Herbert Kohler, Vicepresidente de Innovación Tecnológica y encargado en jefe de Medio Ambiente

<sup>38</sup> La celda de combustible de hidrógeno trabaja mediante un proceso denominado combustión fría en el cual el hidrógeno reacciona con el oxígeno atmosférico para formar agua, éste es un proceso químico controlado que genera electricidad.

La energía combinada químicamente con el hidrógeno se convierte directamente en energía eléctrica, aprovechando de mejor manera la energía que un motor de combustión interna.

es de 150 km, máximo 200, es un automóvil aún muy caro debido a que se ensambla con materiales como el platino<sup>39</sup> (escaso y muy caro).

Por otro lado los avances ya evidentes es la reducción de su peso, las dimensiones son las de un auto común, el auto funciona de igual manera, el sistema al accionar la llave puede arrancarse en dos segundos y en 30 esta listo para acelerar sin ningún problema.

Daimler-Chrysler reconoce los avances y las limitantes como es la cuestión de infraestructura, sin embargo ya ha instalado sus estaciones de servicio de prueba en lugares como China, Japón, Singapur y Alemania y la industria automotriz cree en general que en diez años la celda será comercializable y por lo tanto se venderán autos con esta tecnología. El proyecto CUTE antes mencionado ha mostrado excelentes avances con sus 33 vehículos Citaro en las más de diez ciudades europeas lo que coloca a Chrysler con el resto de sus autos prototipo en todo el mundo como el productor de vehículos de hidrógeno “número uno” pues tiene alrededor de 100 en su fase experimental o “*market penetration*” como ellos mismos lo mencionan. Como el resto de las armadoras de automóviles planean la fase “*Fit for daily use*” para el 2007, “*Ramp up*” para 2010 y finalmente su comercialización en un futuro de no mas de 10 años. El futuro del hidrógeno es una realidad de no ser así esta industria dejaría de invertir en un producto del cual creen será la base económica del mundo.

## 2.2 EL MEGAPROYECTO ITER

ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*) es el reto más grande para la humanidad, se presenta como un proyecto tan importante como La Estación Espacial

---

<sup>39</sup> Daimler Chrysler ha logrado de 1994 al 2004 reducir el uso del platino en un 90%, reduciéndose a un 10% y de este lo que busca es reducir en 10 años otro 90% de ese 10% para hacerlo en un precio comparable a un automóvil normal.

Internacional. En cuestión a la sede<sup>40</sup>, tras negociaciones bloqueadas por casi dos años debido a su disputa, el 28 de junio de 2005 el peso de la Unión Europea logró establecer en Cadarache, Francia al reactor ITER<sup>41</sup>, lo que refuerza la supremacía europea en el proyecto tras haberse descartado Rokkasho Mura en Japón (que era la segunda opción y apoyada por Estados Unidos<sup>42</sup>), Clarington, Ontario en Canadá y Vandellós en España.

Estos dos últimos candidatos optaban por ser sedes, la Unión Europea dio la espalda a España que a pesar de esto siguió promoviendo su sede de manera unilateral y Canadá tras haber sido descartada su propuesta argumentando problemas de logística y facilidades, decidió abandonar el proyecto de manera sorpresiva, sin embargo, se han incorporado Corea del Sur y China, esta última analizando su incremento en el uso de petróleo debido al crecimiento de su economía.

ITER es la realidad más cercana a la producción de esta energía. Creado en 1990, el costo del proyecto<sup>43</sup> será de 3500<sup>44</sup> a 4570<sup>45</sup> millones de euros<sup>46</sup> con un gasto anual de 610 millones de euros<sup>47</sup> y un costo total de 10 300 millones de euros y es el intento más ambicioso por obtener el proceso denominado fusión nuclear.

---

<sup>40</sup> El emplazamiento y desarrollo de ITER mientras tanto tiene sedes provisionales de trabajo que son Naka en Japón y Garching, Alemania, cuyo objetivo a su vez es el trabajo en el diseño final de ITER.

<sup>41</sup> La designación de Cadarache supone que España albergará, en Barcelona, la sede de la Agencia Europea de Fusión, organismo encargado de controlar todos los contratos para la construcción, la aportación industrial y el desarrollo de la I+D del proyecto, para lo que gestionaría más de 2.000 millones de euros. Además, podría nombrar a uno de los dos directores europeos del proyecto, según el acuerdo alcanzado en noviembre de 2003, cuando se retiró la candidatura de Vandellós para ITER.

<sup>42</sup> Esto ante la negativa al apoyo de la guerra contra Irak, EU ha buscado la sede japonesa y evitar que Francia sea sede del proyecto, a lo que el país gallo ha mencionado junto con Bruselas sede de la UE que pueden llevar a cabo ITER Sin los Estados Unidos y Japón, es decir un proyecto puramente europeo.

<sup>43</sup> Los costes de construcción del reactor experimental de fusión termonuclear se estiman en 4.570 millones de euros en 10 años, mientras que los costes operativos durante los veinte años de vida del proyecto alcanzarán una cifra similar. Ello significa que el presupuesto total a lo largo de 30 años es de 10.000 millones de euros. La Unión Europea y Francia contribuirán con el 50% del total, mientras que las otras 5 partes pagarán cada una un 10%.

<sup>44</sup> La anterior salida de Estados Unidos al proyecto, hizo que este redujera su costo en casi la mitad, sin embargo su incorporación podría traer consigo mayor inversión. Más información en <http://www-fusion.ciemat.es/fusion/TJII/Prensa.html>. Juan Tena. El Ciemat emprende un programa de reforma de sus instalaciones, que durará seis años y costará 5.000 millones de pesetas.

<sup>45</sup> Francia comunicó a sus socios europeos que de quedar la sede del proyecto en su país, aumentaría su contribución al proyecto de 475 a 914 millones de euros, un 20 por ciento del coste total. El ITER es el segundo gran proyecto en importancia a nivel internacional después de la Estación Espacial Internacional. Fuente: <http://girona.feslateva.com/noticia/internacional/91115/12200.html> Europa Press. Cumbre UE.- *Los Veinticinco piden un acuerdo internacional antes de julio para que la sede del ITER se fije en Europa.* 25 de marzo de 2005. 20 jun 05 1:37 pm

<sup>46</sup> Michael Grafton, Muy Interesante, p 19.

<sup>47</sup> <http://www.iter.es/>. Juan Tena.

El experimento no es nuevo, más de 50 años ha tomado para llegar a lo que se conoce hoy como el proyecto ITER, y otros 50 años tomará para que el proyecto cubra con su objetivo. Lograr este reto sería un parte aguas en la historia de la humanidad, cuya simple construcción y desarrollo tomará 10 años, es decir aproximadamente para el 2015 estará completamente terminado.

El imán que funcionará en el proyecto pesará 925 toneladas, y formará parte de un sistema magnético completo de 10 mil toneladas<sup>48</sup> que formará en su centro una inmensa olla metálica que será el centro dónde se buscará obtener el plasma energético (hidrógeno).

El proyecto es muy propositivo y ambicioso, las potencias, los países más poderosos conformados por la Unión Europea, Rusia, Japón, China, Corea del Sur, y el reingreso de los Estados Unidos, se han unido en esta misión, pero uno de los límites, es que hasta hoy no se ha podido construir una máquina que sea capaz de llegar a esa fusión con temperaturas superiores a 100 millones de grados y mantenerlo caliente el tiempo suficiente como para producir cantidades importantes de energía utilizable.<sup>49</sup>

Sólo dos máquinas o prototipos realizados previamente han demostrado que si es viable tener la tecnología con el tiempo, el proyecto JET (*Joint European Torus*) con sede en Inglaterra y antecesor de ITER ya logró en 1997 convertir el plasma en energía pudiendo dar electricidad a una gran ciudad, esto mediante la máquina rusa Tokamak, sin embargo en este caso la energía usada fue superior a la obtenida a nivel termodinámico, (16 Mw contra 23 Mw), con esto lo que se quiere decir es que sí es posible pero hasta hoy no es viable ni económicamente ni tecnológicamente..

Los objetivos que se buscan de manera conjunta tienen un mismo fin, proveer al mundo de energía, lo que sin duda pasaría a ser la tercera revolución más importante en la historia de la

---

<sup>48</sup> Europa Press, "Nuevo paso hacia la fusión nuclear" Energía, 2 de octubre de 2002

<sup>49</sup> Muy Interesante, *ibidem*.



humanidad, la Revolución del hidrógeno sería tan importante como lo fueron anteriormente la Revolución Neolítica y la Revolución Industrial<sup>50</sup>(sin dejar de un lado el paso de la Revolución Informática que parece vivirse actualmente), que sin duda son etapas que han modificado la historia de la humanidad. ITER se presenta como el proyecto base para el cambio no por el hecho de encontrar un nuevo energético, sino por las perspectivas que este energético maneja, por el gasto y por las expectativas que se tienen hacia este.

En resumen, ITER presenta actualmente las siguientes características y retos a corto y mediano plazo:

- ITER es un proyecto de constante construcción, se habla de su funcionamiento normal hasta el 2018, pero el interés es tal que se ha hablado incluso de reducir tiempos; actualmente una vez escogida Cadarache en 2005 como sede del proyecto, se busca que en máximo en diez años comiencen los ensayos sobre fusión con hidrógeno.
- El objetivo inmediato se vuelve entonces en lograr redituabilidad<sup>51</sup> en el experimento ITER, es decir que la energía obtenida sea mayor que la empleada, con ello lograr que el plasma se logre calentar a la temperatura deseada.
- Por el momento la investigación para la creación de centrales mas grandes y de prototipos magnéticos que soporten el bombardeo del proceso de la fusión nuclear son prioritarios en los objetivos a corto plazo de ITER; siguiendo con los modelos antes

---

<sup>50</sup> Según el profesor Alejandro Salgó además de otros especialistas, estas dos han sido las grandes revoluciones que han cambiado la historia de la humanidad. "La Revolución Industrial es el cambio más fundamental de la vida humana en el transcurso de la historia universal, es la ruptura con todo el pasado y el inicio de una nueva época, la cual no se ha desarrollado ni paulatina ni organizadamente, sino que comenzó como una revolución, tiene una relación proporcional con el crecimiento económico, con el *boom* de la productividad. La Revolución Industrial transformó y ha transformado la vida humana más que ninguna otra cosa desde el descubrimiento del fuego. Esta Revolución tiene una incidencia en campos como la ciencia y la tecnología, el poder militar, la "revolución móvil" o del transporte, y la explosión demográfica." Ekkehart Krippendorff El sistema internacional como historia: Introducción a las Relaciones Internacionales p 9-22.

<sup>51</sup> ITER tendría un impacto mínimo sobre el medioambiente, ya que no genera (e)misiones de CO<sub>2</sub>. Las operaciones diarias de una central de fusión no requieren el transporte de materiales radioactivos. Los reactores serían más seguros y se podrían diseñar de forma que cualquier accidente no requeriría la evacuación de la población local.

mencionados y con pruebas que realizan principalmente los institutos de investigación tanto en Estados Unidos como en Europa

La operatividad de ITER<sup>52</sup> traerá sus primeros resultados reales en unos 20 años (dentro de esos 50 de investigación, es decir 2025) , así muchos expertos han mencionado que no se sabe si sea la solución para encontrar el nuevo energético, pero es la mayor apuesta que conjunta a los países con mayor desarrollo tecnológico por un objetivo común.

### 2.2.1 RETOS Y FUTURO DE ITER

El primero será mostrar la viabilidad de producción de la fusión, cosa que parece estar comprobada con el logro anteriormente citado del Tokamak. ITER tendrá que demostrar con nuevos proyectos y diseños que el plasma que se obtiene se puede aislar de manera satisfactoria y que el resultado de mayor obtención de energía residual que energía empleada para el proceso.

ITER deberá encontrar materiales lo suficientemente fuertes para resistir las altas temperaturas y que a la vez sean excelentes conductores energéticos pues es necesario crear un campo magnético 10, 000 veces mayor al campo magnético de la tierra.

Buscará lograr que en un tiempo de 10 minutos, la energía sea 10 veces más de la que se usó. Producir 500 Mw a partir de 50 y no de 23 a 16 Mw como ocurrió con Tokamak.

ITER deberá convertirse en el prototipo de la primer planta de fusión energética y lo más importante, encontrar el modelo adecuado que permita conjuntar todas las cuestiones

---

<sup>52</sup> La reacción negativa a la designación de Cadarache como sede del ITER vino del grupo de los Verdes en el Parlamento Europeo, que calificó de "despilfarro" la inversión comunitaria en este proyecto porque "quema" todo el presupuesto para energía. "Iter no proveerá con un sólo kilovatio al menos hasta el año 2050 y sin embargo los contribuyentes tendrán que pagar por esta locura hasta esa fecha", dijo el eurodiputado valenciano David Hammerstein.

anteriores, soportar altas temperaturas, aislar el plasma y lograr que en el proceso de fusión las partículas tritio y deuterio en la fricción logren expulsar la mayor cantidad de energía.

Acorde con una tabla realizada por físicos del Laboratorio de Plasma de Princeton, estas serán las etapas de fusión y de ITER.<sup>53</sup>

2010	Creación del planta ITER de fusión de 1000 Mw.
2025	Demostración de una planta de energía de fusión.
2035	Primera planta de energía de fusión comercial
2050	Uso generalizado de plantas de fusión comerciales.

Este prototipo y los resultados que se esperan obtener parecen ser muy positivos, y no porque la comunidad científica y empresarial lo esperen, sino porque comienzan y ya se han dado resultados a corto plazo de lo que puede representar este energético y de las esperanzas que se tienen.

Por lo anterior, resulta difícil y ambicioso hablar de un proyecto que ni siquiera concluye su construcción y sus primeras etapas. La investigación por otro lado esta siendo constante y la cooperación en materia de investigación energética y de inversión al proyecto por parte de los Estados miembros permite decir que el proyecto tiene tres fases hipotéticas.<sup>54</sup>

---

<sup>53</sup> Tabla proporcionada por el Libro *Visiones* de Michio Kaku p. 370.

<sup>54</sup> Los procesos son 3, corto, mediano y largo plazo. El primer proceso es la construcción del proyecto y la cristalización de este. En este proceso tendrán que lograr la estabilidad del combustible, mantener el plasma estable durante un tiempo suficiente, algo que no han logrado ni Tokamak ni la fusión láser. El segundo reto es encontrar el mecanismo y el material que soporte las altas temperaturas. Hasta hoy el acero no ha demostrado poder con esta cantidad de calor, pero las nuevas investigaciones arrojan al vanadio<sup>54</sup> como posible material para la construcción de esta gran olla.

El requisito exacto de la fusión, recibe el criterio de Lawson, dice que una reacción de fusión auto sostenida tendrá lugar cuando el producto de la densidad de sus partículas multiplicado por el tiempo de confinamiento supere los 1014 segundos por centímetro cúbico.

El resultado final es que sea económicamente viable y que el resultado de la fusión otorgue mayor energía procesada que empleada.

Una vez llevada esta a cabo se entra en materia de política y de poder, el cambio geopolítico que tendría la explotación, la división de territorios a los cuáles se les surtirá energía, si los Estados buscarán seguir de manera conjunta en el trabajo de este proceso, ¿cómo harán para que la economía del petróleo no caiga afectando la economía mundial de los países como México, Venezuela y el resto de los países de la OPEP.

Los resultados de una polarización de recursos y el control del *know how* podrá derivar en una crisis, pues los productos se harán sólo para el consumo vía energía de fusión, las industrias funcionarán con este elemento, se crearán medidas ecológicas por parte de los países poderosos para evitar y reducir el uso del petróleo aumentando la dependencia, la autonomía de los países hoy ya invadida pasará a ser parte de la estrategia de los países que sean dueños del energético.

La inversión a largo plazo de ITER será de miles de millones de dólares y pues la búsqueda de mercados que explotar tienen que comenzar por reducir las funciones operativas del viejo energético "negro". El petróleo no desaparecerá porque existen productos que solo se pueden hacer en base a este producto, aceites, plásticos, medicinas, su potencial se reducirá simplemente, pasará de ser el mayor proveedor energético del mundo, a un recurso secundario con un valor depreciado.

## 2.2.2. CRÍTICAS A LA VIABILIDAD DEL PROYECTO

ITER, y el desarrollo de este proyecto también presentan críticas en su viabilidad y el cumplimiento de objetivos. A continuación se presentan las principales discrepancias con respecto al hidrógeno.<sup>55</sup>

1.- Los costos estimados del proyecto ITER son enormes, de dos a cuatro veces el importe de un reactor nuclear de fisión supergenerador y entre cuatro y ocho veces la inversión en un reactor nuclear de fisión de potencia similar.

2.- La tecnología se halla en un estado de desarrollo aún embrionario y quizás nunca se pueda desarrollar por completo.

3.- Si alguna vez la fusión nuclear consigue suministrar electricidad, nunca será antes de 75 o 100 años.

4.- No es una tecnología versátil. Solo sirve para producir electricidad y vapor.

5.- La producción neta de electricidad es aún desconocida, probablemente será baja o moderada.

6.- La posibilidad de múltiples pequeños accidentes es muy superior incluso a la que presentan los reactores nucleares de fisión.

7.- La fusión nuclear produce residuos radiactivos que deberán almacenarse en condiciones seguras entre 100 y varios miles de años, dependiendo de los materiales que se empleen en la construcción del reactor.

---

<sup>55</sup> Un informe de la oficina española del World Information Service on Energy / Nuclear Information and Resource Service (WISE/NIRS)

8.- Compromete a las futuras generaciones a una tarea de almacenar en condiciones de seguridad y durante enormes periodos de tiempo esos residuos radiactivos, incluso si la tecnología de fusión se abandona.

9.- La tecnología puede estar hipotecada a los recursos disponibles de helio para refrigerar los magnetos y de vanadio u otras aleaciones metálicas necesarias para las paredes del reactor.

10.- Requiere enormes cantidades de agua de refrigeración, que posteriormente se emitirá al mar o a los ríos y lagos a mayor temperatura, afectando los ecosistemas locales.

11.- Emitirá tritio radiactivo a no ser que se desarrollen mecanismos y métodos de control extremadamente estrictos.

12.- La fusión nuclear requiere la producción de tritio que puede emplearse en la fabricación de bombas atómicas de hidrógeno. La fusión nuclear facilita la proliferación de armamento nuclear.

13.- Posibilidad de desastres de gran magnitud. Aunque su probabilidad es menor que en el campo de los reactores nucleares de fisión, una combinación de fallos mecánicos y errores humanos, un sabotaje o accidentes en el transporte de combustible pueden causar una emisión catastrófica de materiales radiactivos al medio ambiente.<sup>56</sup>

Esta serie de críticas ya han sido mencionadas en muchas ocasiones, y al parecer la comunidad científica conoce de los problemas, en cuanto a la radiación y a la emisión de contaminantes lo que se busca es aislarlos o encapsularlos, pero se sabe que los residuos son mínimos y las afecciones al ecosistema no son agresivas. En segundo término los 75 o 100 años parecen demasiado deterministas, cuando los gobiernos y los investigadores contemplan alrededor de 50 años, además la viabilidad se puede demostrar con los desarrollos visibles que

---

ya están ocurriendo, los autobuses a base de hidrógeno que ya circulan en más de 10 ciudades europeas, las estaciones en base a hidrógeno como la de Islandia, la investigación de las empresas automovilísticas y la producción de autos prototipos son ejemplos que demuestran sustentabilidad como se verá mas tarde, además de que el hidrógeno es un combustible sumamente silencioso y por tanto más ecológico. Las condiciones de almacenamiento son similares a los del petróleo acorde con los expertos y los efectos al estilo Chernobil o de seguridad y peligro son descartados por los mismos gobiernos de los Estados Unidos, Europa y los miembros de ITER.

Los riesgos y las críticas no tienen una base más que teórica que sostengan que el hidrógeno puede tener altos riesgos, pero ningún experimento práctico tanto dentro como fuera de ITER ha tenido efectos secundarios considerados de riesgo.

Otra crítica es la propuesta del Instituto Tecnológico de California, quien ha publicado por su parte que los daños a la capa de ozono provocados por la liberación de entre 60 y 120 millones de toneladas de hidrógeno, multiplicaría por ocho las cantidades actuales liberadas.<sup>57</sup> Esta teoría en general ha sido desechada pues se contempla que el hidrógeno no contamina y no daña la capa de ozono, además lo que se busca es que esa cantidad residual sea secuestrada (proyecto en el que BP ya esta trabajando con resultados positivos), extrayendo el hidrógeno en su mayoría del gas natural, pues como el mismo Tracey Tromp<sup>58</sup> ha declarado, "Tenemos una oportunidad sin precedentes de comprender lo que haremos antes de cambiar a la nueva tecnología, no como en el caso del motor de combustión, en el que comprendimos los efectos del dióxido de carbono liberado muchas décadas después".<sup>59</sup>

---

<sup>57</sup> <http://www.rebellion.org/ecologia/030619ariza.htm> L.M. Ariza *La energía basada en el hidrógeno puede dañar la capa de ozono, según expertos de Estados Unidos.*

<sup>58</sup> Profesor del Instituto Tecnológico de California.

<sup>59</sup> Ariza. *op.cit.*

Por su parte el investigador Jean Marc Jancovici crítica la viabilidad del hidrógeno y por tanto las tesis de Jeremy Rifkin<sup>60</sup>(presidente y fundador de “Foundation on Economic Trends”, y una de las 150 personas mas influyentes en la planificación de las políticas estadounidenses) bajo la misma línea de las emisiones desmesuradas de CO2, el menciona que “para utilizar hidrógeno en la tierra, es indispensable producir este gas “limpio” a partir de otra cosa (que muy bien puede ser algo nada limpio), lo que reduce el hidrógeno a un vector energético común y corriente como la electricidad. Las evaluaciones hechas hasta la fecha (según el Instituto Francés de Petróleo y la Asociación Francesa del Hidrógeno) indican que si este hidrógeno se produce a partir de gas natural por *cracking*, como es actualmente el caso, las emisiones de CO2 provocadas por este procedimiento hacen que la solución sea peor para el clima que la combustión directa de la gasolina en un coche. Jancovic considera que las expectativas sobre el hidrógeno están en este momento sobrevaluadas. La obtención de hidrógeno a partir del gas natural por *cracking*, procedimiento que abarca al 50% de la producción mundial, es más contaminante que la combustión directa de gasolina en los coches (como ya se ha citado con anterioridad).<sup>61</sup>

Todas las críticas a ITER y a la viabilidad del hidrógeno son promulgadas por institutos serios, pero ni en Estados Unidos que se ha mostrado renuente a un cambio lo ha desacreditado por contaminación. La única realidad y nadie lo niega es que tecnológicamente hoy no es costeable y por tanto no es comerciable, pero el hidrógeno parece pasar todas las pruebas requeridas para sustituir al petróleo en un futuro, (refiriéndose a su capacidad de producción masiva, potencial energético, autonomía energética, relación costo de infraestructura, ahorro energético, potencial energético y reducción de emisiones) .

---

<sup>60</sup> Jeremy Rifkin director de la Foundation on Economic Trends es un especialista en el caso de hidrógeno, publicó su libro “La economía del hidrógeno” y es asesor del presidente de la UE Romano Prodi en materia energética y especialista en biotecnología.

<sup>61</sup> [http://www.tendencias21.net/index.php3?action=page&%20id\\_art=27655](http://www.tendencias21.net/index.php3?action=page&%20id_art=27655) David Carrión. Comienza la transición energética hacia la economía del hidrógeno. Madrid ya dispone de los primeros autobuses impulsados por esta energía e Islandia acaba de inaugurar su primera estación de este combustible limpio.



Ya los grupos de investigación, empresas, los institutos de Europa y de Estados Unidos encargados en esta materia no niegan las emisiones de CO2 y como ya se ha mencionado en capítulos anteriores es posible encapsularlo, se han obtenido resultados y no parece ser tan catastrófico como lo presentan estas críticas. El desarrollo tecnológico resolverá este problema según Rifkin.

La asignatura pendiente del hidrógeno para competir contra el petróleo es el almacenamiento en alta densidad: siendo tan liviano, comprimirlo es impráctico, y licuarlo supone perder un 12 por ciento de su energía en la refrigeración necesaria (hay que llegar a 253 grados bajo cero).

62

Los costos de generación de energía son aún altos para las pilas de combustible, pero acorde con Rifkin la tecnología se encargará de hacerlo económico. Los inconvenientes acorde a la disponibilidad tecnológica son que el hidrógeno comprimido resta espacio a los pasajeros y los hace más pesados; Ford ha planteado que con un nuevo diseño se puede lograr distribuir el hidrógeno, de tal manera que se logre una autonomía de 610 kilómetros y se haga un automóvil menos pesado como se verá más adelante, actualmente “los fabricantes han intentado superar este obstáculo y GM ha presentado un turismo que puede funcionar sin repostar hasta 480 kilómetros, como un coche convencional.”<sup>63</sup>

---

<sup>62</sup> Daniel E. Arias. En el siglo XXI Argentina exportará viento. Diario Perfil. <http://www.elchenque.com.ar/eco/hidrog/temrelh/hidrogeno.htm>

<sup>63</sup> <http://www.noticias.com/articulo/30-05-2005/nuria-pelaez-rodriquez/europa-apuesta-hidrogeno-como-combustible-futuro-4hjq.html>. Nuria Peláez Rodríguez. Europa apuesta por el hidrógeno como combustible del futuro. 30/05/2005 Revisado 2 de Noviembre de 2005. 5:30 pm.

# CAPÍTULO III

## 3. LA COMPETENCIA ENERGÉTICA

### 3.1 EL HIDRÓGENO EN ESTADOS UNIDOS

Estados Unidos<sup>1</sup> es el mayor consumidor de energía del mundo como ya se ha mencionado, consume más que la Unión Europea junta, más que China que tiene aproximadamente siete veces más población que este país. Por lo tanto, si existe alguien verdaderamente preocupado por dejar de depender de los países petroleros, es este país. Las reservas probadas por los Estados Unidos para sostener crisis energéticas son sumamente cuestionables<sup>2</sup>, las reservas mundiales y los efectos que puedan tener la extracción en el planeta tampoco son comprobables.

En Estados Unidos el hidrógeno se ha convertido en algo mas serio y promisorio de lo que parece. Muchos expertos y petroleros de este país han descartado que se termine el petróleo como fuente primaria de energía, lo cierto es que los planteamientos de su gobierno demuestran , desesperación por encontrar un nuevo energético que sustituya la dependencia al petróleo sobre Medio Oriente y sus perspectivas de mayor consumo y dependencia agudizada en los últimos años, debido a que sus reservas son cuestionables y tema de debate. Lo cierto es que es una realidad que su incremento en el consumo de energéticos *per capita* y el temor de que se acaben traería consecuencias catastróficas. No sólo el incremento energético es por parte de Estados Unidos, India y China potencias nacientes siguen por el gran camino de consumir anualmente más por motivos productivos

---

<sup>1</sup> Acorde con el Departamento de energía de los Estados Unidos, este país consume 20 millones de barriles de petróleo al día con un costo de 2 mil millones de dólares a la semana.

<sup>2</sup> Según el informe del Grupo de Desarrollo de Energéticos, publicado en mayo de 2001, expresa la creciente preocupación del gobierno de Bush por la creciente dependencia de Estados Unidos de la energía importada. Los datos de la OCDE muestran que 30% de toda la energía que consumió Estados Unidos en 1999 fue importado. Fuente: Revista Foreign Affairs. Philippe Faucher y Martin Brulé. P231-232

e industriales, China ha incrementado en 20% su consumo y seguirá siendo constante<sup>3</sup>, lo que garantizará a su vez las predicciones a nivel mundial, incremento en el consumo petrolero e inflación de precios.

Independientemente de la explicación política y de intereses personales de George W. Bush sobre Irak, a nivel de Seguridad Nacional, Irak representa una “mina de oro” a mediano plazo mientras el hidrógeno no sea viable. Irak representa acorde a la OPEP el segundo proveedor de hidrocarburos solo detrás de Arabia Saudita (del cuál Estados Unidos es aliado), pues posee por si sólo 10% del petróleo mundial, así el control sobre los yacimientos y pozos petroleros de la zona la garantizaría una fuente alterna de explotación en un área explotable<sup>4</sup>, control que con el paso del tiempo y tras la invasión, parece ser una guerra fracasada. Estados Unidos sabe que Medio Oriente concentra el 60% de los recursos mundiales de petróleo y la dependencia de este país hacia los miembros de la OPEP se ha ido incrementando año con año, acorde con cifras del DE, para el 2001 aumentó de 53 a 70%. Estudios anteriores ya han demostrado el interés que existe. Esta posición de Estados Unidos y la desesperación por encontrar nuevos yacimientos a explotar, no hace que solo tenga como objetivo ir a Alaska a explotar este recurso que garantizaría diez mil millones de barriles que sólo cubriría por dos años sus necesidades energéticas,<sup>5</sup> por esto ya se plantea la solución del hidrógeno, en base al programa ITER, al que regresó después de su salida en 1998, debido a la capacidad tecnológica y la inmensidad del proyecto al que aporta un 10% con una cantidad de 500 millones de dólares. En 1997, el vicepresidente estadounidense Al Gore pidió a las Naciones Unidas un estudio

---

<sup>3</sup> El consumo eléctrico actual de China es tres veces el de 1990 y parecerá duplicarse en esta década. Fuente: Revista Foreign Affairs. “El gas es el próximo premio”. Daniel Yerginy Michael Stoppard. p 132.

<sup>4</sup> El costo de producción de un barril de petróleo es aproximadamente en Medio Oriente de 70 y 80 centavos de dólar.

<sup>5</sup> [http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/NotTecnicas/petrolfuener/futuro\\_petroleo.htm](http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/NotTecnicas/petrolfuener/futuro_petroleo.htm).

de fabricación de hidrógeno eólico en la Patagonia, a escala de planta de demostración, con una inversión de 100 millones de dólares.<sup>6</sup>

Además su desarrollo en investigación vía universidades, empresas, y a la búsqueda de talentos programas “*head hunter*” para acelerar este proceso. Estados Unidos cuenta con un programa de mil 500 millones de dólares en su Programa Nacional de Hidrógeno, es decir destina más a su desarrollo interno que al externo que esta copado con mayor poder europeo y por tanto a nivel de decisión.

Los programas en materia de hidrógeno por parte de Estados Unidos y de la misma administración Bush son muy ambiciosos a nivel interno. Spencer Abraham, Secretario de Energía plantea equilibrar el uso de energías fósiles junto con la energía limpia y eficiente.

Para el 2001 se plantearon varias iniciativas:

Freedom Car y Combustible de Hidrógeno. El objetivo primordial es perder esa dependencia sobre las importaciones de energía e hidrocarburos.

El proyecto tiene estas perspectivas:<sup>7</sup>

2005	Destinar 17 mil millones de dólares al proyecto de hidrógeno.
2015	Comercializar el uso de vehículos con pilas de combustible que funcionen a base de

<sup>6</sup> Daniel E. Arias. En el siglo XXI Argentina exportará viento. Diario Perfil, <http://www.elchenque.com.ar/eco/hidrog/temrelh/hidrogeno.htm>. *op cit*.

<sup>7</sup> Del informe de la Secretaría de Recursos Energéticos de Estados Unidos del plan 2001 “La Política Energética Nacional de Estados Unidos y la Seguridad Energética Mundial”

	hidrógeno de manera masiva, comenzar a producir hidrógeno y la infraestructura de este.
2020	Aparecen los vehículos propulsados por hidrógeno.
2040	El hidrógeno reemplaza 11 millones de barriles diarios en EU, lo que equivale a las importaciones actuales de petróleo de este país.

Estados Unidos tiene además pensado crear una planta denominada Future Gen, es un proyecto de 1000 millones de dólares que incluirá alta tecnología en la producción de electricidad, mediante hidrógeno y que buscará integrar la captación de emisiones de carbón para evitar la contaminación y usar este energético.

Además hoy en Estados Unidos la gente comienza a comprar automóviles mas chicos, por su economía en la cuestión de que los precios de la gasolina se han ido incrementando, repitiendo el patrón de los años 80, es decir esto no significa que no se regrese en un futuro al uso de autos más grandes; sin embargo actualmente la carencia del recurso y el incremento de precios esta haciendo que el gobierno de aquel país busque soluciones. Estados Unidos tiene planificado realizar una economía híbrida, no piensa dejar de un lado al petróleo, pero si tener una economía de 50% hidrocarburos, 50% hidrógeno, donde se vaya desplazando paulatinamente al petróleo. El plan de Estados Unidos maneja tiempos

de cinco años antes en conseguir y comercializar el hidrógeno con respecto al proyecto ITER.

Esto demuestra como la hasta hoy máxima potencia necesita de una fuente abastecedora segura, propia que lo mantendría en su *status quo* y que cambiaría por tanto la economía y el poder a un sistema unipolar total por un tiempo, si es que Estados Unidos poseyera el monopolio del desarrollo energético. Así Estados Unidos dejaría de tener intereses y dependencia tan fuerte sobre el área de Medio Oriente y articularía una economía en base a hidrógeno, toda tecnología sería propulsada a través de este energético en donde el único riesgo representaría la Unión Europea, Rusia, China y Corea, es decir los miembros de ITER que no tardarían mucho en llegar a la equidad tecnológica.

El segundo panorama es que ITER lo logre primero que Estados Unidos; el monopolio se perdería en cuanto al control, del energético, pero esto solo polarizaría las relaciones de dependencia entre Norte y Sur, pues países como México, Venezuela, miembros de la OPEP, verían sus intereses gravemente afectados ante un cambio de circunstancias, pues de volverse exportadores se convertirían en importadores. El petróleo no va a desaparecer, pero perderá la hegemonía y Estados Unidos establecería nuevos focos de dependencia incluso sobre zonas que no ha podido controlar. Solo así se pueden entender las estrategias y tácticas de Estados Unidos, comprar quizás y almacenar energéticos para evitar una crisis, pero a la vez tener en Medio Oriente como enclave para sustentar su consumo a mediano plazo y esperar que el hidrógeno sea un éxito acorde a sus predicciones y transformar los monopolios petroleros, en híbridos donde las condiciones de oferente y

demandante cambien, los precios del petróleo se desplumarían, pero el beneficio del descubrimiento de un nuevo recurso potencializará el ritmo económico mundial.

La salida de los Estados Unidos del proyecto ITER y su regreso hace unos años demuestra dos cuestiones. El primero es que ITER es realmente un proyecto redituable para todos los países que han ingresado a este, que el costo del proyecto y los objetivos prometen demasiado y que la fusión es una realidad. Estados Unidos se separó por intereses de potencia, de querer lograr un modelo propio lo antes posible, sin embargo parece ser que consideró que una carrera energética podría ver en riesgo su hegemonía, pues sería Estados Unidos contra el resto de las potencias europeas, Rusia, Japón y las incorporaciones de China y Corea que ciertamente representaban un riesgo, pues salir del proyecto y perder la oportunidad de alcanzar de manera conjunta al sustituto de petróleo no es conveniente y menos acorde a las circunstancias actuales.

Con todo esto se puede inferir que por eso Estados Unidos regresó, esto no ha frenado sin embargo que maneje un proyecto propio de trabajo a su estilo, incorporándole el ya tan citado sistema gobierno, investigadores y empresas. Estados Unidos gasta anualmente en investigación de fusión 370 millones de dólares, sin duda gran cantidad, pero Japón y Alemania destinan 40% más en esta materia<sup>8</sup>, lo cual determinaba un riesgo separarse de ITER, pues Europa y Japón apuestan todos los recursos disponibles a encontrar el nuevo energético. Estados Unidos busca entonces no dejar de un lado ITER, pero busca en su desarrollo interno.

---

<sup>8</sup> Kaku. *op.cit.*, p. 369.



Dentro de su plan existen un sin número de instituciones enfocadas a estas investigaciones; como el laboratorio de Física de Plasma de Princeton (que cree que las reservas de fusión proveerán al mundo de energía por alrededor de 10 millones de años<sup>9</sup> y es el encargado de hacer los análisis de estabilidad del plasma que es algo que se busca dentro del proceso de fusión), el Instituto Tecnológico de Massachussets que por su parte ha llevado a cabo el "Levited Dipole Experiment" con el mismo objetivo, producir energía de fusión.

Nueva York tiene el Centro de Fusión de Energía de Columbia que dispone de un anillo superconductor que busca controlar la energía del combustible y al mismo tiempo la estabilidad para lograr la fusión.

El Estado de California, cuenta con dos instituciones en la materia, The National Ignition Facility<sup>10</sup>), y la segunda institución enfocada a este estudio en este mismo estado es el Lawrence Livermore National Laboratory. De todos estos, y en específico de este último laboratorio, la información que se puede obtener sobre los resultados de experimentos o simplemente información, es casi nula, las medidas de seguridad son amplias y la zona incluso parecería estar apartada de la ciudad. La información es en si clasificada y de Seguridad Nacional.<sup>11</sup> Evidentemente la información otorgada por Estados Unidos es más reducida que la que brinda el proyecto ITER en su conjunto.

---

<sup>9</sup> Kaku, *op.cit.*, p. 367.

Se encarga de elevar la temperatura del combustible que posteriormente se convertirá en la fusión, mediante un bombardeo de rayos láser constante (este experimento mediante rayos láser es de los más caros y poco viables por análisis costo-beneficio. Todas las instituciones mencionadas forman parte de una cadena de desarrollo de información de manera conjunta pero descentralizada por lograr reducir tiempos y lograr la fusión. Revista Muy Interesante "La olla atómica" p. 22.

<sup>11</sup> Se puede decir que este laboratorio cuenta con una bomba de hidrógeno, que usa una pequeña bomba atómica para generar un cañón de rayos X que comprime la masa de deuterio de litio (del que sale el tritio). También este laboratorio bombardea el deuterio de litio con rayos láser para lograr el proceso de fusión. Uno de sus mayores logros es el "Spheromak" (proyecto conjunto con Los Alamos National Laboratory denominado SSPX) en el que han contribuido universidades como Berkeley, Wisconsin, Washington y Swarthmore. Esta esfera de fusión sucesora del Tokamak cuenta con muchas ventajas respecto al viejo diseño; un tamaño más pequeño, mayor resistencia térmica, más económica, y provoca que el mismo plasma genere los campos magnéticos que lo convierten en energía.

Para Estados Unidos es claro, cuenta con dos proyectos que se han vuelto una realidad, uno conjunto y el otro individual, el presupuesto en esta materia se ha ido incrementando después de que hace algunos años se había cerrado el laboratorio que albergaba el Tokamak en Princeton. Si Estados Unidos llegara a encontrar el energético primero, reforzaría desde su visión su imagen y control como potencia a mediano y largo plazos. Estados Unidos y en específico el Laboratorio Lawrence plantean que encontrar al sustituto del petróleo entre otras cosas evitaría que existieran guerras por intereses petroleros,<sup>12</sup>(sin olvidar que para este país las guerras son un gran negocio, y pensando entonces que se inaugurarían nuevos tipos de conflictos y por tanto nuevos negocios para la industria bélica.)

### 3.2 EL HIDRÓGENO EN LA UNIÓN EUROPEA (UE)

Según la Comisión Europea, la Unión Europea junto con Noruega, pasarán a producir seis millones de barriles de petróleo diario en la próxima década ,un millón menos que en 2000. La dependencia europea de las importaciones de petróleo ya es particularmente elevada, situándose en el 2000 en un 75% y deberá aún aumentar de aquí al año 2020, en torno a un 85%. En 1999, el 43% de su abastecimiento de petróleo provenía de los países de la OPEP.

---

<sup>12</sup> <http://fusedweb.pppl.gov/FAQ/section2-energy/part2-enviro.txt> Robert F. Éter. *Environmental Characteristics of Fusion as a Future Energy Source.*

En el 2020, el 40% de la producción mundial provendrá de la región del Golfo Pérsico,<sup>13</sup> de ahí su creciente preocupación, debido al juego geopolítico.

La Unión Europea es para la mayoría de los investigadores en la rama, la región que mayor énfasis ha puesto al proyecto del hidrógeno, a ITER y al sector energético de la Unión, esto por una simple razón: Europa es excesivamente dependiente de la importación del petróleo, porque pocas regiones como las del mar del Norte y Rumania son las que poseen yacimientos. Pero el tiempo se ha encargado a su vez de demostrar el incremento de importación de barriles de petróleo y la dependencia. Países como Alemania, líder en la toma de decisiones de la UE y se podría decir líder mundial en el desarrollo y aplicación de fuentes alternas al petróleo, ha establecido dentro del programa “Objetivos de la Unión Europea en materia de fuentes alternas de energía”, los siguientes objetivos, obviamente basado en fuentes alternas comunes y existentes pero con la visión hacia el hidrógeno.

- Alcanzar en 2010 una penetración mínima de 12% de las fuentes de energía renovables en la Unión Europea.
- Lograr mayor explotación del potencial energético disponible, contribuir en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, y contrarrestar la dependencia energética, desarrollar en base a un programa más integral que el de los Estados Unidos, una industria nacional basada en esto y por tanto la creación de empleos.

---

<sup>13</sup>. [Http://Www.Telecotrans.Es/Cnt/Comisioneu1.Html](http://www.Telecotrans.Es/Cnt/Comisioneu1.Html). Comisión De Las Comunidades Europeas Bruselas, 11.10.2000. Com (2000) 631 Final. *Comunicación De La Comisión. Asunto: El Suministro De Petróleo En La Unión Europea Y El Precio Del Petróleo.*

Así, las proyecciones para el 2010, es crear de 500 a 900 mil empleos basados en este nuevo rubro, ahorro en compra de combustibles, reducción de importaciones de combustible en 17.4%. La Unión Europea opta por las medidas fiscales como un incentivo y una regulación que permita conseguir los objetivos, como sería la reducción de CO2, cosa que Estados Unidos no contempla en su legislación y es un reflejo de no haber querido comprometerse en la firma del Protocolo de Kyoto en esta materia. Estos objetivos y medidas son en base a la propuesta que Alemania toma para su país, donde además este país supera en objetivos, en metas y en inversión al resto de la Unión.

Para la UE estas son las ventajas con respecto a las fuentes no fósiles:

- Van conforme a la estrategia global de desarrollo.
- Reducen la dependencia en materia energética y da certidumbre al abasto energético.
- Mejoran la competitividad de la industria europea.
- Tienen efectos positivos sobre desarrollo regional y el empleo.
- Reciben el apoyo de la opinión pública.

Sin embargo, así como saben del aprovechamiento del hidrógeno como fuente alterna, reconocen a su vez los altos costos de inversión, la subestimación del potencial energético, la resistencia al cambio energético (como Estados Unidos), los problemas técnicos actuales, la falta de tecnología y de infraestructura, además de la falta de operatividad.

A pesar de todo esto y a diferencia de Estados Unidos, Europa si apuesta a buscar la independencia a mediano y largo plazo en cuestión energética. La EURATOM y los Estados Unidos sin embargo manejan además de ITER un proyecto de cooperación en materia hidrógeno, en la que contempla más que nada los procesos, las tecnologías y los modelos alternos al Tokamak como sistema de producción de la fusión. Hoy lo que interesa a ambos bloques son los resultados.

### 3.2.1 EL PROYECTO PROPIO DE LA UE

EURATOM maneja por su parte un presupuesto destinado a hidrógeno mucho más ambicioso, la presidencia de la UE propone 740 millones de euros, el Parlamento Europeo 800 y la Comisión 700 millones de euros<sup>14</sup>, que planean aplicar en un programa denominado “Plataforma Tecnológica Europea para el Hidrógeno y Células Combustibles” que busca crear simulacros en cooperación con la comunidad científica y económica para el desarrollo del hidrógeno y su aplicación. El objetivo es acelerar la realización de “hidrógeno sustentable” creando una coordinación en cadena entre la comunidad científica, la industria, el gobierno, los grupos financieros, usuarios comunes y la sociedad civil.

Como contraparte a los proyectos de Estados Unidos, Europa tiene también dentro del marco de EURATOM otro proyecto denominado Acuerdo de Desarrollo Europeo de Fusión (EFDA por su siglas en inglés) que busca desarrollar tecnologías que puedan derivar a su vez en el fortalecimiento de ITER.

---

<sup>14</sup> [http://europa.eu.int/comm/research/energy/index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/research/energy/index_en.html). *The European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform.*

Hablar de los objetivos europeos sería caer en los objetivos de ITER, pues básicamente a pesar de pequeños cambios esperan el desarrollo bajo el mismo patrón, apostando al modelo ITER y en base a este lograr el desarrollo por Estado pero todo bajo el marco EURATOM.

### 3.2.2 CHOQUE DE INTERESES EUROPA VS ESTADOS UNIDOS

El conflicto entre los Estados Unidos y Europa responde a través de la política de balance de poder. Estados Unidos busca por un lado evitar que Europa equipare sus capacidades y se convierta en un competidor serio por la primacía del control mundial. Esto se refleja a nivel energético, por un lado mientras Europa está llevando a cabo una serie de políticas proactivas en base a estudios, libros blancos o verdes y medidas de control, desarrollo, inversión e impulso a las fuentes alternas de energía y reducción de gases contaminantes, Estados Unidos refleja su rechazo (mostrado en su falta de voluntad política por aceptar el Protocolo de Kyoto) respecto a la utilización de nuevas fuentes mientras este afecte su productividad y eficiencia económica, dejando de lado las consecuencias ecológicas.

Europa cree y esta invirtiendo en el desarrollo energético ecológico en base a reformas y medidas impositivas a nivel industrial y lo ha constatado tanto en Kyoto<sup>15</sup> como en la cumbre de Johannesburgo cuyo compromiso es lograr aumentar el uso de energías renovables en un 15% para el 2010 a lo que Estados Unidos se opuso evitando por tanto un avance en

---

<sup>15</sup> A pesar de que Europa ha tenido problemas para desarrollar tecnología que regule y respete los acuerdos de Kyoto, los resultados han sido positivos, pues a diferencia de Estados Unidos esta comprometido a ratificar y continuar con una propuesta ecológica conjunta.

esta materia. Esto ni siquiera significaba un reto para Europa, puesto que la Unión se ha planteado un 22%.<sup>16</sup>

El consumo diario de barriles de petróleo es de 210 millones de barriles. Estados Unidos produce el 12% del consumo mundial, pero consume más del doble, generando por sí sólo el 25% de las emisiones globales con tan sólo el 4% de la población mundial. La economía del hidrógeno va entonces muy ligado a la producción, la carencia, las reservas, la creciente población y los precios del petróleo. Los petrogeólogos no terminan por determinar con exactitud cuando se acabará o habrá carencia de este recurso.

Rifkin señala que la mayoría de estos expertos cree que será en 20 o 30 años, el resto de estos especialistas contemplando mayor viabilidad tecnológica plantean el 2040 como límite. Medio Oriente concentrará el 65% de recursos y hará que este sector se vuelva sin duda una zona de conflictos latentes más de lo que ya es. El combate geopolítico clave será sin duda en esta región, durante las próximas décadas.

La opción norteamericana se divide en la invasión a esta zona, como es el caso de Irak mientras que la investigación sobre el hidrógeno obtenga resultados. Europa opta por simplemente la investigación. Estados Unidos está renuente a un cambio por los intereses económicos que representa (al menos públicamente), pero sabe que el cambio es una realidad y por ello invierte en el hidrógeno.

---

<sup>16</sup> <http://www.clarin.com/diario/2002/10/03/o-453197.htm>. Jeremy Rifkin, en *Cuando muera el petróleo*, publicado en Clarín. Jueves 3 de octubre de 2002 Año VII N°2 371

Este país discrepa en un cambio que resulta evidente, nadie invierte tales sumas de dinero con tantas instituciones, incluyendo empresas sabiendo que es redituable en un futuro. Es una realidad que la UE y los Estados Unidos han movilizadodo todo su potencial para conseguir hidrógeno, pero Estados Unidos se opone a un cambio a corto plazo, hasta no agotar la última gota del negocio número uno del mundo.

La Unión Europea parece estar hoy adelante dentro de la carrera por la obtención del hidrógeno. De ser así se convertiría en la superpotencia debido a que este cambio representaría otra Revolución Industrial y una nueva etapa dentro de la era energética. El hecho de que la UE financie con entre un 40% y 50% el proyecto ITER le da mayor control sobre este organismo, lo que hace que Estados Unidos a pesar de su presencia no pueda tomar las decisiones y busque su desarrollo alterno.

La experiencia europea se ha dado cuenta de algo evidente, los yacimientos y pozos petroleros que quedan disponibles son mínimos, ellos además se han vuelto en importadores netos de petróleo y además los yacimientos probados como fuentes petroleras están a profundidades inexplorables tanto para la tecnología actual como para la del futuro, además no tienen ni el potencial ni la posibilidad de hacer una guerra por petróleo pues chocarían de manera directa con la máxima potencia militar, solo pueden entonces fungir como aliados, más no como una competencia que represente un riesgo a los intereses estadounidenses.

Estados Unidos es igual de dependiente en materia energética que Europa, pero este ve en la carencia del petróleo, el riesgo de mantener su *status quo* pues la pérdida de control



sobre este recurso y la creciente dependencia, podría ser la clave del derrumbe no sólo económico sino estructural de esta potencia. No en balde ha estado explorando y buscando invertir en la zona del Mar Caspio, apropiarse de Irak estabilizando su economía vía la conquista de yacimientos. La próxima estrategia que esta aplicando, es comprar la concesión para explotar yacimientos viables o probables en todo el mundo, prueba de ello son las ex repúblicas soviéticas en donde las grandes empresas petroleras norteamericanas tienen incluso un poder político respaldado por su país de manera importante.

Las perspectivas del petróleo realmente son como este, crudas y negras, pues las reservas no darán (como han dicho hasta los expertos más positivos), para más de 40 años, aún descubriendo nuevos yacimientos. Europa esta llevando una política más propositiva al respecto, ve en la energía de hidrógeno y a nivel geoestratégico, su oportunidad más clara de reconquistar la hegemonía y llevarla de nuevo a casa.

### 3.3 EL FUTURO DEL SUBDESARROLLO

Para los países subdesarrollados, el cambio energético y la carencia de recursos serán un problema dicotómico. Estos países consumen menos energía *per capita* que los países industrializados, muchos de estos son países petroleros, pero saben que manejan una economía de precios fluctuantes, optan por una opción más limitada, pues buscan en el gas natural la alternativa, pero tanto el crudo como el gas son recursos limitados y contaminantes, sin embargo, hasta hoy muchos de estos países basan sus economías en el sector petrolero.

En esta cuestión los países industrializados ven la inyección de capital en estas regiones, no por un verdadero apoyo al desarrollo, sino por un intercambio, energía por negocio. Así la inversión privada piensa a mediano y largo plazo vender lo que invirtió. El aletargamiento de muchos países y de su poca inversión en tecnología hacen de los países europeos o Estados Unidos una “mina de oro” por el número de consumidores y de empresas que necesitan este recurso para producir bienes y servicios. La UE y los Estados Unidos buscarán en estas regiones sin duda recuperar toda la inversión, las empresas de estas regiones enfocadas al sector energético tendrán quizás tres opciones, la primera e irreal para como funcionan estos países será el comenzar a investigar e inyectar capital junto con empresas privadas nacionales para fomentar el hidrógeno como la fuente más tentativa a ser productiva para el abasto mundial. Una vez que los países industrializados consigan hacer productivo al hidrógeno como fuente energética buscarán una reforma para el uso de este imponiendo medidas ecológicas, el cambio tecnológico (*know how*) que irá impulsado por maquinaria que sólo funcione con este energético y la dependencia quizás no será energética, pero será más económica y comercial. Las otras dos opciones serán la desaparición y venta de estas empresas al capital extranjero o en su caso la fusión.

Empresas como PEMEX han contemplado ya al hidrógeno como fuente alterna, pero en realidad no existe siquiera un proyecto; primero por los problemas sindicales, económicos, de corrupción y porque el dinero de PEMEX se va para cicatrizar otras deudas de México, pero si se invirtiera quizás el mínimo presupuesto de aproximadamente 1% que destina el país en investigación, y jugara todo al hidrógeno, los resultados podrían cambiar. Investigadores de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) y del Politécnico

han encontrado ya algunos procesos de aplicación para el hidrógeno como en autobuses, transporte urbano entre otras, pero es la misma falta de recursos y de tecnología lo que hace al subdesarrollo dependiente. La UNAM coordina a nivel hidrógeno, la llamada “Red de Hidrógeno”, el “Plan Nacional de Hidrógeno” y busca crear un automóvil de hidrógeno 100% mexicano, en voz de el Dr. David Morillón<sup>17</sup> la UNAM tiene la capacidad de desarrollarlo, pero hay que establecer parámetros, primero la cuestión presupuestal y de “*know how*”.

Además, a nivel nacional, la industria no ha dado ningún avance realmente significativo que aporte al desarrollo práctico del hidrógeno, sólo la UNAM ha creado prototipos de autos solares como el “*Tonatiuh*”, el electro bus de pasajeros y uno repartidor, pero no se han llegado a desarrollar de manera concreta los planes a mediano y largo plazo.

De manera real estos países no pueden continuar en el aletargamiento y más en un sector vital como el energético. ITER parece ser un organismo abierto a incorporaciones de todo el mundo, China y Corea del Sur ante el incremento de energía y de importación de petróleo han optado por buscar su incorporación a este organismo, México debería buscar lo mismo y quizás si bien no aportar en dinero, aportar en recursos humanos, investigadores, en otras facilidades, que es lo que hacen tanto Rusia como Corea. El proyecto de México en materia de energía de hidrógeno es mínimo, queda reducido a cero en términos reales. Existen grupos, pero resultados no se ven. Quizás de Latinoamérica, la Argentina es la única nación que ha publicado tanto la preocupación como el interés en el desarrollo y la viabilidad de un proyecto con el hidrógeno, tanto sus autoridades como institutos de energía parecen estar más documentados en esta materia.

---

<sup>17</sup> Coordinador del Programa Universitario de Energía por la UNAM.

El panorama para los subdesarrollados no es muy alentador, pues muchos países perderán un ingreso tan importante como el del petróleo en sus arcas. México perderá lo que hasta el 2004 representaba su primera fuente de ingresos, Venezuela, Medio Oriente y los miembros de la OPEP ya no tendrán que vender y se volverán proveedores secundarios de recursos energéticos.

Arabia Saudita sería el ejemplo como mayor exportador del mundo, dejar de vender petróleo reduciría en más de 50% sin duda sus ingresos, la crisis de Medio Oriente, se dibuja como una de las peores, la región dedicada a la exportación de crudo y en general con problemas económicos constantes sin duda caerán después de una época de exportación y de grandes precios en el barril de petróleo en una profunda depresión que podría derivar a su vez en otra guerra por factores económicos ante occidente.

Se debe ser realista, para el subdesarrollo las reformas en sector energético, la transferencia de tecnología, la modernización al sistema de leyes y la diversificación en inversión aunque sea paulatina deberían de ser los lineamientos a seguir.

La UE plantea recomendaciones hacia esta región y un programa ambivalente de ayuda y de inversión para controlar la zona que incluye la asistencia técnica, la creación de redes e infraestructura *ad hoc*, una reglamentación general en materia energética (para lograr incertidumbre en inversión), las asociaciones público-privadas, que se entiende una relación gobiernos-empresas y las facilidades de inversión.

Para estas regiones la UE plantea además un programa de financiamiento para la investigación denominado "Synergy II" que acaba hasta el 2006 y con un presupuesto de 15 millones de euros. Esta cantidad resulta risible si analizamos los retos y costos que en realidad plantean los cambios que se quieren realizar en materia energética, pero también es una manera de concertar compromisos con gobiernos y ganar mercados a futuro.

### 3.3.1 EL CASO MEXICANO

El caso de México se esboza dentro de los parámetros de lo que les pasará a los países en desarrollo. México como en muchos otros sectores, vive en la somnolencia energética, esa resistencia a las reformas y a la inversión están creando un foco rojo en el futuro económico del país. El avance en esta materia es mínimo. Sólo dentro del Instituto Mexicano del Petróleo se ha planteado el desarrollo de laboratorios más no de resultados finales en esta materia. PEMEX ni la Secretaría de Energía (SENER) contemplan un programa verdadero y aplicable al desarrollo del hidrógeno del país lo cual resulta grave pues el objetivo ideal sería destinar recursos acorde a la economía del país que incorporen la evolución del hidrógeno.

El taller "Potencial del Hidrógeno en el Desarrollo Energético Nacional" ha sido la única verdadera referencia sobre un análisis crítico y estratégico de la situación energética mundial, el papel nacional y su importancia. Se analizó el déficit energético que maneja el país a pesar de ser un productor de ella y las perspectivas. En México la investigación en materia de hidrógeno ha corrido a cargo de la Secretaría de Energía y PEMEX (sin muchos

resultados) y las empresas PRAXAIR, AGA, INFRA, PANAMERICAN Ent., quienes son productoras de hidrógeno y quienes se han dado cuenta de la necesidad de explotar este recurso ante la carencia energética. El evento analizó los avances del hidrógeno en países como Alemania, Japón, Estados Unidos y Canadá pero jamás estableció un proyecto de desarrollo formal para México. Estas fueron las conclusiones<sup>18</sup> a las que llegaron, sin ningún objetivo específico.

1. La primera conclusión relevante del taller fue el reconocimiento por parte de sus participantes, acerca de que el uso del hidrógeno de manera general, puede traer beneficios de diversa índole, asociados al abastecimiento energético, a beneficios ambientales, a un mejor uso de nuestros recursos, entre otros.

2. Estos beneficios podrían tener un impacto económico y social en nuestro país por lo que México debe considerar este energético dentro de la agenda estratégica del sector.

3. Cualquier iniciativa relacionada con la promoción y el desarrollo de tecnologías de hidrógeno deberá estar fuertemente sustentada en los beneficios que ello representaría.

4. El gobierno mexicano representado por la SENER, recibirá con gusto un proyecto de desarrollo integral de la sociedad y apoyará en lo posible la gestión de recursos donde convenga.

---

<sup>18</sup> Dr. Ulises. Castillo Cano, Dr. Arturo Madrigal Fernández, (compiladores). Sociedad mexicana de hidrógeno. Reporte 1er taller: Potencial del Hidrógeno en el Desarrollo Energético Nacional, Febrero de 2003 Cuernavaca,. México.

5. Se formaron dos comisiones que habrán de procurar identificar acciones necesarias para promover proyectos de investigación, desarrollo y demostrativos, así como acciones para impulsar programas educativos y la difusión de tecnologías del hidrógeno.

6. Existe un consenso general sobre la necesidad de contar con un trabajo que pueda ayudar a México a identificar oportunidades, dentro de esta revolución tecnológica con impacto en todos los sectores productivos mexicanos, a fin de establecer una estrategia que permita al país aprovechar dichas oportunidades.

Quizás el hecho de jamás haber sido dependientes en materia energética provoca que el país no comprenda la necesidad de la inversión en energía a futuro, pero un paro energético o una crisis de este tipo puede causar en el país una crisis económica sin precedentes, pues un recurso como estos es el único quizás que puede dañar todos los sectores y las ramas económicas, industriales y sociales sin discriminación. La energía es *perce*, tan importante como el agua para sobrevivir, además el hecho de que se acabe el recurso a explotar en el país y para exportar será caótico, pero en México jamás se está preparado para las planeaciones ni mucho menos para las contingencias.

El conflicto radica no sólo en los efectos que tendrá el petróleo en un futuro, sino a corto y mediano plazo. Hoy el incremento en los precios del petróleo parece beneficiar e impulsar las exportaciones de México, pero a largo plazo y ante un largo incremento en los precios, el país sufrirá una recesión, pues las importaciones de gasolina, productos procesados, aceites, medicinas, es decir, casi todo tipo de mercancías sufrirán un incremento proporcional en sus precios que dañará el ritmo de la economía nacional, y no será solo el

caos de México sino de casi cualquier país del mundo, empezando por los mismos Estados Unidos.

Así esta parte enfocada al subdesarrollo y a México nos transporta al papel y al cambio geopolítico que existiría en base a un energético cuyo poder estaría en manos de los países industrializados, la dependencia económica, política y comercial permitiría a su vez un menor margen de movimiento en estas naciones también llamadas en vías de desarrollo. Mientras que hoy países como Venezuela, Brasil, México, o los países árabes continúan con una política de control estatal del petróleo sin inversión en nuevas tecnologías, los países potencia y carentes de petróleo, buscan un desarrollo divergente, basado en investigación y desarrollo (I+D) de nuevas y mejores fuentes.



# CAPÍTULO IV

## 4. ANÁLISIS PROSPECTIVO

## 4.1 FUTURO ENERGÉTICO.

El consumo energético mundial, en vez de decrecer, crece cada día, sólo en Alemania el consumo de energía ha descendido debido a un ambicioso proyecto que combina el uso de fuentes alternas de energía, en casas, en empresas y a la instauración de un “impuesto ecológico”. En Alemania el consumo de energía durante la última década decreció en 3%, mientras que su PIB aumentó en 11%.<sup>1</sup>

Esto demuestra dos cosas, por un lado el hecho de que mayor eficiencia energética y menor consumo no significan decrecimiento o deterioro en las actividades productivas, y segundo que Estados Unidos se equivoca como ha mencionado en diversas ocasiones sobre el daño a su economía y productividad, con esto negándose a ratificar acuerdos como el Protocolo de Kyoto poniendo como excusa la ineficiencia industrial; estas premisas son simplemente falsas.

Sin embargo Alemania es la excepción a la regla de países que consumen cada vez más energía. En este país, el consumo de hidrocarburos representa el 40%<sup>2</sup>, mientras que en otros países representa 60% o más. El ahorro de energía dista mucho de ser de los países de primer mundo, basta ver a los Estados Unidos, que por si solo consume más energía que toda la Unión Europea junta, y *per capita*, un ciudadano americano consume casi el doble que un ciudadano europeo perteneciente a un país industrializado.

Las fuentes renovables aplicables no representarán una opción real, debido a su poco potencial productivo, la energía eólica solo puede aplicarse en planicies con mucho aire como en California, la energía hidráulica requiere ubicaciones montañosas y ríos como México pero

---

<sup>1</sup> Bertsch, Franz. *El futuro de la energía en Alemania. El potencial de las fuentes renovables*. Ed. In Press, Alemania: 2001, 13 pp.

<sup>2</sup> *Ibidem*.

no como Japón, la energía fotovoltaica es aplicable mas eficientemente en países que reciben el sol de manera más constante, los colectores solares son caros y no producen mucho; por ejemplo, toda la ciudad de Caracas tendría que ser llenada de paneles solares para satisfacer las necesidades de toda Venezuela, con un costo poco viable y redituable.<sup>3</sup> La biomasa solo podría servir como un producto auto sustentable en pequeños pueblos o regiones, o usado en industrias.

Es decir el uso potencial de estas energías es limitado, y a diferencia del petróleo, su precio es más elevado, por lo tanto su potencial como proveedor primario del futuro queda descartado, su papel sería como un proveedor secundario, alternativo y de auto sustentación a pesar de los avances tecnológicos y de la mayor eficiencia energética que han alcanzado.<sup>4</sup>

El efecto ambiental será el que realmente cause los cambios de no encontrar un energético como el hidrógeno de manera comercial. Las tecnologías renovables no son redituables y parecen ser caras, pero como lo menciona el Dr. Carlos Gay<sup>5</sup> las consecuencias que han ignorado los economistas y asesores de los gobiernos en el mundo son las verdaderas

---

<sup>3</sup> Declaración dada en el simulacro de las Naciones Unidas MEXMUN 2000 por representantes de la Universidad de Caracas.

<sup>4</sup> Por ejemplo, la energía solar presenta los siguientes inconvenientes: la necesidad de grandes áreas colectoras dada la baja eficiencia de la captación y su alto costo, la ausencia de flujo solar en las noches y días nublados, lo cual obligaría a la acumulación durante las horas soleadas y su alto costo, el efecto sobre el ecosistema que el uso de grandes volúmenes de celdas fotovoltaicas ocasionaría, con la emisión de gases tóxicos o inflamables. El uso de la energía eólica en gran escala presenta los siguientes inconvenientes: carácter inestable de los vientos, con una baja densidad de potencia promedio de 50 W/ m<sup>2</sup>, aprovechada con bastante ineficiencia, baja potencia relativa desarrollada por las turbinas eólicas limitadas por sus dimensiones y facilidades constructivas asociadas tanto para las turbinas pequeñas como para las mayores y altos niveles de ruido e interferencia en transmisiones de radio y televisión. En cuanto a la biomasa, su utilización indiscriminada como combustible para la producción de electricidad, o bien su masificación, aceleraría el proceso de deforestación del planeta, con la consecuente afectación de la biodiversidad, ya de por sí muy afectada en algunas regiones del planeta. La tasa de deforestación demuestra que no ha sido ésta considerada como una fuente energética a renovar, puesto que se talan 10 hectáreas de selva por cada hectárea que se planta. Otro inconveniente radica en que constituye una fuente de contaminación al medio, como resultado de la combustión. En general posee un bajo coeficiente de densidad de potencia dado su bajo valor calórico, ya que el contenido de humedad es alto. La producción de combustibles líquidos como el metanol y el etanol a partir de la biomasa, es utilizada y se aplica en algunos países con fuerza, como combustible automotor, ya sea puro o formando mezclas en calidad de extensores de la gasolina, pero su capacidad de proveer en cuanto a volumen también sería limitada. Las hidroeléctricas son una de las mejores opciones debido a su alto potencial de productividad, pero dependen de una determinada posición geográfica y además tiene alto impacto ecológico. Fuente: <http://www.cujae.edu.cu/centros/CSociales/Articulos/art31-40/LA%20ENERGIA.%20ALTERNATIVAS%20Y%20DESAFIOS.htm> . LA ENERGIA : ALTERNATIVAS Y DESAFIOS PARA LOS PAISES DEL TERCER MUNDO. Dra. Ing. Lourdes Zumalacárregui de Cárdenas. Revisado: Sábado 21 de enero de 2006.

<sup>5</sup> Director de Ciencias de la Atmósfera por la UNAM.

consecuencias sino existen cambios institucionales y voluntad política. Uno de los efectos son los llamados gases invernadero que en exceso provocan calentamiento global, por ejemplo el dióxido de carbono produce seis mil millones de toneladas hacia la atmósfera anualmente, del que sólo la atmósfera permite transformar la mitad de las emisiones, para lograr un equilibrio por tanto debería de dejar de producirse la mitad de CO<sub>2</sub> y sólo un energético como el hidrógeno lo podría hacer, esta es la razón ambiental para hacerlo atractivo y de saber por tanto porque las propiedades de este recurso lo hacen la mejor opción dejando del lado a lo que muchos creen será un sustituto del petróleo, el gas natural, que como menciona Rifkin y otros expertos sucumbirá ante la llamada "Campana de Hubbert" tan rápido o quizás 10 años más tarde que el petróleo, además como ya se ha mencionado este recurso es contaminante,<sup>6</sup> y que a su vez son zonas de constante conflicto y son regiones que concentran en su mayoría ambos recursos petróleo y gas natural, por lo tanto el centralismo es otro inconveniente que hace aún más atractivo al hidrógeno y que se incremente su viabilidad debido a avances fácticos como el de la industria automotriz.

Un ritmo de consumo energético bajo estas expectativas de desarrollo, traería un incremento en cuanto a la temperatura global de seis grados centígrados al término de este siglo (es decir año 2100, tomando en cuenta que son los mismos grados de incremento que hubo de la última glaciación hasta nuestros días); estas circunstancias traerían consecuencias hasta ahora desconocidas. De ahí la importancia de reducir a la mitad las emisiones de CO<sub>2</sub> por ejemplo lo que acorde con el Dr. Gay llevaría al mundo a regresar a emisiones de la fase preindustrial (aprox. 1850) pues de lo contrario en el caso de nuestro país el 50% del escenario geofísico cambiaría a una zona de entre semiaridez y aridez (erosión), reduciéndose las áreas de cultivo aunadas a la deforestación tan sólo la mitad de su capacidad.

---

<sup>6</sup> Aunque menos que el petróleo y se ubica en regiones como Nigeria, Sudamérica, el Caribe, Medio Oriente, Indonesia, Malasia, Australia y Alaska, sin olvidar al que posee las reservas más amplias, Rusia. Rusia concentra las tres cuartas partes de las reservas naturales globales de gas natural. Alejandro Pérez Varela, "Adiós al Petróleo", Día Siete. p 28.

## 4.2 LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

Hoy Estados Unidos está enfocado en los intereses petroleros de sus empresas, de las capas de poder y de su nación, con base en esta sencilla premisa; el petróleo se vende solo porque es necesario, todo se mueve en base al petróleo, automóviles, todo tipo de industrias, en resumen el petróleo es el motor del mundo.

Lo mismo pasará con una economía basada en hidrógeno como materia prima, este es un juego doble; el control energético va acompañado de la tecnología y del control de estos recursos, que tiene como resultado una nueva generación de automóviles, industrias, maquinaria, e industria militar, propulsados por hidrógeno; el objetivo sería que casi cualquier producto fuera impulsado por un energético más limpio, menos peligroso, más productivo y eficiente que desplazará y quizás hundirá a los países en vías de desarrollo mientras que los países potencia se convertirán en competidores entre ellos mismos por el poder político y económico.

Existe en esta materia un máximo representante en materia de economía del hidrógeno. Jeremy Rifkin quien merece un apartado especial en esta materia debido , a que es asesor político de la presidencia de la Unión Europea y es el principal defensor de la teoría de que el hidrógeno es viable y no sólo eso, sino que trastocará el ritmo económico del mundo. Él parece estar más de acuerdo con las políticas energéticas llevadas por la Unión Europea<sup>7</sup> que por los

---

<sup>7</sup> Retos Claves de la Política Energética<sup>7</sup>

Específicamente, los retos claves de la política energética para la UE son:

La seguridad de suministro, debido a la creciente dependencia de las importaciones de gas y petróleo, no solo en cuanto a su volumen sino también debido a su concentración geográfica (Rusia jugara un papel clave en este aspecto por sus grandes reservas de gas).

Las crecientes emisiones de CO<sub>2</sub>, que no pueden reducirse suficientemente a pesar del incremento esperado de las renovables, debido a la poca efectividad de las políticas de apoyo a éstas.

Estados Unidos, quien se empeña aún en el petróleo como la primer opción mientras se agota el petróleo, entre tanto Europa apuesta por fuentes alternas renovables o “energías inteligentes”, y la opción del hidrógeno para crear un mercado energético europeo que le permita estabilidad a este bloque político a mediano y largo plazos.

Para Rifkin el cambio energético traerá consigo una descentralización y mayor autonomía en el uso de los recursos, las grandes empresas desaparecerán (según el autor) y el cambio en la “civilización” se medirá en base al cambio energético. Con la fiabilidad del hidrógeno terminará el conflicto con Medio Oriente pues el petróleo dejaría de ser un recurso vital y se aminorarían los problemas ecológicos y de calentamiento global.

Rifkin, plantea una sociedad descentralizada en cuanto al control energético, no como ocurre hoy con el petróleo en base a los grandes grupos, empresas y países que poseen por situación geográfica o poder este recurso, pero objetivamente el planteamiento de Rifkin parece irreal a corto plazo o mediano plazos, primero porque los monopolios del petróleo serán ahora monopolios energéticos y de su tecnología, tanta inversión deberá ser recompensada con ventas, así BP, Amoco, Shell y las empresas de automóviles buscarán un beneficio a largo plazo en un proyecto que ya se demostró aplicable y prueba de ello son los mismos prototipos de “autos concepto” y autobuses que incluso ya ruedan en la UE. Existen tantos intereses que conforme se aproxime la posibilidad de sustituir al petróleo, tanta inversión buscará mercados.

---

La gran incertidumbre acerca del futuro de la energía nuclear, ya que su abandono (propuesto por importantes sectores de la sociedad) podría tener un impacto negativo relevante en las emisiones de CO2 y en la dependencia energética.

El crecimiento continuado del transporte terrestre y aéreo, con sus problemas asociadas de emisiones de CO2 y contaminación atmosférica.

La fecha entre las aspiraciones de las políticas públicas y las tendencias actuales del mercado: los mercados invierten en tecnologías con el mínimo costo de capital, y no internalizan los objetivos públicos a largo plazo; por el contrario, los consideran el origen de una elevada incertidumbre y prefieren posponer las actuaciones de inversión correspondientes.

<sup>7</sup> <http://www.deloitte.com/dtt/article/0,1002,sid%253D75464%2526cid%253D81228,00.html>. Energía, Sostenibilidad y Competitividad en Europa. Viernes 4 de noviembre 2005. 10: 50 am.

Sólo quienes han investigado, como lo son empresas y gobiernos pertenecientes a un mismo sector industrial y de poder evitarán al menos en los primeros 20 años compartir tecnología, posteriormente se permitirá adquirirla a altos costos; solo el tiempo permitirá ir abriendo el flujo tecnológico del hidrógeno al resto de los países subdesarrollados, sin permitir que se cierre el terreno de la libre competencia como es el caso de México, pues el evitar investigar en el sector de I+D como lo hacen los países desarrollados, terminará por fomentar la dependencia norte-sur.

Sin embargo, con este “modelo energético” (que puede parecer idealista o de ciencia ficción, pero cuyos resultados y aplicaciones al menos en la industria automotriz demuestran lo contrario), se contempla un modelo de consumo descentralizado que sería a largo plazo (más de un siglo tomando en cuenta que el hidrógeno se convirtiera en fuente primaria en 50 años) bajo la distribución al estilo de las redes computacionales y del “Sistema Web” como contempla Rifkin.

Quizás esto suene poco probable puesto que la inversión de las empresas continuará concentrando los recursos, sus inversiones y ganancias de una manera poco equitativa; lo que si es un hecho es que la revolución tecnológica irá de la mano de la revolución energética, cambiando incluso de manera indirecta la vida clásica del Estado-Nación, pues las empresas comenzarán a tomar un papel más importante y en cadena, la imagen del Estado será empresarial como ya vemos que ocurre con los Estados Unidos, un gobierno que protege y actúa en base a un proyecto de grandes empresas, (no bajo la imagen de “paraestatales o el Estado paternalista”), cuyos intereses se moverán acorde a reglas de las transnacionales y corporativos (sinergia empresas-Estado) que controlen los recursos, y la transformación de los energéticos, la metamorfosis a gobiernos plutocráticos como lo están marcando las tendencias.

Es decir, el Estado no desaparecerá, pues su figura como ente organizativo difícilmente mostrará cambio, tan solo tendrá evoluciones al estilo Unión Europea.

Por eso el hidrógeno podría ser el primer gran golpe a la figura del Estado clásico como ente soberano, sería un detonante de su evolución, pues ya vemos actualmente el papel del poder empresarial sobre los Estados; la empresa tendrá quizás el mismo poder que el Estado en su territorio, compartirán poder político y económico, pero a su vez los Estados más débiles deberán realizar políticas más cautelosas o proteccionistas ante el poderío transnacional. A su vez, deberán de seguir contemplando a la energía como un sector estratégico, pues un paro energético, falta de surtido, o la misma dependencia tecnológica para producirlo será una muestra del poder empresarial, al menos sobre la debilidad de algunos Estados. El Estado débil más que nada pasaría a convertirse en un satélite del gran Estado que le proveerá energía detrás de la imagen de la empresa energética que le surtirá energía y electricidad.

El Estado débil sería un administrador de los intereses del gran Estado, en base a la tendencia reformada de las relaciones norte-sur que hoy existen. Hoy suena difícil imaginar a un mundo sin el prototipo europeo del Estado común, pero Europa ya ha dado el ejemplo de la evolución en base a un gran bloque que busca modificar los nacionalismos (a pesar de los fracasos por aprobar la Constitución Europea en base a los referéndum en Francia y los Países Bajos) con el fin de garantizar la subsistencia y el desarrollo regional pero bajo un Estado mayor y administradores, donde las Empresas compartan el gobierno con los políticos en la toma de decisiones, una especie de “empresarialismo político”,<sup>8</sup> que y se lleva a cabo en la Unión Europea.

---

<sup>8</sup> Hablar de una economía basada en hidrógeno y del cambio de combustibles fósiles al uso de esta fuente, es sin duda hablar de Jeremy Rifkin por tanto, quien merece un apartado especial de análisis con respecto a las perspectivas y problemas que plantea para el mundo y para los Estados Unidos ante una seria crisis de energéticos.



La historia se ha basado sin duda en gran medida en el desarrollo energético y las etapas del hombre representadas por su capacidad de producir y al mismo tiempo consumir energía, pues esto se basa en una sencilla premisa, un grado de producción de cualquier energético, entre mayor sea, refleja el grado de complejidad de una civilización. El desarrollo y el poder de los grandes imperios, desde Egipto, pasando por Roma, Inglaterra y los Estados Unidos, por mencionar solo algunos ha dependido de su capacidad de generar y suministrar energía<sup>9</sup>, ahí su grandeza o decadencia, además desde un punto de vista histórico fija una era, un grado de complejidad y cualificación con respecto a sus características. Esta dependencia esta haciendo ver a los Estados Unidos en riesgo, no sólo en su economía sino en su liderazgo como potencia mundial. Roma, el gran Imperio cayó porque su crisis energética<sup>10</sup> le impidió continuar con el control, dominio y expansión de su territorio. El progreso se determina acorde a la cantidad de energía consumida *per capita* al año, a la eficiencia de los medios tecnológicos para el control y la explotación de la energía y a la cantidad de bienes y servicios destinados a cubrir las necesidades humanas,<sup>11</sup> además de poder hacer llegar a la población este recurso de manera más eficiente.

Con esto a lo que se quiere llegar es que los Estados Unidos y el mismo mundo están llegando a un límite en el uso, explotación y aprovechamiento de la energía, y esto se explica en base a que catalogando las civilizaciones acorde a su desarrollo energético mayor es la cantidad de energía que requiere para mantenerla en un estado de equilibrio y más entropía.<sup>12</sup>

---

<sup>9</sup> Las civilizaciones se distinguen de otras sociedades más simples por su necesidad de controlar, procesar y consumir grandes cantidades de energía, según Toynbee el colapso de las grandes civilizaciones se da debido a su "falta de vitalidad" una incapacidad de movilizar la energía humana suficiente para superar los obstáculos que amenazan el funcionamiento de la sociedad. Op. Cit 74

<sup>10</sup> Entiéndase crisis energética acorde a la etapa histórica, según A.H.M. Jones, la caída de Roma como el resto de las potencias tiene una relación directa con su consumo energético per cápita. Roma basó su poderío y desarrollo en base a las conquistas militares que realizó, sin embargo cuando decidió crear infraestructura para mantener al imperio, el costo de la manutención al personal militar absorbía grandes cantidades de energía del imperio y consumía grandes excedentes que antes iban a parar a la población romana. Mantener tropas y mantener infraestructura generó que los excedentes energéticos (agrícolas) y el rendimiento que los territorios daban decayeran. Así la historia de Roma se va ligada a un declive progresivo de la producción agrícola. *Op cit* p 79. Conf. A.H.M. Jones, *The Roman Economy: Studies in Ancient Economic and Administrative History*, Oxford, Basil Blackwell, 1974, págs 116 y 127; M. Hammond, "Economic Stagnation in the Early Roman Empire", *Journal of Economic History*, supl. Vol 6, págs. 75-76

<sup>11</sup> Rifkin. *op.cit.* p 58.

<sup>12</sup> Entropía se define como la pérdida de energía aprovechable durante un proceso.

Así lo que se llama civilización está cayendo en la fase descendente acorde con la lógica de los imperios y su aprovechamiento de la energía “absorber más energía del entorno del que se es capaz de crear y dejar a la Tierra más pobre de lo que estaba antes,<sup>13</sup>” pudiendo inaugurar el inicio de una nueva era energética.

Incluso existen teorías que mencionan que la caída de las civilizaciones se han debido de raíz a esto, Teotihuacan, Roma, el Imperio Británico, Egipto y todas las civilizaciones han perdido el equilibrio, (entendiendo la relación que existe entre cantidad consumida y generada) incluso se han acabado su entrono sin poder restituirlo, creando crisis alimentaria, de servicios, que ha derivado en su caída y en el caos.

Según Rifkin producir alimentos requiere de mayores cantidades empleadas que producidas, pues es a su vez el sustento de una población (ese es uno de los inconvenientes hoy del hidrógeno, se usa más energía para obtenerlo que su resultante), un pueblo y una civilización. La energía alimentaria es el motor social, económico y político y eso lo sabe Estados Unidos, pero el panorama de crisis llevaría al mismo futuro a esta nación que a lo que fue el Imperio romano, que dejó de proveer a sus territorios de suficientes recursos.

Estados Unidos sabe que la gran base de su victoria en las guerras mundiales fue gracias en parte al control energético. Hitler sabía que de su abasto petrolero dependía su victoria bélica, pues de ello dependía el aprovechamiento de su arsenal militar. Churchill sabía que el abasto petrolero podría hacer la diferencia entre la tropa naval británica y la alemana. La falta de petróleo en el caso de Alemania lo llevó a fabricar petróleo sintético a precios elevados y en busca de mayores recursos decidió atacar en condiciones de desventaja y en invierno a Rusia vía Chechenia con el objetivo de controlar los yacimientos y oleoductos de la región, lo que

---

<sup>13</sup> Rifkin. *op.cit.*, p 72.

derivó en el derrumbe del Reich.<sup>14</sup> La diferencia fue que los aliados controlaban el 86% de las reservas mundiales de petróleo, lo que garantizó sin duda su victoria y lo que refuerza el poder de una civilización, imperio o país en base a los recursos energéticos.<sup>15</sup>

Estados Unidos y sus especialistas lo saben, en este caso la energía convirtió en gran medida a los Estados Unidos en una potencia, sus pasos de madera, carbón y petróleo fueron claves para acelerar el desarrollo de este país. Desde las 13 colonias que llevaron a cabo el cambio en los procesos productivos, debido al cambio energético de la mano del barco de vapor, posteriormente el ferrocarril determinó un cambio de las características sociales, económicas y políticas, acortó distancias y tiempos, permitió desplazar mercancías, industrializar y urbanizar pueblos y crear nuevas actividades económicas. La grandeza y la opulencia de recursos hizo que Estados Unidos creciera; hoy el panorama muestra a un país dependiente de energéticos (desde los 70's ) desesperado por ser autosuficiente o siquiera de garantizar su abasto ante una crisis que parece más cercana. Estados Unidos se toma como referente no solo porque sea la potencia mundial moderna, sino por todo lo que esto significa a nivel económico, político, social y geoestratégico.

Hoy el petróleo se ha convertido en la nueva herramienta coercible para los Estados Unidos y la economía mundial. Curiosamente quienes buscan en el hidrógeno el sustituto del petróleo mediante el programa antes citado de ITER, son las grandes potencias, pero paradójicamente las que importan más petróleo y los que más dependientes son.

Estados Unidos ha llevado una cruzada ante Medio Oriente en nombre de la "libertad"; cuyo verdadero nombre debería titularse "petróleo". Se ha hablado de las reservas de los Estados Unidos, que nadie sabe exactamente cuantas tenga (según las cifras del DE sus reservas les

---

<sup>14</sup> Lo mismo ocurrió con Japón que ante la crisis energética tuvo que usar un combustible en base a raíces de pino, pero ante la insuficiencia fueron llevados a atacar Pearl Harbor.

<sup>15</sup> Rifkin. *op.cit.*, p 97, 98 y 99.

darían abasto sólo para tres meses), pero ante tantos hechos de desesperación, recesión y crisis, parece que sus reservas son simples contenciones más no un seguro abasto para mediano o largo plazo.

Estados Unidos es cada vez más vulnerable debido a su creciente dependencia energética y ante las crecientes amenazas e interferencias de origen externo e interno<sup>16</sup>, aunque un poco tarde parece estarlo entendiendo y sabiendo lo que ello significa.

Arabia Saudita entonces parece ser el último eslabón para evitar la desesperante crisis que parece llegará a este país y al mundo en los próximos años, por un lado los ataques del 11 de septiembre, independientemente de los factores políticos y de las teorías sobre un complot o un auto ataque, muestran que los terroristas que tomaron los aviones y atacaron las Torres Gemelas eran curiosamente de origen saudita y no sólo eso, sino que familiares de Osama Bin Laden que estudiaban en las principales Universidades de los Estados Unidos fueron sacados del país sin ningún interrogatorio. Lo importante no son las consecuencias de los actos terroristas en este caso, sino que los lazos económicos parecen ser más fuertes al igual que el petróleo que el porvenir de una nación. El poder económico de los árabes representa el 17% del PIB de los Estados Unidos, la relación entre la petrocracia Saudí y el gobierno petrolero de los Bush los hace un socio distinguido. Sin embargo estos últimos garantizan su única y segura fuente de recursos en vista de los fracasos antes experimentados en Medio Oriente y por el número de reservas que tienen.

La carencia de energéticos y la relación de la familia de los Saud monarcas del reino Saudí (y familiares de Osama Bin Laden) demuestran que su influencia en Estados Unidos, lo es mucho más que política, de los 700 mil millones de dólares invertidos por transacciones vía Internet,

---

<sup>16</sup> Rifkin. *op.cit.*, p 16.

500 provenían de manos saudíes<sup>17</sup> y los mil 400 millones de dólares provenientes de los Saud a las empresas de la familia Bush, sin contar la relación o las acciones del grupo Saud en empresas como Carlyle.<sup>18</sup>

Sin embargo, hoy algunos mencionan que “el grueso del consumo interno de petróleo en Estados Unidos proviene de Venezuela, Canadá y México. Por tanto, no existe una dependencia directa de Estados Unidos respecto al petróleo de Medio Oriente, es más, la importancia de este petróleo se ha ido relativizando tras la caída de la URSS y en la medida que avanza la implantación de transnacionales norteamericanas como Chevron<sup>19</sup>- Texaco en los yacimientos del Caspio y la región de eurasia.”<sup>20</sup> Sin embargo, se equivocan, todos los expertos han demostrado que a mediano y largo plazo las reglas del juego las pondrá Medio Oriente e Irak que para Estados Unidos es el lugar perfecto geoestratégicamente para continuar con su poder imperial, económico y asegurarse un abasto petrolero hasta ahora fallido. Estados Unidos esta desesperado por encontrar petróleo porque no lo tiene, sus reservas no soportan su ritmo económico, siendo el principal consumidor de energético en el mundo.

Otro miedo es la ironización del MO que en nombre del “fundamentalismo islámico” mencionan que los jóvenes musulmanes que tomen el poder dejarán de surtir petróleo para presionarlos políticamente, y que es por eso que occidente debe de estar donde están los recursos, para garantizar el abastecimiento y la seguridad del mundo, bajo esa combinación de Doctrina Bush y Carter.

---

<sup>17</sup> <http://www.newsai.com/f911chap3-5.html>, y Robert G. Kaiser, *Enormous wealth spilled into American coffers*, Washington Post, February 11, 2002.

<sup>18</sup> <http://www.tampabaylive.com/stories/2004/08/040804saudis.shtml>. *op.cit.*

<sup>19</sup> Incluso las políticas comerciales en medios de Chevron han variado bajo el slogan de “*human energy*”, estableciendo la necesidad de encontrar nuevas fuentes de energía estableciendo como una interrogante pero como probable el fin del petróleo como recurso primario.

<sup>20</sup> <http://www.rebellion.org/spain/030325enunez.htm>. Eduardo Nuñez. ¿Por qué el apoyo incondicional a EEUU en la actual Guerra?

Estados Unidos esta cayendo en los peores errores de su historia, la guerra de Irak, hasta hoy solo le ha dejado mayores gastos que réditos, en 2003 el senado aprobó un gasto militar de 355.400 millones de dólares, 12 % más que en 2003<sup>21</sup>, y para 2004 destinó un presupuesto de 400 mil millones de dólares<sup>22</sup> sin poder explotar un solo pozo o yacimiento pues los iraquíes se han encargado de explotarlos o bombardearlos.

Tanto Afganistán como la guerra de Irak han resultado más caros porque lo que pudieran explotar de petróleo difícilmente reeditaría el gasto además de que los habitantes han hecho estallar oleoductos para evitar por ejemplo que Estados Unidos retire el petróleo (vía Turquía)<sup>23</sup>, además el costo de mantener los portaviones, aviones y todo el equipo militar incluso en las bases de Arabia Saudita (las cuales ya fueron desmanteladas) solo han mostrado que la guerra fue un negocio fallido ambivalente, tanto para la familia Bush como para los intereses futuros de Estados Unidos. Este país hace la remembranza de Imperios como el Omeya, Roma o cualquier otro cuyo ejército consumía grandes cantidades de energía y a un desbaste alimentario por falta de recursos, que en este caso se reduce a un incremento con imposiciones fiscales, déficit y reducción de beneficios sociales.

La guerra le ha costado mas caro a Estados Unidos no sólo en cuestión militar, pues tras los acontecimientos del 11 de septiembre se perdieron entre cuatro mil y cinco mil millones de dólares en un año solo en el comercio minorista, además de los 30 mil millones por labores de limpieza, más de 109 mil personas perdieron sus puestos de trabajo, y las tendencias y críticas sobre la falta de empleo continúan, además de daños para el capital privado y público por 13

---

<sup>21</sup> <http://www.iblnews.com/news/noticia.php3?id=50347> (IBLNEWS, Agencias. *El senado apoya el mayor presupuesto militar de la historia*. Jueves, 17 octubre 2002) y <http://www.terra.com.mx/noticias/articulo/104076/> EFE y AP. *Aprueba EU gasto militar.* 16/10/02.

<sup>22</sup> [http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/business/newsid\\_2722000/2722449.stm](http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/business/newsid_2722000/2722449.stm) Lourdes Heredia. *EEUU: entre la guerra y el déficit*. BBC. 3 de febrero 2003.

<sup>23</sup> El 19 de octubre de 2004 la insurgencia iraquí hizo explotar con 2 kilogramos de explosivos un oleoducto que daba acceso al territorio de Turquía para que los Estados Unidos pudieran comenzar a explotar el petróleo.

mil millones de dólares, un descenso del 10 al 20% en el turismo es decir entre 48 mil y 96 mil millones de dólares.<sup>24</sup>

Otro golpe que ha recibido Estados Unidos es que además Venezuela ha anunciado cambiar las reglas del juego conforme al petróleo, tras la deposición fallida por el referéndum, avalado por la OEA (Organización de Estados Americanos) y la Fundación Carter) Hugo Chávez, Presidente de Venezuela, además de asegurar su legitimidad, anunció en su Programa "Aló Presidente" que implementará un impuesto petrolero a las empresas transnacionales y que no habrá más petróleo barato, incrementará del 10 al 16% el impuesto por explotación a las empresas transnacionales bajo el nombre de "Plena Soberanía Petrolera" buscando así que Petróleos de Venezuela (PDVSA) incremente sus regalías y participación en un 20 o 30%, ahogando más las esperanzas de hacerse de recursos petroleros baratos<sup>25</sup> por parte de los Estados Unidos.

Lo preocupante son además estas estadísticas, hoy por cada dos barriles de petróleo que se consumen, sólo se descubre uno nuevo.<sup>26</sup> Los yacimientos mundiales han sido explotados y no se han encontrado nuevos megayacimientos que puedan frenar la crisis del petróleo. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) la demanda energética mundial se incrementará en 57% antes del 2020. Una cosa es cierta, el petróleo barato terminó, pues según Rifkin cuando el precio del petróleo alcanzara los 50 dólares significaría que la mitad de las reservas de petróleo han sido consumidas y por tanto comenzaría la caída de la campana de Hubbert. Si se comprueba la teoría de Rifkin, el precio ya ha rebasado en este caso los 50 dólares, lo que acorde a su teoría indicaría que la campana de Hubbert empieza a descender, el 12 de octubre de 2004, el barril de petróleo Brent, alcanzó el máximo histórico de 51 dólares por barril entre otras cosas debido a la huelga en Nigeria<sup>27</sup> y

---

<sup>24</sup> Rifkin .*op.cit.* p 183.

<sup>25</sup> Joaquín Pérez Sánchez. *Desafío al Imperio*. P 54.

<sup>26</sup> Rifkin. *op.cit.* p 35.

<sup>27</sup> [http://www.eluniversal.com.mx/pls/impreso/version\\_imprimir?id\\_notas=249737&tabla=notas\\_H](http://www.eluniversal.com.mx/pls/impreso/version_imprimir?id_notas=249737&tabla=notas_H) AFP. El petróleo supera en Londres los 51 dólares. Martes 12 de octubre de 2004.

el 15 de octubre registró otro máximo de 55 dólares golpeando severamente el índice Dow Jones<sup>28</sup> y por lógica a las empresas referentes para este, como Hewlett Packard que empiezan a reportar pérdidas y crear un efecto en cadena e inflacionario a largo plazos. Las perspectivas de los especialistas parecen ir tomando forma, pues los incrementos sobre el precio son ya el tema más preocupante en los mercados mundiales. Se habla que a finales de la década según la revista Forbes, el precio podría alcanzar los 100 o 120 dólares el barril; de 2003 a 2004 simplemente el precio del barril se duplicó y no sólo eso, sino que se menciona que la producción petrolera está al 99% de su capacidad debido en gran parte a los conflictos en Rusia, las huelgas en Venezuela, y la inestabilidad de Medio Oriente. Además el aumento en la demanda de petróleo por parte de India y China están haciendo que el precio de la demanda crezca en 6.1% anual, lo que haría que para el 2010 la producción se tuviera que incrementar en 43%.<sup>29</sup> Además según Colin Campbell<sup>30</sup> la industria ha encontrado prácticamente el 90% de los “megayacimientos” mundiales y por si fuera poco 26 de los 40 se encuentran en el Golfo Pérsico.<sup>i</sup>

Con esto, la amenaza medio ambiental, el sobrecalentamiento del planeta, el aumento de los precios del petróleo y lo más importante, la aparente carestía a corto, mediano o largo plazo, hacen que el hidrógeno se convierta en una de las soluciones más viables para volverse proveedor primario del mundo.

La curva de campana de Hubbert parece comenzar su descenso, aunque hasta hoy ni los especialistas, geólogos, petroleras, científicos, ni gobiernos terminan por ponerse de acuerdo en que fecha las reservas del petróleo se comenzarán a agotar, además de que estos mismos grupos no han llegado a un acuerdo en cuestiones numéricas, de cuantas reservas probadas

---

<sup>28</sup> [http://mx.biz.yahoo.com/djla/041015/20041015I001852\\_1.html](http://mx.biz.yahoo.com/djla/041015/20041015I001852_1.html) Dow Jones. *DJ Precio Crudo En 9no Máximo Histórico En 2 Semanas*. 15 de octubre de 2004.

<sup>29</sup> [http://65.54.186.250/cgi-bin/linkrd?lang=ES&lah=a53213192cc25d4cb234195b77798781&lat=1098206628&hmon=http%3a%2f%2fwww%2eforbes%2ecom%2f2004%2f10%2f19%2fcx\\_da\\_1019topnews%2ehml%3fpartner%3dcommentary\\_newsletter](http://65.54.186.250/cgi-bin/linkrd?lang=ES&lah=a53213192cc25d4cb234195b77798781&lat=1098206628&hmon=http%3a%2f%2fwww%2eforbes%2ecom%2f2004%2f10%2f19%2fcx_da_1019topnews%2ehml%3fpartner%3dcommentary_newsletter)

<sup>30</sup> Doctor en geología por la Universidad de Oxford, y geólogo de exploración para la empresa Texaco.



quedan, cuantos recursos son realmente explotables y cuantos yacimientos nuevos pueden encontrarse. Algunos, como la Science y Scientific American plantean que entre el 2010 y el 2020 comenzará la campana de Hubbert,<sup>31</sup> otros el 2037<sup>32</sup> e incluso hasta el 2040, lo cierto es que el petróleo esta en la fase “resbaladilla”, la dependencia de Estados Unidos hacia Medio Oriente es trágicamente mayor para ellos, simplemente las reservas recuperables de Arabia Saudita son 150 veces mayores a las de Estados Unidos y por si sola posee el 26% de las reservas totales<sup>33</sup>.

Lo que busca el hidrógeno es evitar estos escenarios de crisis, cambiar la economía y sus movimientos de raíz, evitar las jerarquías y el control vertical de los energéticos, es decir evitar que grandes empresas controlen al mundo, las fusiones BP-Amoco, ExxonMobil, Elf Total, Chevron Texaco han sido el resultado del control de recursos por unos cuantos, a su vez las paraestatales como PEMEX, Saudi Aramco, NIOC y Petróleos de Venezuela<sup>34</sup> son grandes monopolios de energético, lo que hace que estas grandes empresas o Estados mantengan un control de recursos exclusivo. Lograr un sistema horizontal a nivel energético, se daría primero con la descentralización del recurso y su producción a través de desarrollo tecnológico, que al menos tendrían las empresas por medio siglo, sin embargo los cambios a nivel tecnológico, la necesidad de producción, de competencia y la “flexibilidad”, que se espera del petróleo traería ese cambio; por eso su comparativo con el *internet*, que en un principio era gobernado o creado por la imagen del Estado, la relación de los *think tanks* y el empresariado estadounidense, y su conexión con las universidades. Es decir el *internet* y su uso era para unos cuantos, pero la revolución tecnológica ha hecho que sigan existiendo las grandes corporaciones, pero que surjan medianos, pequeños actores en la red, que como bien mucho

---

<sup>31</sup> Rifkin.*op.cit.*, p 26.

<sup>32</sup> Según The Energy Information Administration, el petróleo tocará techo en este año si la producción anual creciera en 2% anual.

<sup>33</sup> Rifkin.*op.cit.*, p 51.

<sup>34</sup> Rifkin.*op.cit.* p 100.

se y ha ido diversificando, es así como la infraestructura dominada por las grandes empresas empezará a crear esos lazos de descentralización.

El mismo sistema político global y la difícil extracción del petróleo ha hecho que tanto la distribución, creación de infraestructura, oleoductos, refinerías, el sistema comercial y los grupos empresariales sean pocos, que 358 personas tengan la misma riqueza que la mitad del mundo.<sup>35</sup> Este modelo económico de economías a escala, de polarización de clases ha sido una herencia de los combustibles fósiles. Bajo un sistema así, la sociedad 20:80<sup>36</sup> será una realidad.

La sustitución del petróleo por hidrógeno irá deslavando la figura política de este recurso como estratégico al momento de negociar. Con el hidrógeno cualquiera es capaz de obtener el recurso, quizás en un principio el control sea de los países potencia pero con los años se permitirá descentralizar más y más la energía.

Las investigaciones en cuanto a hidrógeno son muy prometedoras y necesarias, pues el consumo energético mundial esta en crisis. Volver a explotar carbón o gas natural no significaría avance alguno y solo sería una medida de contingencia pero con resultados a nivel ambiental más graves de lo que podría creerse. Consumir arenas asfálticas, petróleo crudo pesado y esquisto tendría consecuencias sumamente negativas. El esquisto produce 39% mas CO2 que el petróleo normal, el petróleo sintético a partir del carbón produce 72% más y el gas natural además de que también produce CO2 parece tocará la campana de Hubbert en 2020<sup>37</sup>, por lo tanto no solucionan la crisis.

---

<sup>35</sup> Rifkin.*op.cit.*, p 285.

<sup>36</sup> La sociedad 20:80 es un modelo económico en el que se menciona que en menos de la mitad de este siglo 20% de la población ser suficiente para mantener la marcha de la economía mundial. Hans-Peter Martin y Harald Shumann. *La trampa de la globalización*. p 10.

<sup>37</sup> Rifkin.*op.cit.*, p 154, 164.

Las consecuencias ambientales serían terribles, en menos de un siglo se ha modificado la bioquímica del planeta, la atmósfera tienen 31% más de CO<sub>2</sub> que en 1750, el metano ha aumentado en un 151% y el óxido nítrico en un 17%.<sup>38</sup> Los deshielos en el ártico son más constantes. Este reflejo muestra que ningún ecosistema y ninguna especie podría soportar el cambio climático, los *hábitats* caerían en una desestabilización, el agua potable se contaminaría, habría deforestación masiva además de extinción de especies y sequías.<sup>39</sup> Lugares como Venecia por ejemplo están presentando un hundimiento más constante cada año y se cree que la ciudad podría desaparecer en algunos decenios, además países como Holanda podrían ser sumergidos en su totalidad. Groenlandia<sup>40</sup> está presentando un deshielo progresivo. Esto es sólo una de tantas consecuencias que puede traer el incremento en el uso de combustibles como el petróleo.

El hidrógeno busca su forma más promisoría de desarrollo vía pilas de combustible<sup>41</sup>, y busca el desarrollo ecológico a partir de la conversión de energías renovables a hidrógeno en un principio. Es decir el hidrógeno es muy variable en cuanto a su forma de obtención. A pesar de todo, del costo, las pilas parecen ser la forma más viable para producir energía en este siglo, y serían quienes cambiarían la manera de comportarse de la economía de la sociedad y de la política. Las pilas funcionarían bajo un sistema de generación distribuida, de manera horizontal y no vertical como el petróleo, y al mismo tiempo de manera descentralizada y en forma de redes debido a sus características.

La economía del hidrógeno funcionaría como las comunicaciones electrónicas, la instalación de estaciones energéticas en cada instalación como casas, autos, edificios, es decir en cualquier lugar como funciona el Internet y el sistema *World Wide Web (www)*, éstos son el prototipo de

---

<sup>38</sup> Rifkin.*op.cit.*, p 166.

<sup>39</sup> Rifkin.*op.cit.*, p 168.

<sup>40</sup> Se debe contemplar que un deshielo traería además consecuencias impresionantes a nivel mundial, crisis alimenticia y social, pues 50% de la población mundial vive en costas y casi al mitad de los cultivos se realizan en estas regiones.

<sup>41</sup> Las pilas de combustible convierten en electricidad la energía química de un combustible que reciben del exterior.

cómo se cree que debe de funcionar el hidrógeno. Quizás a diferencia de lo que plantea Rifkin las grandes empresas de petróleo, que se convertirían en energéticas no perderán su poder, porque a diferencia del *internet* parece que sería más difícil para un ciudadano volverse un productor a la vez, y mucho menos que a nivel mundial las empresas poderosas después de tanta investigación se vuelvan en simples administradoras de servicio. A diferencia de empresas como AOL y Microsoft, estas distribuyen *softwares* y servicios pero no pueden tener un control en la red, aquí el control se daría vía el suministro por servidores locales. Resulta difícil que el ciudadano pudiera tener el potencial de volverse proveedor, pues su potencial de producción es pequeño, se podría lograr la auto sustentación por un periodo de tiempo, la casa podría funcionar como un edificio inteligente en cuestiones autonómicas a nivel energético. Además si funcionara igual que el modelo *web* habría que buscar como funcionaría y cuales serían los errores de la red, el efecto de una red no controlada podría traer los "*hackers*" del sistema energético. Lo mejor sería que existan servidores locales proveídos por empresas que darán más autonomía al consumidor, pero evitarían que este pudiera dañar a otros si el poder y el margen de maniobra es equitativo. La energía no es información, es la fuente de todo y no puede ser tratada simplemente como una mercancía.

Si no existiera un regulador de energía a pesar de democratizar el servicio esto crearía un caos porque cada miembro de esa red es potencial para desequilibrar al resto, debe de ser bajo un acceso similar pero bajo una mayor identificación de quien y donde provee y consume el servicio. La *web* es democrática porque el proveedor de herramientas (las empresas) ha dado control y libertad mediante la venta de *know how* al consumidor. El reto y el control dependerá hasta que grado las empresas permitan y quieran vender el *know how* para producir, vender, traspasar y controlar energía al consumidor, pues el consumidor por si mismo no lo podría hacer, ese es el caso del *internet*.

Las pilas de hidrógeno traerían beneficios en cuanto a descentralización, trasladarían al ciudadano urbano a las poblaciones rurales, y se constituirían núcleos más diversos porque la energía será mas viable a largo plazo tanto de transporte como de acumulación y de distribución. La producción de alimentos además será mas ecológica y mas distribuida mediante esa misma descentralización que se dará. Se cree que llegará el momento en que el hidrógeno valga casi cero y sería ahí cuando los avances tecnológicos y las circunstancias lo harán verdaderamente equitativo ( esta prospectiva habla de siglos). El hidrógeno podrá presentarse entonces como el sistema base de una economía de mercado mas social, la dependencia hacia otros mercados no será mayor y la distribución de recursos será mayor, sobre todo en países como México y el subdesarrollo donde hay tanto matices.

A nivel financiero este energético evitaría crisis y desvalances por la variación del precio y la cotización, pues su extracción es ilimitada. El Estado-nación que vino con la era de los combustibles fósiles<sup>42</sup>no desaparecerá pero sin duda si cambiará en base al poder de las transnacionales, la aldea global<sup>43</sup> múltiplemente citada sería el nuevo panorama mundial donde el sector económico y la movilidad comercial y financiera no tendría precedentes, el Estado será un administrador de “aldeas” no Estados, lo que conllevaría a una mayor eficiencia en cuanto a la explotación y aprovechamiento de recursos locales pero las decisiones serían a largo plazo y de manera ficticia como un parlamento de las antes naciones que toman decisiones en conjunto debido a que la interconexión ha impedido tomar decisiones autónomas. La misma característica del hidrógeno parece que reducirá la pobreza y permitiría

---

<sup>42</sup> Rifkin. *op.cit.* p 304.

<sup>43</sup> “La “aldea global” sugiere que finalmente se formó la comunidad mundial, concretada en las realizaciones y las posibilidades de comunicación, información y fabulación abiertas por la electrónica. Sugiere que están en curso la armonización y homogeneización progresivas.

Se basa en la convicción de que la organización, el funcionamiento y el cambio de la vida social, en el sentido amplio, que comprende evidentemente la globalización, están ocasionados por la técnica y, en este caso, por la electrónica. En poco tiempo las provincias, naciones y regiones, así como las culturas y civilizaciones, son permeadas y articuladas por los sistemas de información, comunicación y fabulación agilizadas por la electrónica.” Octavio Ianni. *Teorías de la globalización.* p. 5.

acceder a “mayor calidad de vida”, las deudas externas se mantendrían más estables y con menos procesos inflacionarios que con el petróleo.<sup>44</sup>

Las sociedades estarían interconectadas por medios de comunicación y transporte menos peligrosos, mas eficientes y ecológicos. Se intentará reestablecer los errores o al menos frenar las perspectivas ecológicas sobre el planeta y el ser humano pasará a una nueva era que trastocará todo, el mismo sistema podría hacer que las nacionalidades y el arraigo étnico sea secundario (sin perder el estado de pertenencia), donde la llamada *umma* establecería ese hábito de vivir en comunidad como se planteó históricamente con el islamismo.

La Unión Europea es hoy el inicio de lo que será la “búsqueda de la pérdida gradual de nacionalismos<sup>45</sup>”, (aunque habría que decir que este término estaría a debate, quizás no a una desaparición gradual, sino a la evolución o modificación del mismo en base a que las tradiciones, el arraigo cultural, la religión, el idioma, y la misma historia instauran bases que vienen de la misma creación del Estado- Nación, por lo tanto se hablaría más de una identidad Europea, sin dejar de ser español, o ser Latinoamericano, sin dejar de ser mexicano, es decir, los regionalismos podrían modificarse en base a esa interacción basada en la globalización que solo modificaría ciertos usos-costumbres, mas no los lazos de pertenencia y arraigo, con esto, las interacciones basadas en la mezcla de nacionalismos crea una nueva o renovada identidad, que no se pierde, sino se transforma) y la sustitución de bloques que se interesarán más por el bien común que por los conflictos interétnicos partiendo de un interés económico y de bienestar común. El incremento de flujos migratorios entre países buscará crear la coexistencia pacífica en base a la *otredad*, (aunque sabemos que los actos realizados en Francia en noviembre de 2005, y algunos grados de xenofobia en el mundo como los casos de turcos-alemanes entre muchos otros, parece marcar que la tendencia tomaría al menos un siglo) y todo ello irá

---

<sup>44</sup> Rifkin. *op.cit.* p 290.

<sup>45</sup> Se plantea que para el 2025 el 50% de la población mundial vivirá en un lugar donde no nació.

acompañado de la descentralización energética. El Estado-nación será reformado en una gran región que coo-actuará con el creciente poder empresarial líder en las tomas de decisiones. El proceso tomará un siglo o más pero será de tal trascendencia como la revolución industrial y todo lo que trajo consigo. El petróleo seguirá ocupándose en sus más de mil aplicaciones pero será historia de la humanidad.

## 4.3 ANÁLISIS

Cómo señala Rifkin casi todos los aspectos de la vida cotidiana extraen su energía de combustibles fósiles, la revolución del hidrógeno entonces se dará por un cambio de patrones energéticos, con esto los modelos cambian, las tecnologías cambian, incluso la política cambia. Los elementos geopolíticos no son, en consecuencia, elementos extraños a los desarrollos observados, eventos como Irak, Chechenia, Venezuela, mismo México y la zona de Medio Oriente no están entonces distantes de ninguna manera a los aspectos económicos, políticos, sociales, geopolíticos, culturales, que son entre otros todo lo que conlleva el petróleo, que es lo que cambiará el hidrógeno, un elemento diferente primario y básico trastoca todos los escenarios posibles, la reconfiguración de un sistema mundial, las nuevas guerras, los nuevos inventos, los descubrimientos, los alcances y límites, las estructuras, los poderes.

Un escenario sin petróleo afectaría a la máxima potencia debido a que las características económicas cambian.

Con el paso de los años se comenzará a ver como Estados Unidos desplazará sus intereses petroleros por garantizar la supremacía del hidrógeno. Estados Unidos no desea compartir el botín tecnológico con Europa, y parece que solo ITER es el proyecto al que no quieren llegar conjuntamente, pero verían riesgoso dejar de participar en él.

Este país sigue hasta hoy apostando al petróleo mientras no tenga la certeza ni la viabilidad de la aplicación del hidrógeno, sin embargo este nuevo elemento se ha convertido en parte de su política de Seguridad Nacional; jugará un papel entonces ambivalente, por un lado incrementará la inversión por ganar la carrera del hidrógeno frente a Europa y por otro continuará en el desarrollo de guerras por obtener petróleo de cualquier forma. Este país planea invertir en la explotación de yacimientos sobre Alaska, el Mar Caspio, sobre la misma Rusia y la zona de conflicto en Chechenia, en África con Nigeria y su golpe fallido en Irak, además Irán podría convertirse en el tercer objetivo de ataque debido a que posee las segundas reservas más grandes de gas natural en base a la excusa de pertenecer al “eje del mal” y a que según la ONU ha reiniciado sus prácticas nucleares en el 2005.

La dependencia petrolera de una potencia reduce sus capacidades de poder, y la dependencia no solo es reciente, desde 1948 cuando este país se convirtió en importador neto, agudizando paulatinamente sus políticas internacionales para asegurar el control sobre reservas petroleras foráneas y garantizar el suministro. Con la crisis del Suez de 1956, Estados Unidos aprovechó por primera vez su incursión a Medio Oriente, donde el gobierno de Washington maniobró, de acuerdo a las supuestas convicciones anticolonialistas de Eisenhower, para desplazar a



Francia y a Inglaterra de sus territorios y ocuparlas bajo un colonialismo económico. Pasando así a ser los Estados Unidos una potencia de primer orden.<sup>46</sup>

Esta primera incursión representa el antecedente de lo que hasta principios del siglo XXI significa Irak. Este país es sólo tras Arabia Saudita el segundo yacimiento petrolero más rico, del mundo, su carestía y/o necesidad responden a que la invasión fue realmente por cuestiones petroleras. Las reservas de este país parecen ser cada vez más reducidas y menos saludables de lo que parecen.

La economía de Estados Unidos ha caído en diversas ocasiones debido a la fluctuación de precios del crudo y cada vez las revistas y publicaciones como Forbes, Newsweek, Fortune, y los periódicos estadounidenses publican la necesidad de obtener petróleo, bajo encabezados que tocan temas como: la carencia de recursos petroleros, la importancia del petróleo, la carencia de energía en la zona de California (séptima potencia económica del mundo), la dependencia en Medio Oriente que produce el 40% del petróleo mundial y 60% de la comercialización (dentro del grupo de la OPEP)<sup>47</sup> y más que nada lo más preocupante las expectativas perdidas sobre el control efectivo de Irak, que se convirtió sin duda en un Vietnam. Estas noticias son solo el reflejo de la preocupación de un gobierno que puede ver caída su competitividad, seguridad y control vía la falta de recursos, donde Irak es sólo la confirmación de un fracaso anunciado. El control de los pozos petroleros en ciudades tan ricas como Basora será sólo un sueño sin realizar; el control sobre los yacimientos no ha ocurrido ni ocurrirá, es decir la “Operación libertad a Irak”, mejor conocida como “Operación libertad a su petróleo” se puede considerar un fracaso. Lo cierto es que el mundo y Estados Unidos dependerán de Medio Oriente para sobrellevar el ritmo productivo de la economía y no caer en recesión vía el control de este recurso. Irak debe de ser considerado como otra guerra perdida, la explotación

---

<sup>46</sup>[http://www.mundoenergia.com/contenido/s\\_reportajes/r\\_0201\\_historia\\_energia.htm](http://www.mundoenergia.com/contenido/s_reportajes/r_0201_historia_energia.htm). Abel Domínguez. Breve historia de la energía. Enero de 2002.

<sup>47</sup>[http://www.mundoenergia.com/contenido/s\\_reportajes/r\\_0201\\_historia\\_energia.htm](http://www.mundoenergia.com/contenido/s_reportajes/r_0201_historia_energia.htm). *op cit*.

de los recursos de esta zona jamás llegará a manos de los Estados Unidos convirtiéndose éste en un verdadero problema de Seguridad Nacional que en unos años los podrá llevar a una crisis energética, tanto por su carencia como por el alza de precios que será constante. Con esto se puede demostrar también que Irak tiene desde un punto de vista objetivo y dejando de lado los tintes políticos, si una significación económica y vital, porque las reservas anunciadas por Estados Unidos ni están probadas, ni son tan grandes y mucho menos parecen satisfacer su abasto para al menos cinco años según los expertos.

El papel que desempeñará Irak en el curso de los próximos años será una gran incógnita. A lo largo del año 1999, este país llevó su producción a un nivel de 2,8 millones de barriles diarios, con el fin de alcanzar el nivel ligeramente superior de 5,2 mil millones en exportaciones de petróleo autorizados por las resoluciones del Consejo de Seguridad de Naciones Unidas en el marco del programa "alimentación contra petróleo".<sup>48</sup> El incremento obedece por lógica a una necesidad de mayor consumo, pero mientras no ocurra, este país no piensa quedarse con los brazos cruzados .

#### 4.4 ¿POR QUÉ EL HIDRÓGENO?

Es por eso que Estados Unidos invierte en fuentes alternas, pero no contempla tanto a la solar, eólica, biomasa, por su potencial y poca eficiencia, confía en el hidrógeno de manera más velada y discreta que la Unión Europea por el poder empresarial que depende del comercio del petróleo. Para el norteamericano, se resume en una palabra, el hidrógeno es una energía constante, es abundante y por tanto es una atractiva opción alterna; si Europa tiene tanta

---

<sup>48</sup> [Http://www.Telecotrans.Es/Cnt/Comisioneu1.html](http://www.Telecotrans.Es/Cnt/Comisioneu1.html). Comisión De Las Comunidades Europeas Bruselas, 11.10.2000. Com (2000) 631 Final. *Comunicación De La Comisión. Asunto: El Suministro De Petróleo En La Unión Europea Y El Precio Del Petróleo.*

confianza y los descubrimientos dentro de Estados Unidos han demostrado viabilidad, se debe de apostar en esta energía.

El futuro está en crear productos como ya ocurre ahora que ahorren energía en la vida cotidiana, de establecer lineamientos en las empresas y de pasar a un cambio gradual de usos energéticos contaminantes a su paso al hidrógeno. El mejor ejemplo son de nuevo los automóviles ejemplos que ya se han mostrado y que son la manera palpable de mostrar al hidrógeno como la revolución que viene. El cambio de combustibles fósiles a autos híbridos y la búsqueda del cambio de auto híbrido al auto que sólo use hidrógeno mediante pilas y la infraestructura que todo ello implica son el mejor ejemplo de que el cambio es gradual pero progresivo. En países europeos como Alemania la cultura de energía ha sido altamente desarrollada, y al adquirir productos así como en el caso de los automóviles, esta variante se ha convertido en determinante en el factor de decisión de compra por cuestión de economía. La sociedad se ha dado cuenta que el ahorro les permite eficientizar sus recursos y favorecer su economía.

El cambio energético ya empieza a manifestarse en el mundo, Bill Gates (Microsoft), General Electric, Morgan Stanley, Citigroup, Merrill Lynch, Barclays, Dresdner o Credit Suisse ya tienen dentro de sus acciones y clientes a los fabricantes de pilas combustibles, lo que sin duda vislumbra lo prometedor del negocio del hidrógeno.<sup>49</sup>

En Estados Unidos el hidrógeno comienza a insertarse en las inversiones de Wall Street y podrían convertirse en la contraparte saludable de los golpes que reciben las fluctuaciones del petróleo. Pronto el hidrógeno será materia primordial de *lobbying* en todo el mundo porque implicará que quien ponga las reglas del juego serán las empresas en su beneficio y en materia de legislación para este nuevo recurso.

---

<sup>49</sup> <http://winred.com/EP/articulos/n/a1887.html>. *op cit.*

A su vez, de nuevo se demuestra que el modelo universidades-gobierno-empresas de los Estados Unidos y el gobiernos - Unión Europea -empresas, pueden funcionar sumamente bien y a pesar de las diferencias mantenerse en una carrera por conseguir el hidrógeno y con esto desplazar o mantenerse en la categoría hegemónica del mundo.

Europa parece tener en materia de fuentes alternas e hidrógeno mayor madurez liderados por Alemania, pero Estados Unidos en base a su sistema descentralizado de investigación, de mayor inversión interna y cooperación entre instituciones puede marcar la diferencia con Europa. El hidrógeno sin duda marcará el cambio de era y será una revolución guiada por las comunicaciones y la tecnología industrial, con este cambio posiblemente acabarán los conflictos con Medio Oriente, Chechenia y África, pues en materia energética todos serán potencialmente productores y las zonas codiciadas se olvidarán paulatinamente.

Y no sólo eso, el hidrógeno será solo un puente que llevará a las nuevas energías que hoy lo convierten, el siguiente paso acorde con el Laboratorio Lawrence, sería la “fusión aneutrónica”, es decir sin neutrones. Debido a su facilidad por cargar partículas y convertirlas de manera más fácil en energía eléctrica, reduciendo costos, haciéndola más económica y reduciendo aún la contaminación térmica que crea la fusión. Posteriormente podría ser la energía por medio de los campos magnéticos, pues mismo Carl Sagan alguna vez mencionó que la manipulación de los campos magnéticos traería consigo al hombre en otra revolución, pues podrá alcanzar velocidades y potencialidades nunca imaginadas.

La carrera del hidrógeno tras todo esto demuestra ser una realidad, una carrera de proyectos propios y de cooperación plasmada en ITER, que hoy como proyecto es una realidad, por las inversiones y por el costo que representa.

Por otro lado todas las críticas al hidrógeno pueden ser eliminadas con los proyectos automotrices que han demostrado a pesar de las limitaciones tecnológicas avances paulatinos que en 30 años o mucho menos demostrarán incluso su comercialización. Otro punto a favor del hidrógeno es que ningún país industrializado o potencia ha menospreciado al hidrógeno.

Una cosa es segura, la incorporación del hidrógeno a la economía mundial no derribará de golpe al petróleo, que seguirá siendo energético útil y conservará sus usos secundarios como materia prima de productos plásticos o medicinas, tampoco y sería erróneo decir que el petróleo desaparecería de la noche a la mañana y que en un futuro se le encuentre además otras funciones, sin embargo, todavía hoy tiene en contra que cada vez existen menos yacimientos explotables. Además a la fecha no se sabe cual puede ser la consecuencia o consecuencias de extraer este recurso del subsuelo en tales cantidades.

El hidrógeno no debe verse como sólo un descubrimiento, un energético, una materia prima, debe verse y sin caer en excesos como la base de la reconfiguración de sistemas económicos, equilibrios de poder y el ingreso a nuevas guerras que es todo lo que conlleva un cambio.

En cuanto a las perspectivas se observará que en los próximos años las potencias y más estos dos bloques de poder invertirán más en el desarrollo del hidrógeno, sus aplicaciones y la tensión a pesar de la cooperación que existe puede vivir una guerra en pos de la energía, ya sea por la carencia de una como por la conquista de otra. Medio Oriente se sumirá en una profunda crisis, el petróleo les impedirá tener poder y control, las relaciones árabe-norteamericanas cambiarían, lo que podría crear una misma guerra por cambio de intereses petroleros.

El papel de los países en vías de desarrollo se convertirá en crítico para productores y exportadores de petróleo, pues el juego en esta materia se dictará seguramente por una relación más polar aún entre el norte y el sur.

México es el caso más importante, no por la energía que deje de exportar, aunque será importante e incidirá en una crisis económica, sin embargo el punto es la autosuficiencia energética, el dominio del norte y los compromisos que se contraerán en caso de no obtener el *know how* a tiempo.

México debería apostar todavía hoy a la inversión, si bien el gobierno no parece administrar ni invertir los recursos, favorecer el apoyo a los inversionistas privados tanto del ramo energético como del ramo industrial en general.

México y el gobierno no venden PEMEX a pesar de su ineficiencia (la ineficiencia no depende de su sector productivo en si, sino del control sindical, el presupuesto que absorbe esta organización, de la falta de inversión o reinversión en ductos, petroquímica básica y secundaria, refinación, y a que gran parte de las mismas ganancias de PEMEX se destinan a sufragar erario público, y las ganancias por el alza de precios estimados en petróleo no saben en donde están ni a donde se destinan) , pero los Contratos de Servicios Múltiples (CSM) son al mismo tiempo si no ventas, si concesiones, lo único que se debe de hacer es quizás permitir una liberalización razonable de la paraestatal y hacer un análisis de cuanto se puede explotar, quien tiene la tecnología y la necesidad, pactar para que se invierta y mientras tanto usar ese dinero para el desarrollo de este próximo energético. Desde siempre las campañas de ahorro de energéticos y agua, han quedado en palabras huecas, pero simplemente dos días sin energía en cualquier ciudad pueden ser desquiciantes, sobre todo en las megalópolis.

Los escenarios a nivel global manejan diferentes variantes, por un lado de obtener el hidrógeno o cualquier otra fuente viable a tiempo, los países que invirtieron en la tecnología se convertirían en los nuevos proveedores de energético para el resto del mundo, acentuando más la diferencia entre el norte y el sur; el segundo escenario es el fracaso en la obtención de energía a partir de hidrógeno o cualquier otra fuente, lo que traería consigo una crisis energética y la inauguración real a nivel mundial de una verdadera lucha por recursos, como menciona Michael T. Klair, un sometimiento mayor a las políticas nacionales de los países subdesarrollados y mayor aún para países exportadores de petróleo, mayor dependencia de los países industrializados, pero mayor tensión en cuanto a política internacional se refiere.

El tercer escenario podría incorporar las fuentes alternas de energía ya conocidas, como solar, biomasa, eólica, presas, entre otras, que pudieran permitir la auto sustentación, que fueran transformándose en actores importantes a nivel comercial y cuyo uso se masificara, desplazando la dependencia hacia el petróleo y continuando en la búsqueda de planes de contención hacia una posible crisis mientras se busca al sustituto adecuado.

La energía es algo esencial para el desarrollo de los proceso de globalización y de lo que se llama modernidad, habrá que recordar lo que Einstein decía “La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma”, transformarla es lo que requiere México además de un proyecto energético del cual carece. La carrera energética parece estar muy pareja tanto en bloques como en recursos económicos y de investigación, determinar un ganador resultaría difícil, pero esta revolución silenciosa sin duda alguna traerá algunas sorpresas en menos de un decenio.

---

# CONCLUSIONES



## Conclusiones

La reconfiguración del sistema mundial irá guiada por el cambio energético que parece sucederá en unos 30 años de la mano del hidrógeno como el nuevo energético primario proveedor del mundo. Sus características en cuanto a eficiencia, ecología, menor pérdida de energía en su proceso de combustión, menor contaminación sonora, recursos para obtener este energético casi infinitos, y una paulatina descentralización y por tanto democratización de este recurso mediante un sistema al estilo “*world wide web*”, hará de este nuevo recurso un jugador básico en las nuevas relaciones del sistema mundo. Este podría irse guiando a partir de nuevos intereses dentro de la globalización, donde la auto sustentación y la tan citada “aldea global” formará parte de la deformación o metamorfosis del Estado como tal, calculando que dentro de 20 años el 50% de la población mundial no vivirá en el lugar donde nació, indica una pérdida paulatina de naciones homogéneas racialmente, de problemas religiosos, y de lo que quizás inaugurará una nueva era a su vez por generar guerras, ya no por recursos, sino por conquistar pero fuera de este mundo ante el agotamiento de recursos de nuestro planeta. ITER es entonces la opción más importante dentro de esta “carrera silenciosa”, hidrógeno a través de la fusión dentro de esta apuesta por continuar con el *status quo* estadounidense o el regreso al viejo continente del poder mediante el nuevo modelo de la Unión Europea.

El hidrógeno podría a su vez dotar a más de la mitad de la población mundial de energía, permitiría reducir el riesgo del calentamiento global, efecto invernadero, y el deshielo de las

zonas polares que parecen estar en riesgo, frenaría el peligro de un incremento gradual de temperatura con consecuencias no imaginadas, al igual que el cambio de características geográficas y ecosistemas derivadas de un energético mas limpio. A su vez parecería ser un paso más del capitalismo y aunque en un futuro llevaría a la democratización del recurso, en un principio crearía el colapso de las petrocracias, una crisis de Medio Oriente, de países como Venezuela, México y una mayor dependencia de estos hacia los países desarrollados.

Los cambios están siendo evidentes, según la revista Forbes, el mismo George W. Bush<sup>1</sup>, con intereses petroleros, pensaría quitar el Departamento de Energía y sustituirlo con grandes subsidios al hidrógeno.<sup>2</sup>

El modelo capitalista deberá buscar la solución en el que lleva años sin encontrar, que será evitar una crisis, cuyo mayor golpe podría venir de la mano de una carencia petrolera, es por eso que se busca acelerar procesos para que el hidrógeno sea fuente antes que se convierta en el héroe que evite una crisis sin precedente.

Los precios actuales del petróleo denotan las tendencias del mundo, la campana de Hubbert esta llegando a su fase descendente (a pesar de que algunos ingenieros, geólogos y especialistas hablen de una fase descendente infinita en cuanto a yacimientos probables

---

<sup>1</sup> El 28 de enero de 2003, el presidente Bush declaró sobre el hidrógeno "Una simple reacción entre hidrógeno y agua genera energía, que puede usarse para impulsar un auto produciendo solo agua, no humaredas. Con este nuevo compromiso, nuestros científicos e ingenieros rebasaran los obstáculos de tener los autos en un laboratorio y llevarlos a una sala de exhibición, así que el primer auto manejado por un niño que nace hoy sea propulsado por hidrógeno libre de contaminantes.

Únase a mi en esta importante innovación para hacer nuestro aire más limpio, y a nuestro país menos dependiente de los recursos energéticos del exterior." Presidente George W. Bush ante el Congreso.

<sup>2</sup>William Baldwin en "What Are You Worried About?" Octubre 18 de 2004 en, [http://65.54.186.250/cgi-bin/linkrd?lang=ES&lah=a0e7420fdcaeafebb28c5ef6748eed79&lat=1097628691&hm\\_action=http%3a%2f%2fwww%2eforbes%2ecom%2ffree\\_forbes%2f2004%2f1018%2f020%2ehtml%3fpartner%3dcommentary\\_newsletter](http://65.54.186.250/cgi-bin/linkrd?lang=ES&lah=a0e7420fdcaeafebb28c5ef6748eed79&lat=1097628691&hm_action=http%3a%2f%2fwww%2eforbes%2ecom%2ffree_forbes%2f2004%2f1018%2f020%2ehtml%3fpartner%3dcommentary_newsletter)

aunque nos sean tecnológicamente explotables) y las constantes crisis económicas, incrementos en los precios de crudo antes citados, desacelerarán no solo economías completas sino que podría crear una crisis de corte global como la del 29, por tanto apostar al hidrógeno parece ser la opción más probable, prueba de ello son los autos de hidrógeno, los prototipos o autos concepto que demuestran en el hidrógeno el cambio de era, y que de no serlo así se tendría que encontrar otro energético que se anticipará a las crisis que se derivarían ecológicas, energéticas, económicas, políticas y sociales.

¿Por qué no existe la transición hoy?

- El hidrógeno es poco viable actualmente como proveedor primario porque en los actuales experimentos, se consume más energía de la que se produce (*mayor input que output*).
- El precio actual de este energético es caro, poco costeable y se requieren inversiones que hoy no serían redituables, sería imposible masificar su producción.
- No existe en la tecnología actual, ni los materiales, ni el proceso adecuado para obtener el plasma energético.
- No se integrará a un nuevo energético hasta que no se agote verdaderamente el petróleo, pues de lo contrario representaría desarticular el negocio número uno del mundo.

- El proyecto de los países industrializados se basará en crear un mercado energético bien estructurado, que no podrá existir hasta que no tengan la capacidad de generar energéticos y dejar de importar petróleo.
- Los precios siguen a la alza y no bajarán, debido a que la demanda aumentará y la oferta entrará en crisis. El fin del petróleo barato ha llegado.
- La economía capitalista depende del dispendio energético y de la producción.
- El cambio tecnológico-energético es un negocio, y a su vez parte de un proceso, la conversión petróleo-hidrógeno deberá garantizar la supremacía y un ritmo de crecimiento económico y consumo sin precedentes. (autos, baterías, teléfonos, artículos domésticos, maquinaria, será parte de esa transición).
- Su producción, transporte, almacenamiento y distribución aún no están garantizados, al igual que su eficiencia energética.
- El hidrógeno es una fase de estudio hoy, con aplicaciones prácticas y factibles, pero no es una energía cuantitativa. “La producción actual de hidrógeno es de aproximadamente 55 millones de toneladas americanas/ año [50 Mt/año] y se destina en su mayor parte a fines industriales en aplicaciones químicas y petroquímicas. Una economía mundial que utilice el hidrógeno como un portador energético fundamental requerirá un incremento enorme de ese volumen de producción, además de una

compleja infraestructura nueva para el transporte y la provisión de hidrógeno a los usuarios.”<sup>3</sup>

¿Qué cambiaría con un sistema energético basado en el hidrógeno?

- En un principio la energía será monopolizada por los grandes consorcios y los países industrializados que invirtieron en la investigación y transición.
- Los conflictos en zonas como Medio Oriente, Latinoamérica, África o Rusia decrecerían, puesto que no sería el recurso más buscado, y base del sistema capitalista mundial.
- Se descentralizaría la producción con el tiempo, en base a la venta del *know how*, y paulatinamente el poder de las compañías antes petroleras, hoy energéticas, ira decreciendo.
- El papel del Estado controlador, pasará a compartir responsabilidades con los grandes corporativos mundiales, debido al control energético que estas tendrán en un futuro.
- El papel geopolítico y de las Relaciones Internacionales cambiaría, debido a un contexto más estable del papel de las energías como proveedores del mundo capitalista.

---

<sup>3</sup> [http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish05/sum05/p34\\_47.pdf](http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish05/sum05/p34_47.pdf). El hidrógeno: ¿Un futuro portador energético? Oilfield Review. p.34. 2005. Revisado.23/01/06. 3:21 pm.

- El subdesarrollo caería en una mayor dependencia y por lo tanto una polarización mayor en las relaciones norte-sur.
- El patrón tecnológico se renovará y cambiará, al parecer hacia un sistema de vida más ecológico.

Los precios por la energía se convertirán en referentes estables y no se caracterizarán por la incertidumbre y la especulación del capitalismo actual.

La viabilidad del hidrógeno ira marcado en cuanto a las etapas que tanto ITER como los gobiernos quieran realizar tanto de manera conjunta como nacional. Hay que destacar que el presupuesto otorgado ha dejado al menos a Europa en un debate debido a que la inversión absorbe el gasto energético que estaba destinado para otras materias, pero por un lado el tener en Europa la cede, les permitirá tener un margen de maniobra mucho más alto. A nivel económico un viraje energético acelerará las economías y creara un cambio en las dinámicas nacionales y de intercambio debido a que esas aldeas antes mencionadas podrán proveerse de una manera más eficiente, barata y ecológica de energía. Tener un sistema parecido a la *web* creará lazos sociales, económicos y políticos mucho más estables, menor dependencia en su estado óptimo entre los mismo estados y en un principio un control de los países desarrollados e industrializados junto con los grandes corporativos y las nuevas empresas energéticas del mismo. A nivel ambiental, no se menciona que se contamine en un estado cero, pero si que se reducirán considerablemente las emisiones intentando frenar el calentamiento global y a su vez la carestía energética terminará, se terminarán las viejas guerras, pero se inaugurarán nuevas y el proceso de reconfiguración mundial ira marcado por

la forma en la que se instaure el nuevo régimen energético, desde intentar hacerlo más democrático como el *internet* hasta volverlo un instrumento de control político entre los mismos Estados; con ello a su vez las comunicaciones podrían tener un cambio drástico en las cuestiones de conectividad que terminarían por agilizar y flexibilizar tiempos, comprobándose el cambio de etapa dentro de una era como se menciona en el presente trabajo. El hidrógeno es viable puesto que los cohetes que viajan al espacio usan este energético, es viable porque se ha podido usar en la historia del siglo XX, se ha mitificado su explosividad, flamabilidad o peligro, pero ha quedado descartada y el único reto que presenta es que pueda proveer al mundo de energía suficiente.

El primer reto es transformar la energía hoy, de serlo así habrá que girar atrás para ver si la perspectiva sobre el hidrógeno y sus alcances fue tan prometedora como se mencionó o esta fracasó y el mundo escribe su historia de otra forma. El petróleo necesita un sustituto urgente, el hidrógeno parece serlo, lo cierto es que si no es el hidrógeno tendrá que ser otra fuente, de lo contrario el positivismo y las perspectivas de una nueva era podrían traernos una era de caos y verdaderas carencias. Por su parte, Einstein parece no haberse equivocado, la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma, ese es el reto de ITER y del mundo en los próximos 30 años.

# BIBLIOGRAFÍA



Aboites, Vicente. *Fusión nuclear por medio del láser*. Col. La ciencia para todos. Ed. FCE. México 1995.

- Bertsch, Franz. *El futuro de la energía en Alemania. El potencial de las fuentes renovables*. Ed. In Press, Alemania: 2001, 13 pp.
- Brzezinski, Zbigniew, *El gran tablero mundial, Los Balcanes euroasiáticos* Ed. Paidós. Estado y Sociedad, Barcelona, España 2001. pp. 129-155
- Dr. Castillo Cano, Ulises. Dr. Madrigal Fernández, Arturo (compiladores). Sociedad mexicana de hidrógeno. *Reporte 1er taller: Potencial del Hidrógeno en el Desarrollo Energético Nacional*, Febrero de 2003 Cuernavaca,. México
- García Reyes, Miguel y Ojeada Fierro, Djalma, *El nuevo orden petrolero global*. Instituto Politécnico Nacional y media Comunicación, México D.F. 1999.
- Ianni, Octavio. *Teorías de la globalización*. 1ª ed. Ed. S XXI. México 1996. 184 pp.
- Kaku, Michio. *Visiones*. Madrid, Cátedra, 1999.
- Klare, Michael T. *Guerras por los recursos; El futuro escenario del conflicto global, Urano, tendencias*, Barcelona, España 2003, pp. 75-110.
- Krippendorf Ekkehart. *El Sistema Internacional Como Historia: Introducción A Las Relaciones Internacionales*. Ed. FCE. Capítulo 1 P. 9-22 México 1993.
- Le Monde Diplomatique, *Geopolítica del caos*, Edición española Ed. Temas de Debate, Barcelona, España 1999.
- Martin, Hans-Peter Y Harald Shumann. *La Trampa De La Globalización*. España, Taurus, 1998.
- Martinell Benito, Julio. *Los Prometeos Modernos O El Esfuerzo Para Controlar La Fusión Nuclear*. Fce. Col. La Ciencia Para Todos. México 1995.
- Rifkin, Jeremy. *La Economía Del Hidrógeno. La Creación De La Red Energética Mundial Y La Redistribución Del Poder En La Tierra*. Barcelona: Editorial Paidós, 2002, 324 Pp.
- Sakaiya, Taichi. *Historia del futuro. La sociedad del conocimiento*. Ed. Andrés Bello. Chile 1994 355 pp.
- Yacowitz, Marilyn (coordinadora). *Desarrollo sustentable: estrategias de la OCDE para el siglo XXI*. Ed. OCDE 1997, 195 pp.

Conferencias

“La Celda de Combustible de hidrógeno en la industria automotriz”, Dr. David Morillón Gálvez (Coordinador del Programa Universitario de Energía UNAM), Dr. Carlos Gay García (Director de Ciencias de la Atmósfera, UNAM), Dr. Herbert Kohler (Vicepresidente de Innovación Tecnológica y encargado en jefe de Medio Ambiente, Daimler Chrysler, 19 de Noviembre de 2004. UNIVERSUM, UNAM.

“La geopolítica como instrumento de reordenamiento internacional. El caso del petróleo” Mtro. Arturo Ponce Urquiza, Mtro. Alejandro Salgó Valencia, Mtro. Rubén Cuellar Laureano, Cr. Miguel García Reyes, Moderador. Prof. Juan Palma Vargas, 30 de Noviembre de 2004. FCPyS, UNAM.

## Hemerografía

- Bloomberg, “Analiza Ford nuevo motor de hidrógeno”, En *El Financiero*, Sección Negocios, México, Jueves 14 de octubre de 2004, p. 22.
- Faucher, Philippe, Martín Brulé, Sarah-Myriam. “Las implicaciones para Canadá de la integración regional del mercado de los energéticos”. En *Foro Internacional 176*, Colmex, *Xliv Foreign Affairs* En Español. abril-junio 2004. México. pp. 229-246.
- Foroohar Rana. “A New Era for Big Oil”, *Newsweek*, Vol. Cxlv No. 7, Ed. News For America, Eua, 16 de Agosto de 2004, pp. 56.
- Grafton Michael. “Energía de fusión cada vez más cerca”, *Muy Interesante*. Año Xx No 1. Ed. Televisa, México, 1 de enero de 2003. pp. 16-22.
- Guteri Fred, Romano Andrew. “Futuro híbrido”, *Newsweek*. Vol 9 No. 33, Ed. News for America, México, 6 de septiembre de 2004, pp. 28-36.
- Hastings Michael. “Gaste menos”, *Newsweek*, Vol 9 No. 33, Ed. News for America, México, 6 de septiembre de 2004, pp. 38-48.
- Howard Georgina. “Temen Crisis Energética En Los Próximos 25 Años”, en *El Universal*, Sección Internacional, México. 25 de octubre de 2002.
- Klare, Michale T. “La guerra que se cierne sobre Irán. en *La Jornada*. Sección Internacional. Sábado 16 de abril de 2005.
- LInl, “Pursuing the Promise of Fusion Energy”, Up Close, Ed. LInl, Usa, p. 6 .
- López Segura María Elena. “Con hidrógeno, mejor calidad del aire”, En *Diario Monitor*, Sección Ciencia Y Tecnología, Lunes 8 De Marzo De 2004, p. 11b.
- Mirré, Juan Carlos, “Oro líquido”, en *Quo*, No 79 Año 8. Ed. Expansión, México, mayo de 2004. pp. 66-67.

- Páez Varela, Alejandro, "Adiós al petróleo", en *Día Siete*, No 220 año 5. Semanal. Ed. El Universal, México. pp. 26-28.
- Ruiz, Franz, "El mito de la fusión en frío, la realidad de la fusión en caliente", en *Quo*, no. 79 Año 8. Ed. Expansión, México, mayo de 2004. pp. 68-72.
- Ruppert, Michael. "Why Hydrogen is no Solution" en *Scientific Answers To Marketing Hype, Deception And Wishful Thinking*. Ed. The Wilderness Publications, 2003.
- Salomone, Mónica. "Un Sol En La Tierra" . en *El País*, N. 1507, Semanal. España, Domingo 14 de agosto De 2005. pp. 522-25.
- Sánchez, Felipe. "Descalabro en Wall Street a causa de noticias económicas negativas". en *El Financiero*, Sección, Finanzas. Jueves 23 de septiembre de 2003 p. 28.
- Sánchez Perez, Joaquín. *Desafío Al Imperio*. Siempre, No. 2679, Año Li17 De Octubre De 2004, Semanal, P 54.
- Stoppard Michael, Yergin Daniel. "El gas es el próximo premio". en *Foreign Affairs en Español*. Volumen 82, número 6. enero-marzo 2004. pp. 127-136.

#### Fuentes de Internet

- [www.din.upm.es](http://www.din.upm.es) Departamento de Energía Nuclear. UPM. Revisado 28/07/2003 9:25 pm
- <http://Www-Fusion.Ciemat.Es/Fusion/TJII/Prensa.Html> El Proyecto Tjii: Noticias En La Prensa. Revisado 3/10/2003 11:07 pm
- <http://www.cchen.cl/Boletin/0.php> Revisado 3/10/2003 11:07 pm
- <http://www.cepb.una.py/nuclear/europa.html> Guillermo Mora. La energía nuclear y los seres humanos. (Paraguay 2002). Revisado 3/10/2003 11:07 pm
- <http://www.embamex.de/> Embajada de México en Alemania. Cooperación Científica y Tecnológica. Revisado 3/10/2003 11:07pm
- <http://nuevo.aquieuropa.com/portada.asp?tipo=1&tema=55> Un estudio demuestra que la aviación comercial internacional genera más emisiones que toda Francia Revisado 3/10/2003 11:07 pm
- <http://www.ucm.es/BUCM/be/prensa/temas/2003/03/20.htm> Relación de noticias con respecto a Energía. Fuentes: Europa Press, El Mundo, The New York Times, Aquí Europa. ABC, El País, Revisado 3/10/2003 11:07 pm

- <http://www.imasd-tecnologia.com/imasd/dic01/1201ma2.htm> UE / EURATOM  
El Consejo de Investigación de la UE solicita nuevamente la participación de EE UU en el proyecto ITER (10 dic 2001) Revisado 5/01/2004 1: 23 am
- <http://www-fusion.ciemat.es/fusion/iter/ITER.html> El Proyecto ITER.  
Revisado 5/01/2004 1: 23 am
- [http://europa.eu.int/comm/research/energy/index\\_en.html](http://europa.eu.int/comm/research/energy/index_en.html) European Commission. Research. Fusion. Revisado 5/01/2004 1: 23 am
- <http://www.efda.org> European Fusion Development Agreement. Revisado 5/01/2004 1: 23 am
- <http://www-fusion.ciemat.es/fusion/iter/Prensa.html> El Proyecto Iter: Noticias En La Prensa. Revisado 5/01/2004 1: 23 am
- <http://www.iter.es/> Informe de la oficina española del World Information Service on Energy / Nuclear Information and Resource Service (WISE/NIRS) Revisado. 5/01/2004. 1: 23 am
- [www.imasd-tecnologia.com/imasd/mar98/fusion.htm](http://www.imasd-tecnologia.com/imasd/mar98/fusion.htm) CIEMAT. introducción a la fusión nuclear: la energía del siglo XXI (30 marzo 1998) Revisado. 5/01/2004 1:23 am
- <http://www.llnl.gov/> Lawrence Livermore National Laboratory. Revisado. 13/04/2004 7:32 pm
- <http://fusedweb.llnl.gov/> FusEdWeb: Fusion Energy Educational Web Site. Revisado. 13/04/2004 7:32 pm
- <http://www.llnl.gov/str/Hill.html> Experiment mimics Nature's way with plasmas. Revisado. 13/04/2004 7:32 pm
- [www.barrameda.com.ar/colabora/hidroq01.htm](http://www.barrameda.com.ar/colabora/hidroq01.htm) Jacobo Quintanilla. El Ocaso Del Petróleo Y Las Perspectivas De Las Energías Renovables. Revisado. 19/08/2004 2:20 pm
- <http://www.ramonsantos.com/rifkin.html> Revisado. 19/08/2004 2:20 pm
- <http://www.fade.es/faPag/webFade/infoempresa/medioambiente/principal/sector/perspec.htm> OMC. Integración de la dimensión medioambiental en las demás políticas Revisado. 19/08/2004 2:20 pm
- <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia01/HTML/articulo13.htm> Juan M. Bermúdez y Lisandro Vázquez. Hidrógeno y desarrollo energético sostenible. Revisado. 19/08/2004 2:20 pm

- <http://www.rebellion.org/ecologia/hidrogeno021002.htm> pm Rifkin. "Los albores de la economía del hidrógeno". 2 de octubre. Revisado. 19/08/2004 2:20
- <http://www.europa.eu.int/comm/research/leaflets/energy/es/05.html> ¿Qué hace Europa? El hidrógeno energía del futuro. Revisado. 19/08/2004 2:20 pm
- [http://www.europa.eu.int/comm/energy/res/index\\_en.htm](http://www.europa.eu.int/comm/energy/res/index_en.htm) European Commission. New and Renewable Energies. Energy for the Future: Renewable Sources of Energy. Revisado. 19/08/2004 2:20 pm
- <http://www.campus-oei.org/revistactsi/numero4/resena3.htm> Carlos Osorio. UVC. Reseña. (Diciembre 2002) Revisado. 19/08/2004 2:20 pm
- <http://club.telepolis.com/ciep/libros/Ecohidrogeno.html> La economía del hidrógeno. Revisado. 19/08/2004 2:20 pm
- <http://www.belt.es/noticias/2003/junio/24/hidrogeno.htm> El País. La UE apuesta por el hidrógeno como la energía del futuro. (24 junio 2003) Revisado. 19/08/2004 2:20 pm
- <http://winred.com/EP/articulos/n/a1887.html> M<sup>a</sup> José García. La economía del hidrógeno. La carrera ha comenzado (06/08/2003) Revisado. 19/08/2004 2:20 pm
- <http://www.elchenque.com.ar/eco/hidrog/temrelh/hidrogeno.htm> Un mundo a hidrógeno. Artículos. Revisado. 19/08/2004 2:20 pm
- <http://www.rebellion.org/ecologia/030619ariza.htm> L.M. Ariza. La energía basada en el hidrógeno puede dañar la capa de ozono, según expertos de Estados Unidos. (19 junio 2003) Revisado. 19/08/2004 2:20 pm
- [http://www.tendencias21.net/index.php3?action=page&%20id\\_art=27655](http://www.tendencias21.net/index.php3?action=page&%20id_art=27655) David Carrión. Comienza la transición energética hacia la economía del hidrógeno. *Madrid ya dispone de los primeros autobuses impulsados por esta energía e Islandia acaba de inaugurar su primera estación de este combustible limpio.* Revisado. 19/08/2004 2:20 pm
- <http://www.worldpaper.com/DiarioMundial/sp2003/feb02/nrg1.html> Agencias. Solo hidrógeno. Revisado. 19/08/2004 2:20 pm.
- <http://www.tecnol.com.ar/espanol/tapa.asp?noID=71> Revista Tecnoil. El hidrógeno viene marchando. (Agosto de 2003) Revisado. 01/05/2004 11:30 pm

- <http://miquiztli.cie.unam.mx/smh2ac/boletin/Reporte%20Taller%20de%20Hidrogeno%20SMH.pdf> Centro de investigación en energía. International Symposium on Solar - Hydrogen - Fuel Cell - 9 Revisado. 01/05/2004 11:30 pm
- <http://www.tierramerica.net/2001/0805/noticias1.shtml> IPS. Danielle Knight. EL hidrógeno moverá al mundo. Revisado. 01/05/2004 11:30 pm
- <http://www.todito.com/paginas/noticias/130656.html> FIA. Promueven hidrógeno como fuente alterna de energía (8/22/03) Revisado. 23/03/2004 12:28 pm
- <http://europa.eu.int/scadplus/leg/es/s14000.htm#REN> Europa. Energía. Energías Renovables. Revisado. 25/03/2004 10:50 pm
- [www.ideal.es/waste/fusion.htm](http://www.ideal.es/waste/fusion.htm) Julio Arrieta. Fusión, energía nuclear limpia. Revisado. 25/03/2004 10:50 pm
- <http://www.HFPeurope.org> Welcome to the European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform (HFP) Revisado. 25/03/2004 10:50 pm
- [http://europa.eu.int/comm/research/energy/fu/article\\_1122\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/research/energy/fu/article_1122_en.htm) European Comission. Energy Research. Our mission. Revisado. 25/03/2004 10:50 pm
- [http://europa.eu.int/comm/research/energy/gp/gp\\_ef/article\\_1095\\_en.htm#2](http://europa.eu.int/comm/research/energy/gp/gp_ef/article_1095_en.htm#2) Energy research. 16 November 2004 - European Commission presents blueprint for the final sprint in ITER negotiations. Revisado. 25/03/2004 10:50 pm
- <http://www.proteccioncivil.org/nuclear.htm> Dirección General de Protección Civil y Emergencias. Revisado. 25/03/2004 10:50 pm
- [http://www.urjc.es/z\\_files/ag\\_fund/ag03/curso\\_tecnologia.html](http://www.urjc.es/z_files/ag_fund/ag03/curso_tecnologia.html) Gullero Calleja Prado. Universidad Rey Juan Carlos. Tecnología Del Hidrógeno. La Clave Del Transporte Futuro Y De La Economía Energética Sostenida En Europa. Revisado. 25/03/2004 10:50 pm
- <http://seninte.upc.es/personal/dies/fusio.htm> J. Dies, J. Fontanet, J.M. Fontdecaba, F. Tarrasa, A. Pino, F. Albajar. Departament de Física i Enginyeria Nuclear La Fusión Nuclear. (16 marzo 1998) Revisado. 25/03/2004 10:50 pm

- [http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/NotTecnicas/petrolfuener/futuro\\_petroleo.htm](http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/NotTecnicas/petrolfuener/futuro_petroleo.htm) Futuro del petróleo y sus sustitutos. Revisado. 25/03/2004 10:50 pm
- <http://www.fade.es/faPag/webFade/infoempresa/medioambiente/principal/sector/perspec.htm> OMC. Integración de la dimensión medioambiental en las demás políticas Revisado. 25/03/2004 10:50 pm
- [www.ambientenews.com.ar/a\\_news/28.htm](http://www.ambientenews.com.ar/a_news/28.htm). Editorial. Ambiente News #28. Utilización Del Hidrogeno Como Fuente De Energía Alternativa (Diciembre 2000) Revisado. 25/03/2004 10:50 pm
- [www.conae.gob.mx/eventos/hidrogeno.html](http://www.conae.gob.mx/eventos/hidrogeno.html) Comisión Nacional para el ahorro de Energía. Revisado. 25/03/2004 10:50 pm
- [www.aga.com.mx/hidrogeno.html](http://www.aga.com.mx/hidrogeno.html) Hidrógeno - H2 Revisado. 25/03/2004 10:50 pm
- [www.panoramaenergetico.com](http://www.panoramaenergetico.com) Ómnibus a hidrógeno Revisado. 25/03/2004 10:50 pm
- [www.harc.edu/fuelcell.html](http://www.harc.edu/fuelcell.html) HARC. Fuel cell data for the marketplace. Revisado. 25/03/2004 10:50 pm
- [www.igc.apc.org/raenergy/fuelcl.html](http://www.igc.apc.org/raenergy/fuelcl.html) Fuel Cell File. From Fuel Cell Handbook  
A.J.Appleby & F.R.Foulkes. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida  
Original Edition 1989, Reprint Edition 1993. Revisado. 25/03/2004 10:50 pm
- <http://www.bolpress.com/economia.php?Cod=2002070739> CNI. Gobierno debe analizar si es mejor exportar o industrializar el gas boliviano (¡4-08-2003) Revisado. 27/08/2004 1:06 pm
- <http://www.iblnews.com/noticias/06/108877.html> DPA. El hidrógeno de fuentes renovables es sustituto ideal del petróleo. (junio 2004) Revisado. 27/08/2004 1:06 pm
- [http://www.ambientum.com/revista/2003\\_01/HDRGNO.htm](http://www.ambientum.com/revista/2003_01/HDRGNO.htm) El hidrógeno como combustible. (Ed. Febrero de 2003) Revisado. 27/08/2004 1:06 pm
- <http://www.nodo50.org/arevolucionaria/masarticulos/enero2004/economiahidrogeno.htm> Igor Villareal. La economía del hidrógeno. (enero 2004) Revisado. 27/08/2004 1:06 pm

- <http://revista.consumer.es/web/es/20021101/actualidad/informe1/> Urgen alternativas más rentables y no contaminantes. (noviembre 2002) Revisado. 27/08/2004 1:06 pm
- <http://www.argenpress.info/nota.asp?num=003886> Amazings. Hidrógeno barato. (10/07/2003) Revisado. 27/08/2004 1:06 pm
- [http://www.medioambiente.gov.ar/noticias/medios/2003/m\\_030703\\_04.htm](http://www.medioambiente.gov.ar/noticias/medios/2003/m_030703_04.htm). Editorial. El hidrógeno en el futuro argentino. (7-3-2003) Revisado. 27/08/2004 1:06 pm
- <http://www.lbouza.net/bru.htm> La Vanguardia. El granero del petróleo. (13-10-10) Revisado. 27/08/2004 1:06 pm
- <http://www.analitica.com/va/economia/opinion/8237583.asp> Milko Luis González. Informe Petrolero: La supervivencia del Petróleo. (26 julio 2000) Revisado. 27/08/2004 1:06 pm
- <Http://W3.El-Mundo.Es/Motor/2001/MV192/MV192-Pag04.Html>. Manuel Doménech. Hidrógeno. La Única Alternativa Válida Al Petróleo Revisado. 27/08/2004 1:06 pm
- <http://www.ingemac.netfirms.com/noticia3.2.htm> INGEMAC. El hidrógeno como combustible. Revisado. 27/08/2004 1:06 pm
- <http://www.km77.com/marcas/honda/fcx-v3/texto.asp> Juan Carlos Veríssimo. Pila de combustible con hidrógeno y sin baterías (26-01-01) Revisado. 27/08/2004 1:06 pm
- <http://www.ofes.fusion.doe.gov/iter.html> Detailed Information on the ITER Program Revisado. 21/09/2004 10:31 am
- <http://www.iter.org/> ITER homepage. Revisado. 21/09/2004 10:31 am
- <http://www.jet.efda.org/> JET is the world's largest nuclear fusion research facility. Revisado. 21/09/2004 10:31 am
- <http://www.manicore.com/documentation/renouvelables.html> ,
- <http://www.manicore.com/documentation/serre/> Jean-Marc Jancovici. Le réchauffement climatique (le changement climatique) : réponse à quelques questions élémentaires. Revisado. 22/09/04 5:50 pm
- [http://www.lainsignia.org/2002/octubre/cyt\\_007.htm](http://www.lainsignia.org/2002/octubre/cyt_007.htm) Jean-Marc Jancovici. La Insignia. ¿El hidrógeno, energía del futuro? (Bélgica octubre 2002) Revisado. 22/09/04 5:50 pm
- [http://www.w3ar.com.ar/unisud/esp/b/detalle/04\\_05hidrogeno.htm](http://www.w3ar.com.ar/unisud/esp/b/detalle/04_05hidrogeno.htm) El hidrógeno como sustituto no contaminante del petróleo Revisado. 22/09/04 5:50 pm
- [http://www.mundopetroleo.com/scripts/reportaje\\_h\\_45.asp](http://www.mundopetroleo.com/scripts/reportaje_h_45.asp) El Universal. El petróleo terminará sobrando. Revisado. 22/09/04 5:50 pm



- <http://www.iblnews.com/noticias/06/108877.html> DPA. El hidrógeno de fuentes renovables es sustituto ideal del petróleo. (2 junio 2004) Revisado. 24/09/04 11:50 pm
- [http://www.mundoenergia.com/contenido/s\\_reportajes/r\\_0201\\_historia\\_energia.htm](http://www.mundoenergia.com/contenido/s_reportajes/r_0201_historia_energia.htm) Abel Dominguez. Breve historia de la energía. (Enero 2002) Revisado. 24/09/04 11:50 pm
- <http://fusedweb.pppl.gov/FAQ/section2-energy/part2-enviro.txt> Robert F. Heeter. Environmental Characteristics of Fusion as a Future Energy Source. (29 septiembre 2004) Revisado. 24/09/04 11:50 pm
- [www.madsci.org/posts/archives/Apr2003/1051645602.Ph.r.html](http://www.madsci.org/posts/archives/Apr2003/1051645602.Ph.r.html) Steve Nelson, Grad student, nuclear astrophysics Ph.D. program, Nuclear Lab, Duke University. Wouldn't fusion energy deplete our water sources? (19 abril 2003) Revisado. 24/09/04 11:50 pm
- <http://www.state.gov/español/ites/0504/ijes/abraham.htm> US Department of State. Press and public Affairs. Revisado. 01/10/2004 10:20 pm
  
- <http://www.michaelmoore.com> Michael Moore Home page. Facts about 9/11. Revisado. 11/10/04 10:20 pm
  
- <http://www.newsaic.com/f911chap3-7.html> y Saudi ambassador responds to claims in "Fahrenheit 9/11" an Associated Press report 8/04/04 Revisado. 17/10/04 10:20 pm
- <http://www.newsaic.com/f911chap3-5.html>, y Robert G. Kaiser, Enormous wealth spilled into American coffers, Washington Post, February 11, 2002. Revisado. 17/10/04 10:20 pm
- <http://www.tampabaylive.com/stories/2004/08/040804saudis.shtml> y Saudi ambassador responds to claims in "Fahrenheit 9/11" an Associated Press report 8/04/04. Revisado. 17/10/04 10:20 pm
- <http://www.elmundo.es/elmundo/2003/08/14/internacional/1060893592.html> Revisado. 18/10/04 10:30 pm
- <http://www.rebellion.org/spain/030325enunez.htm> Eduardo Núñez. ¿Por qué el apoyo incondicional de España a EE.UU. en la actual guerra contra Irak? (25 de marzo de 2003) Revisado. 18/10/04 10:30 pm

- <http://www.iblnews.com/news/noticia.php3?id=50347> IBLNEWS. El senado apoya el mayor presupuesto miliar de la historia. (17 octubre 2002) Revisado. 18/10/04 10:30 pm
- <http://www.terra.com.mx/noticias/articulo/104076/> EFE: Aprueba Estados Unidos gasto militar (16-10-10) Revisado. 18/10/04 10:30 pm
- [http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/business/newsid\\_2722000/2722449.stm](http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/business/newsid_2722000/2722449.stm) BBC. EEUU entre la guerra y el déficit. (3 febrero de 2003) Revisado. 18/10/04 10:30 pm
- <http://www.clarin.com/diario/2002/10/03/o-453197.htm> Jeremy Rifkin, en "Cuando muera el petróleo" publicado en Clarín. Jueves 3 de octubre de 2002 Año VII N°2371 Revisado. 18/10/04 10:30 pm
- [http://www.eluniversal.com.mx/pls/impreso/version\\_imprimir?id\\_notas=249737&tabla=notas\\_H](http://www.eluniversal.com.mx/pls/impreso/version_imprimir?id_notas=249737&tabla=notas_H) AFP. El petróleo supera en Londres los 51 dólares. (12 de octubre de 2004) Revisado. 18/10/04 10:30 pm
- [http://www.fromthewilderness.com/free/ww3/081803\\_hydrogen\\_answers.html](http://www.fromthewilderness.com/free/ww3/081803_hydrogen_answers.html) Michael C. Ruppert. Why Hydrogen is No Solution - Scientific Answers to Marketing Hype, Deception and Wishful Thinking (18 agosto 2003) Revisado. 25/11/04 8:13 pm.
- [http://www-fusion.ciemat.es/fusion/iter/Prensa/elpais\\_13\\_01\\_04.html](http://www-fusion.ciemat.es/fusion/iter/Prensa/elpais_13_01_04.html) El País. Bruselas considera que la UE puede construir sola el proyecto ITER (14 enero 2004) Revisado 30/01/05 10:05 pm.
- [http://www-fusion.ciemat.es/New\\_fusion/es/Fusion/noticias.shtml](http://www-fusion.ciemat.es/New_fusion/es/Fusion/noticias.shtml) El Mundo. Bruselas considera que Europa tiene capacidad para construir ITER en solitario (14 enero 2004) Revisado 14/02/05 10:05 pm
- [http://www.forbes.com/feeds/ap/2004/12/05/ap1691762.html?partner=europeanmarket\\_newsletter](http://www.forbes.com/feeds/ap/2004/12/05/ap1691762.html?partner=europeanmarket_newsletter) Associated Press. Gas Prices Drop As Oil Production Rises. Revisado. 12/03/04, 05:25 pm.
- [http://www.forbes.com/2004/10/19/cx\\_da\\_1019topnews.html?partner=commentary\\_newsletter](http://www.forbes.com/2004/10/19/cx_da_1019topnews.html?partner=commentary_newsletter) Dan Ackman, Is Oil Heading For \$100? Revisado. 10/19/04, 9:30 AM ET

- [http://www.forbes.com/feeds/ap/2005/01/30/ap1791579.html?partner=europeanmarket\\_newsletter](http://www.forbes.com/feeds/ap/2005/01/30/ap1791579.html?partner=europeanmarket_newsletter) Associated Press. Energy Costs Trickle Through World Economy. Revisado. 01/30/05, 05:59 pm
- [http://www.forbes.com/feeds/ap/2005/02/06/ap1807586.html?partner=asianmarket\\_newsletter](http://www.forbes.com/feeds/ap/2005/02/06/ap1807586.html?partner=asianmarket_newsletter) Associated Press. Gas Could Be Costly for Summer Motorists. Revisado. 02/06/05, 05:39 PM
- [http://www.forbes.com/2004/12/31/cx\\_sr\\_1231ipooutlook.html?partner=financial\\_newsletter](http://www.forbes.com/2004/12/31/cx_sr_1231ipooutlook.html?partner=financial_newsletter) Scott Reeves. IPO Outlook. No Gas In PRB Transportation's IPO. Revisado. 12/31/04, 6:00 am.
- <http://www.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/future/benefits.html>? US Department of Energy. Benefits of a Hydrogen Economy. (=7/01/2004) Revisado. 02/22/05 5:40 pm
- [www.jornada.unam.mx/2005/mar05/050331/022a1eco.php](http://www.jornada.unam.mx/2005/mar05/050331/022a1eco.php). Klare, Michale T. El colapso energético se avecina. Revisado. 5/abr/05 1:09 am
- <http://www.aop.es/Tema4/CAPITULO%2004.pdf>. Reservas mundiales. Producción y duración. Revisado 20/06/05 12:52 pm.
- <http://www.telecotrans.es/cnt/comisione1.html> Comisión De Las Comunidades Europeas. Bruselas, 11.10.2000. Com (2000) 631 Final. *Comunicación De La Comisión*. Asunto: El Suministro De Petróleo En La Unión Europea Y El Precio Del Petróleo. Revisado. 18/10/05. 8.40 pm  
<http://girona.feslateva.com/noticia/internacional/91115/12200.html> Europa Press. Cumbre UE.- Los Veinticinco piden un acuerdo internacional antes de julio para que la sede del ITER se fije en Europa. 25 de marzo de 2005. Revisado 20/06/ 05 1:37 pm
- <http://es.news.yahoo.com/050628/4/44wfp.html> Europa Press. Crónica UE.- La ciudad francesa de Cadarache albergará la sede del reactor de fusión termonuclear ITER. Moscú 28 de julio 2005. Revisado 2/09/ 05. 11:45 am.
- <http://www.noticias.com/articulo/30-05-2005/nuria-pelaez-rodriguez/europa-apuesta-hidrogeno-como-combustible-futuro-4hjq.html>. Nuria Peláez Rodríguez. Europa apuesta por el hidrógeno como combustible del futuro. 30/05/2005 Revisado. 2/11/05 . 5:30 pm.

- <http://www.deloitte.com/dtt/article/0,1002,sid%253D75464%2526cid%253D81228,00.html>. Energía, Sostenibilidad y Competitividad en Europa. Revisado. 4/11/ 05. 10: 50 am.
- <http://colombia.indymedia.org/news/2004/02/9767.php>. Expansión de la bases militares de Estados Unidos por Chalmers Johnson, *Ferero. 09, 2004, 11:31 AM*. Título original: America's Empire Bases, Publicado por: href="<http://www.nationinstitute.org/tomdispatch/>" TomDispatch, Enero 15, 2004. Traducido por Felisa Sastre y revisado por Marga Vidal. Revisado. 21/01/ 06. 8:32 pm.
- [http://www.portafolio.com.co/port\\_secc\\_online/porta\\_inte\\_online/2006-01-19/ARTICULO-WEB-NOTA\\_INTERIOR\\_PORTA-2700106.html](http://www.portafolio.com.co/port_secc_online/porta_inte_online/2006-01-19/ARTICULO-WEB-NOTA_INTERIOR_PORTA-2700106.html). AFP. Alza sorpresiva de las reservas de petróleo y gasolina en E.U. 19 enero 2006. Revisado. 22/01/06. 1:55 pm.
- <http://www.esmas.com/noticierostelevisa/internacionales/472073.html>. EFE. Pide EU a Europa reservas de petróleo. Septiembre 2 2005. Revisado. 22/01/06 1:55 pm.
- <http://www.arrakis.es/~lallave/nuclear/fusion.htm>. Energía Nuclear. Revisado. 22/01/06 2:00 pm.
- [http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish05/sum05/p34\\_47.pdf](http://www.slb.com/media/services/resources/oilfieldreview/spanish05/sum05/p34_47.pdf). El hidrógeno: ¿Un futuro portador energético? Oilfield Review. p.34. 2005. Revisado.23/01/06. 3:21 pm.
- <http://usinfo.state.gov/journals/ites/0504/ijes/larson.htm>. Alan Larson. LA GEOPOLITICA DEL PETROLEO Y EL GAS NATURAL. Perspectivas económicas, mayo 2004. Revisado.23/01/06. 3:21 p.m.