

El fin de la era de los combustibles fósiles. Sus consecuencias

Roberto Bermejo Gómez de Segura

La energía ha determinado el desarrollo y la supervivencia o muerte de las civilizaciones. La civilización industrial se ha construido gracias a los combustibles fósiles y, en especial, al petróleo, por tener una alta densidad energética, ser fácilmente extraíble, manejable y transportable. Las guerras del siglo XX han sido motivadas en gran medida por el control de petróleo y las perdieron aquellos países que no pudieron asegurar un flujo suficiente del mismo, como fue el caso de Alemania en las dos guerras mundiales y de Japón en la segunda. A finales del siglo XX el 85% de toda la energía comercial mundial provenía de los combustibles fósiles, distribuida de la siguiente forma: petróleo 40%, gas natural 23%, carbón 21% y otros combustibles un 1%. El paradigma dominante afirma que los recursos naturales son ilimitados, gracias al desarrollo científico-técnico y a la acción del mercado, que tiende a sustituir el uso de recursos escasos por otros abundantes. Pero esta civilización está entrando en crisis por la inminencia del techo de extracciones de petróleo, al que seguirá a medio plazo el del gas natural. Esta crisis no tiene precedentes, por lo que es difícil prever cómo se desarrollará y su duración. Lo que sí se puede prever es que la civilización que emergerá se basará en otro paradigma menos arrogante y más proclive a buscar en el comportamiento de la naturaleza las soluciones a la actual insostenibilidad del sistema y, en el campo de la energía, a imitar las extraordinariamente eficientes técnicas naturales de captación de la energía solar. En este informe se analiza las causas y consecuencias de los techos del petróleo y del gas natural y se apunta la dirección de la obligada transformación energética.

1. El techo del petróleo

El agotamiento de cualquier recurso depende de dos factores: las reservas existentes y el ritmo de consumo. En esta sección analizaré ambos, teniendo en cuenta que mucho antes del agotamiento el ritmo de extracciones (que no de producción, porque no se fabrica nada, sino que se bombea) empezará a declinar, por las limitaciones geológicas de los yacimientos.

1.1 Reservas

Las reservas de petróleo se dividen en convencionales y no convencionales. Las primeras contabilizan el petróleo ligero procedente de las zonas tradicionales. Las segundas proceden de zonas marinas profundas, el petróleo pesado obtenido de arenas bituminosas, el petróleo del ártico y el gas licuado. Existe un consenso amplio en torno a la falta de datos fiables sobre las reservas existentes, especialmente en el caso de los países petroleros que tienen nacionalizados los yacimientos. En estos los datos son un secreto de Estado. Los gobiernos de los países petroleros exageran su potencial para atraer inversiones hacia la prospección y explotación de yacimientos. A los miembros de la OPEP esta postura les ha permitido, además, demandar una mayor cuota de extracción (ya que la OPEP ha controlado la oferta asignando a cada miembro una cuota, calculada en base a sus reservas) (Alekklett y Campbell, 2003).

A pesar de la falta de datos fiables, la gran mayoría de los estudios llegan a la conclusión de que las reservas originarias de petróleo convencional oscilan alrededor de los 2 billones de barriles. El informe "Global 2000", publicado en 1980 por orden del presidente Carter, el cual es el informe más exhaustivo, estima unas reservas originarias de 2,1 billones de barriles. Otro estudio denominado *World Oil Supply 1929-2050* y realizado por *Petroconsultants* en 1995 (el cual analiza los 10.000 yacimientos existentes) coincide totalmente con el informe anterior (ASPO Newsletter 2003, diciembre; Zittel y Schindler, 2003 y 2004). La *Association for the Study of Peak Oil*

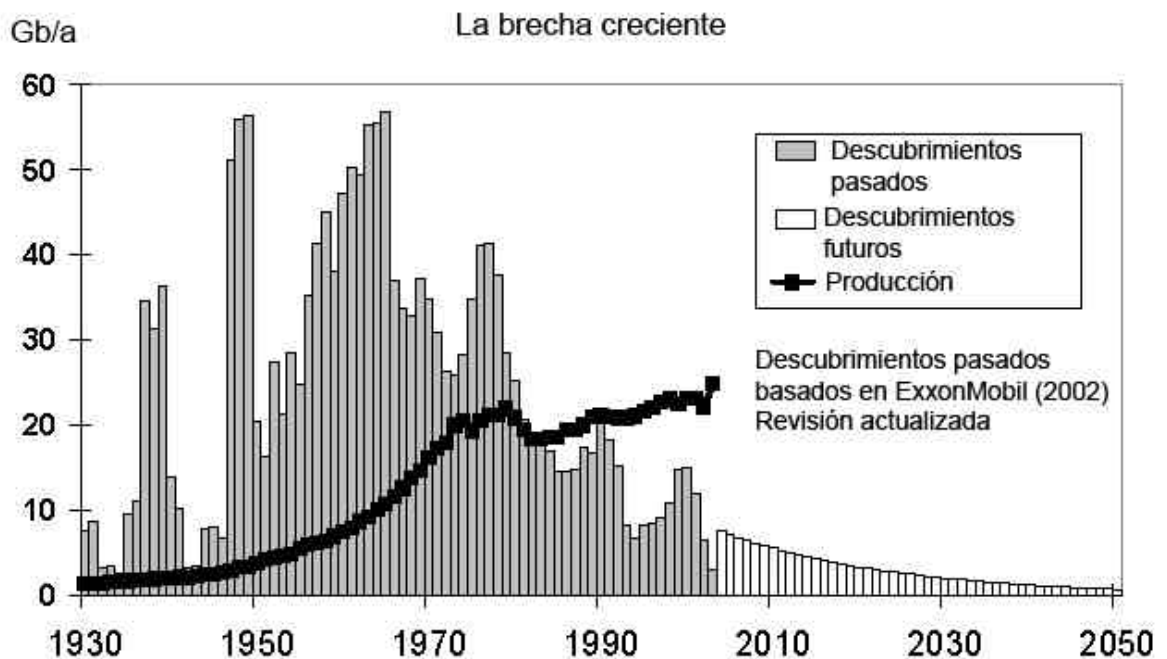
(conocida como ASPO, una organización dedicada al estudio del techo del petróleo y a elevar la conciencia de los gobiernos y sociedades sobre el problema) mantiene desde hace años la estimación de que el total de petróleo convencional originario es de 1,85 billones de barriles. La estimación media de 65 consultoras, compañías de petróleo y otros entes es de algo menos de 2 billones de barriles de petróleo convencional (Alekkett y Campbell, 2003). Por el contrario, un estudio de 2000 del *US Geological Survey* (USGS) estima en 3 billones de barriles el petróleo convencional originario, lo cual, junto a estimaciones también desmedidas sobre el petróleo no convencional, le permite afirmar que no habrá problemas de abastecimiento hasta después de 2030. Este estudio rompe con la moderada tendencia tradicional de este organismo y ha venido siendo respaldada por la Agencia Internacional de Energía (AIE) y por la mayor parte de los Estados, aunque esta opinión está cambiando con rapidez (Zittel y Schindler, 2003). Estas instituciones se están desacreditando porque sus previsiones están cada vez más lejos de la realidad. La diferencia entre ambas estimaciones es más importante de lo que se aprecia a primera vista porque, como ya hemos consumido unos mil millones, la segunda estimación dobla la cantidad remanente de la primera.

Los expertos denuncian que las estimaciones desmedidas sobre las reservas que se realizan están hechas por economistas y les niegan capacidad técnica para ello. Como dice Colin Campbell (2004), fundador de ASPO, “los geólogos buscan petróleo, los ingenieros lo producen y los economistas lo venden. Ten cuidado de los economistas que te dicen cuanto hay”. Alekkett y Campbell (2003) opinan que “el mundo ha sido exhaustivamente explorado utilizando tecnología avanzada y conocimiento científico bien probado. Además, la industria se ha dirigido a los proyectos más grandes y mejores (...) Si pudiera haberse encontrado más, se habría hecho, lo cual explica la tendencia a disminuir los descubrimientos desde la década de los 60”. Alrededor de dos tercios de las reservas de petróleo convencional del mundo se encuentran en el Golfo Pérsico. Arabia Saudita es el país clave de la zona (aporta unos 9,5 millones de barriles al día -Mb/d- al consumo mundial, que es de 85 Mb/d). Este país manifiesta que puede aumentar su extracción (12,5 Mb/d en 2009 y 15 Mb/d en 2012), pero un número creciente de analistas considera que apenas tiene capacidad de crecer. Se multiplican los signos que respaldan esta conclusión. Las reservas declaradas por el gobierno saudita (250.000 Mb) son muy superiores a los resultados de los rigurosos estudios realizados en la década de los 70 del siglo pasado por los geólogos (los mejores de la época) de Exxon, Mobil, Chevron y Texaco (100.000-150.000 Mb), que controlaban ARAMCO antes de su nacionalización en 1979. La última estimación fiable (de 1981) era de 139.000 Mb (Simmons, 2005b). Edward Price, jefe de prospección de ARAMCO cuando era una empresa privada, afirma que extraoficialmente los técnicos sauditas afirman que las altas expectativas oficiales están basadas en las estimaciones desacreditadas del USGS (ASPO News, 2005 diciembre). Una proporción creciente de su petróleo es de mala calidad. Han empezado a explotar yacimientos que no se utilizaban por la baja calidad de su petróleo y dificultad de extracción. Esta es una de las razones por las que el saudí Shihab-Eldin (secretario general de la OPEP) considera necesario que el precio del petróleo no baje de 40\$ para que la OPEP pueda expandir su oferta. Pero, sobre todo, es muy posible que el yacimiento Ghawar (en explotación desde 1949), el mayor del mundo y responsable del 60% del petróleo que bombea Arabia Saudita, esté muy cerca del declive. Se cree que está siendo sobreexplotado (se le inyectan 7 millones de barriles de agua salada al día para mantener la presión) y está en funcionamiento desde hace 56 años (Porter, 2005). La falta de capacidad de la OPEP para hacer frente a la demanda ha sido confirmada por los Ministros de Petróleo de Argelia y Qatar y por el Presidente Chávez. El Secretario de Energía de EE.UU. ha afirmado que los países de la OPEP “están justo en el límite” de capacidad para satisfacer la demanda (Klare, 2005). A finales de 2005 la *Energy Information Administration* de EE.UU. rebajó en 11 Mb/d su previsión de capacidad de bombeo de la OPEP para 2025 (Leggett, 2006).

Las fuentes principales de petróleo no convencional son el de aguas profundas (a más de 500 m, la mayor parte se encuentra en el Golfo de Méjico y frente a las costas de Brasil, Nigeria y Angola), las arenas bituminosas de Canadá y el petróleo pesado de Venezuela. Canadá extrae cerca de un millón de barriles al año (pero para conseguirlo gasta gas natural equivalente a un tercio de la energía del petróleo extraído y la escalada del precio del mismo en Norteamérica supone un freno a su explotación). Venezuela obtiene 0,6 Mb/a, lo que supone un incremento de un 20% en los dos últimos años. Aunque se espera que siga aumentando estas extracciones, no parece probable que puedan hacerlo a este ritmo, debido al incremento de costes y al balance energético cada vez más pobre (el balance energético general entre energía obtenida e invertida ha pasado de un ratio 100:1 en 1950 al actual de 10:1), consumo de agua, impacto ambiental, etc. (Staniford, 2005). El petróleo de aguas profundas se está convirtiendo en la principal fuente de petróleo no convencional, pero después de su techo en 2011 decrecerá con rapidez. Más adelante analizaré este tema.

Los expertos se basan en la teoría de Hubbert y en la experiencia de décadas de estudio del comportamiento de los países petroleros. Ésta teoría establece que las curvas de descubrimientos de nuevos yacimientos y de extracciones tienen forma de campana, y que unas décadas después de que la primera curva alcanza el techo lo hace, así mismo, la segunda. La causa es que llega un momento en el que el consumo supera el petróleo nuevo y, a partir de aquí, cada vez es mayor la fracción de petróleo consumido procedente de yacimientos antiguos. Este geólogo acertó al predecir en la década de los 50 (y en contra de la opinión general) que el techo de extracciones de EE.UU. se produciría a principios de la década de los 70. Ocurrió en 1971.

Gráfico 1: La brecha creciente



Fuente: ASPO Newsletter 2004 setiembre: 3

La curva de nuevos descubrimientos alcanzó su techo en 1964, tal como muestra el gráfico, y ahora tiene una caída tendencial de alrededor del 5% al año. Desde finales de la década de los 70 (periodo en el que se descubrió el petróleo del Mar del Norte y los yacimientos super gigantesco-más de 2.000 Mb- de la bahía de Prudoe en Alaska y el Cantarell en Méjico) no se han descubierto yacimientos super gigantesco y los yacimientos gigantesco (unos 500 millones de barriles) hallados han descendido a cero. En 2000 se descubrieron 16, 8 en 2001, 3 en 2002 y ninguno en 2003 y 2004. Más de la mitad de las extracciones actuales provienen de yacimientos que, en su

mayoría, tienen más de 40 años. El ritmo actual de descubrimientos es la cuarta parte del previsto en el estudio norteamericano para el periodo 1995-2025 (ASPO Newsletter, 2004, marzo; Zittel y Schindler, 2004). Según Simmons, unos 120 yacimientos con una capacidad de bombeo superior a 100.000 b/d suministran el 49% del petróleo. 14 de ellos bombean cada uno por encima de 0,5 Mb/d ofertan el 20% y tienen una edad media de 53 años (www.simmonsco-intl.com).

La disminución del ritmo de descubrimientos afecta de forma especial a las empresas petroleras privadas, que después de las nacionalizaciones de la década de los 70, se ven obligadas a buscar petróleo en zonas cada vez más inhóspitas, por lo que están perdiendo cuota de mercado (poseen alrededor del 20% del petróleo). Se prevé que en 2005 su oferta disminuya en relación a 2004 (1,52% las cinco compañías mayores y un 0,65% las 20) (Petroleum Review, 2005 octubre). Un informe de la consultora Wood Mackenzie muestra que sólo un cuarto de las 28 compañías más importantes consiguen por lo menos mantener sus reservas. Esto significa sus crecientes dificultades para encontrar yacimientos rentables. Por ello, estas compañías reducen sus inversiones en prospección e incrementan las destinadas a comprar empresas (BP ha absorbido Amoco y Arco, Exxon a Mobil, Chevron a Texaco y a Unocal, etc.), a aumentar el ritmo de extracción de los yacimientos en explotación, multiplicando las perforaciones (de 35.000 millones de dólares en 1998 a 50.000 en 2003), a aumentar sus reservas de gas natural y a campos alternativos (hidrógeno, energías renovables, etc.). Esta tendencia se mantiene a pesar de que los altos precios del petróleo han incrementado mucho sus ganancias y de grandes beneficios fiscales (deducciones de impuestos) que obtienen por la prospección (Stanley, 2005).

La disminución de inversiones se manifiesta también en otros aspectos de la industria del petróleo, como en la escasez de plataformas de perforación, de refinerías, de personal cualificado, etc. A estas se le añade el problema de tener que tratar un petróleo de cada vez peor calidad (más denso y/o con mayor contenido de metales pesados y azufre).

1.2 Demanda

La demanda media en las últimas décadas creció un 1,7% al año. Sin embargo en 2003 y, sobre todo, en 2004 ésta tendencia fue sobrepasada. En 2003 fue un 1,8% (1,4 Mb/d) y en 2004 un 3,5% (2,50 Mb/d), el incremento fue el mayor en los últimos 25 años, llegando a alcanzar un consumo en el último cuatrimestre de 83 Mb/d, con un consumo medio anual de 82,5 Mb/d. El aumento del consumo se está produciendo principalmente en EE.UU. (un 3,5% en 2004) y, sobre todo, en los países emergentes asiáticos (Asia supone cerca de la mitad del incremento de la demanda), entre los que destaca China (incrementó su consumo en 2004 un 15,6%) (McKillop, 2005b; AIE, 2005b). Sin embargo, el *Oil Marketing Report* de enero de 2006 de la EIA estima un incremento de la demanda en 2005 de 1,3 Mb/d (alcanzando un consumo de 85 Mb/d). Achaca la disminución del incremento al comportamiento de China (un 3,1%) y de EE.UU. (un 0,6%). En el primer caso se ha debido a la mejora de la capacidad del sistema eléctrico de satisfacer la demanda en relación con 2004, año en el que los cortes de suministro provocaron la utilización masiva de grupos electrógenos. En EE.UU. la reducción se debió a los altos precios que ocasionaron las destrucciones de infraestructuras de los huracanes Katrina y Rita. Por el contrario, el informe vaticina un incremento de la demanda hasta el 2010 de 1,8-2,0 Mb/d (más del 2% de incremento anual), sobre todo, por la recuperación del ritmo de consumo de los dos países citados (6 y 1,8% respectivamente para 2006) (AIE, 2006).

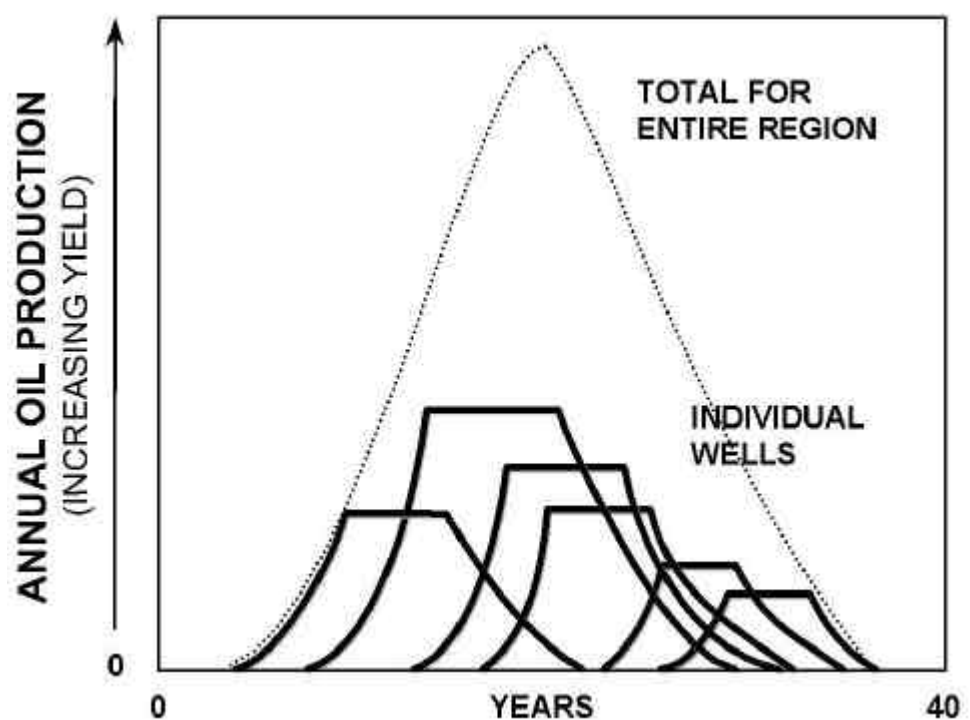
Un factor que va a disparar la demanda, que previsiblemente superará la previsión citada y la de los próximos años (en el supuesto de que aún no se haya alcanzado el techo), es la tendencia a aumentar las reservas estratégicas (reservas almacenadas para paliar los efectos de una disminución coyuntural en el suministro) de algunos de los 26 países que ya las tienen y a crearlas por parte de otros países. Hay indicios de que EE.UU. planea casi duplicarlas y de que también pretenden aumentarlas la UE, Australia y algunos países asiáticos. Además, Rusia, e India han declarado que

las van a crear y China ya ha construido la primera fase de depósitos. Suponiendo que cada uno de los países citados pretendiera crearlas al ritmo de 100.000 b/d, la demanda podría incrementarse en los próximos años en 0,5 Mb/d adicional. Por otro lado, la UE ha estado enviando a EE.UU. en el otoño de 2005 unos 2 Mb/d para compensar la pérdida de petróleo bombeado por efecto de los últimos huracanes. Una vez acabada la operación, la UE tendrá que reponer sus reservas estratégicas (Kirk, 2005)

1.3 Estimaciones sobre el techo del petróleo

Antes he comentado que la curva de extracciones de una región, país o del mundo tiene forma de campana, debido a que, a pesar de que la curva de extracción de cada pozo tiene la forma aplanada del gráfico, el desfase temporal de la explotación de los pozos determina que la suma de las curvas tenga dicha forma.

Gráfico 2
Curva teórica de explotación

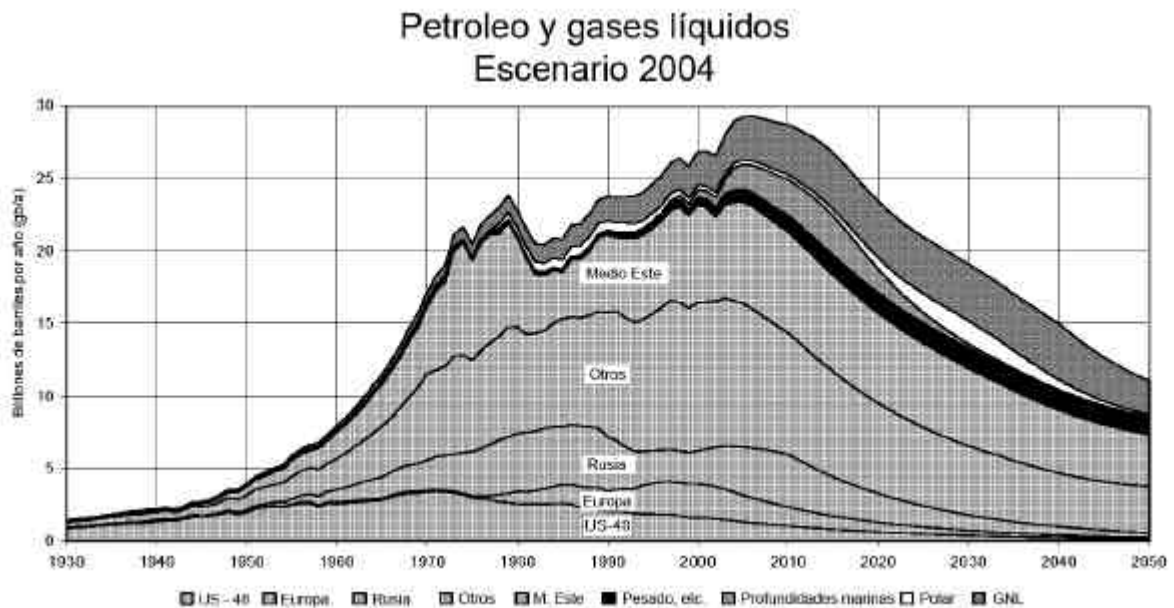


Fuente: Stan Cox: 2005

El techo de los descubrimientos lleva inexorablemente al desfase entre petróleo descubierto y consumido, el cual empezó en 1981, tal como muestra el gráfico 1. Los expertos estiman que en la actualidad sólo uno de cada cinco barriles consumidos procede de nuevos yacimientos. Esta dinámica desemboca en el techo de extracciones, que se produce aproximadamente cuando se ha consumido la mitad del recurso. La mayor parte de los países petroleros han sobrepasado este techo y esto ha ocurrido entre 30 y 40 años después del techo de los descubrimientos. Excluyendo el petróleo de aguas profundas, de los 65 países petroleros más importantes, 54 ya han pasado el techo (Alekkett, 2005). Un estudio de BP llega a la conclusión de que todas las regiones del mundo, excepto África, han sobrepasado sus techos de petróleo convencional: Norteamérica (1985), Europa

y Eurasia (1987), Asia y Pacífico (2000), Medio Oeste (2000) y América Central y del Sur (2002) (www.peakoil.net).

Gráfico 3: La imagen general del agotamiento

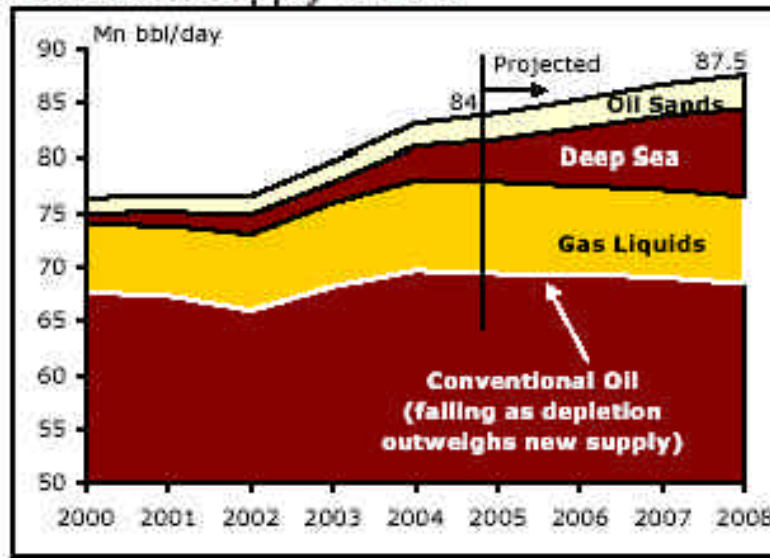


Fuente: ASPO Newsletter 2004, diciembre

Con estos datos y sabiendo que el techo mundial de nuevos descubrimientos se alcanzó en 1964, resulta evidente que el techo de extracciones está cerca. El momento depende de diversas variables: incremento de la demanda, ritmo de agotamiento de los yacimientos existentes y ritmo de nuevos descubrimientos. El gráfico 3 muestra un techo muy próximo y los aportes y evolución de cada tipo de petróleo. El petróleo convencional ha alcanzado el techo en 2004. En ello coinciden los gráficos 3 y 4, aunque no en la tendencia a decrecer, mucho más suave en el 4. El petróleo no convencional está permitiendo satisfacer la demanda. El gas líquido ha venido soportando la mayor parte de esta tarea, pero su aportación tiende a disminuir relativamente, ganando en importancia el procedente de arenas bituminosas y, sobre todo, el obtenido a gran profundidad en el océano, tal como se aprecia en los gráficos 3 y 4. Se estima que el 60% del petróleo nuevo provendrá de fuentes no convencionales hasta 2008 (Rubin, J. y Buchanan, P.: 2006).

Gráfico 4 El petróleo de aguas profundadas y de arenas bituminosas lideran el crecimiento de nuevo suministro

Deep Sea, Oil Sands Drive New Supply Growth



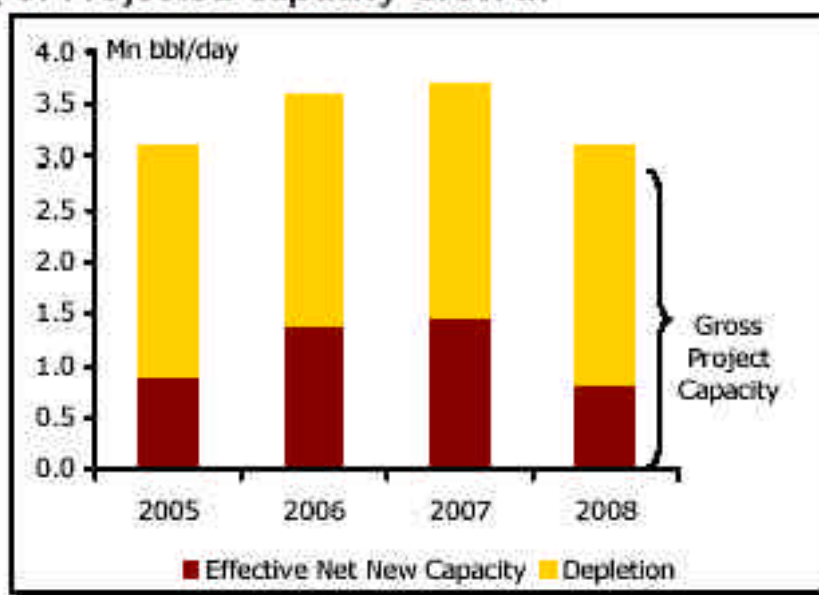
Fuente: Rubin, J. y Buchanan, P. (2006)

Se están utilizando dos métodos para estimar el momento del techo. Uno consiste en calcular la curva de extracciones con el método de crecimiento logístico, que fue diseñado por Hubbert y refinado por ASPO. Este método se basa en dos premisas: la extracción crece de forma exponencial mientras el agotamiento de las reservas está lejos; cuando el agotamiento se acerca se produce una disminución de las extracciones a un ritmo proporcional al cociente entre las reservas consumidas y remanentes. Se estiman las reservas originarias de petróleo (en un país, región o en el mundo) y las consumidas y los datos se introducen en una fórmula, basada en las premisas indicadas, que permite construir la curva de extracciones y, por tanto, el momento del techo. ASPO ha venido situando el techo en 2010, pero a principios de 2004 lo acercó hasta 2008, tal como muestra el gráfico 3, debido al aumento de la demanda y a que ha bajado su previsión de petróleo no convencional, lo cual ha dado lugar a un recorte del total de 2,7 a 2,4 billones de barriles. Por el contrario, en octubre de 2005 lo ha vuelto a colocar en 2010, en base a una estimación de explotación del petróleo a gran profundidad en el océano más rápida de lo previsto con anterioridad, aunque no ha modificado las reservas totales. Esta evolución se muestra en la revista ASPO Newsletter. La estimación de ASPO sobre el ritmo de las extracciones marinas a gran profundidad contradice otras estimaciones. Más adelante analizaré este tema.

El otro método busca calcular los desfases entre oferta y demanda y la evolución de los mismos. Esto es lo que hacen, por ejemplo, el Canadian Imperial Bank of Commerce (que tiene uno de los mejores equipos de analistas del mundo) y ODAC (Oil Depletion Analysis Center). Pero sólo ODAC lo utiliza para estimar el techo. El banco citado estima en 2,2 Mb/d el agotamiento anual de los yacimientos existentes (cantidad calculada a partir de la estimación de agotamiento de un 1,6% en el Próximo Oriente y un 3,4% en el resto). Prevé un crecimiento de la demanda de 2,5 Mb/d (cerca de un 2,5%) en los próximos años. Así que es necesario aportar 4,7 Mb/d cada año para satisfacer la demanda. Sin embargo, sólo prevé un aporte de petróleo nuevo de 3,6 Mb/d en 2006, 3,7 en 2007 y 3,1 en 2008, procedentes de 164 proyectos de explotación. El resultado es que, tal como muestra el gráfico 5, el petróleo neto aportado no podrá satisfacer la demanda, por lo que los precios seguirán subiendo, sobre todo, a partir de 2008 (Rubin, J. y Buchanan, P.: 2006).

Gráfico 5 El agotamiento elimina el 60-70% del crecimiento de capacidad previsto

Depletion Eats Up 60-70% of Projected Capacity Growth



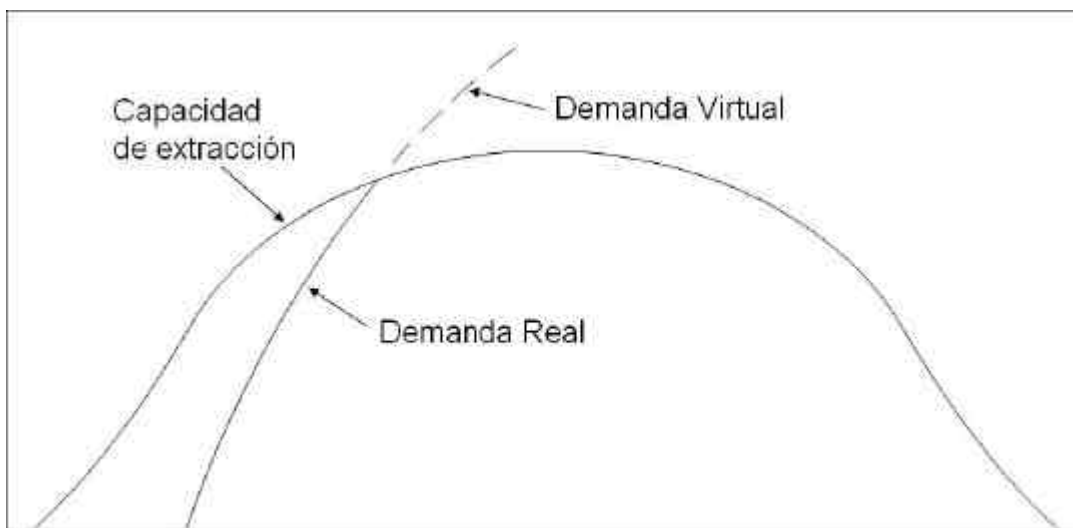
Fuente: Rubin, J. y Buchanan, P. (2006)

ODAC llega a conclusiones muy semejantes, pero parte de estimaciones diferentes: incremento anual de la demanda de un 2% (1,7-1,8 Mb/d), excepto en 2005 (1,4 Mb/d); un incremento de las extracciones debidas a nuevos proyectos importantes alrededor de 3 Mb/d hasta 2009; y un ritmo de agotamiento de los yacimientos existentes del 5% (4,2-4,6 Mb/d). El resultado es que sólo la aportación de muchos proyectos menores podría eliminar el desfase de 3-4,9 Mb/d, tal como se muestra en la tabla. El estudio considera que es muy poco probable que esto ocurra incluso en 2006 y 2007 (Skrebowski, 2005).

Mb/d	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Demanda de petróleo	82,1	83,5	85,3	87,0	88,8	90,5	92,3
Aumento de demanda	2,9	1,4	1,8	1,7	1,8	1,7	1,8
Aumento de oferta	1,1	2,4	3,1	3,1	2,8	2,8	1,5
Agotamiento del 5%	4,1	4,2	4,3	4,4	4,4	4,5	4,6
Petróleo extra necesario	2,3	3,2	3,0	3,0	3,4	3,4	4,9

Con los datos anteriores no se puede determinar con exactitud el momento del techo, porque no se evalúan los aportes de los proyectos menores y porque el momento en que la oferta no puede satisfacer la demanda no significa que se haya alcanzado el techo. A pesar del desfase la oferta puede seguir creciendo, aunque cada vez a ritmo menor, hasta llegar al techo, tal como se aprecia en el gráfico 6. En cualquier caso, algunos expertos consideran que el mundo sólo se dará cuenta del alcance del techo después de sucedido y se confirme que las extracciones permanecen estables o bajan, según las diversas hipótesis sobre la forma de la cumbre de la curva de extracciones.

Gráfico 6 Desfase entre oferta y demanda



Fuente: elaboración propia

La relación siguiente muestra algunas de las previsiones más tempranas y significativas del techo. Los dos primeros autores consideran que el techo tiene forma de meseta, aunque corta, y que ya se ha alcanzado:

- Baktiari (ex director explotación y prospección de la compañía nacional de petróleo de Irán): 2005
- Campbell (ex vicepresidente de Total y fundador de ASPO): se pregunta si ya ha sucedido en 2005
- Simmons (presidente de el banco de inversiones en energía Simmons & Company International): en cualquier momento
- ASPO: 2010
- CONOOC (compañía china de petróleo): 2010
- Skrebowski (editor de Petroleum Review, ODAC): 2010-2012
- Gobierno chino (según R.Hirsch): 2012
- Al Hussein (ex director explotación y prospección de ARAMCO): 2015
- Merrill Lynch: 2010-2015

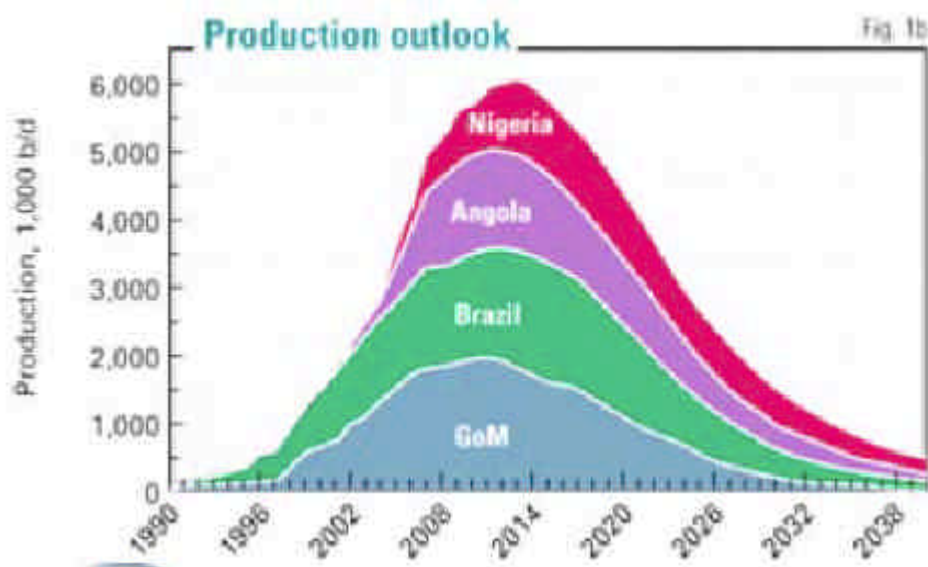
Algunos expertos (Skrewoski, Frenasen, etc.) definen sus previsiones como optimistas, porque se basan en que no habrá disrupciones graves y prolongadas en el suministro de petróleo debido a fenómenos climáticos y/o políticos. Supuesto que consideran poco probable y los datos que voy a aportar refuerzan esta hipótesis.

Las extracciones del mar del Norte están cayendo a mayor ritmo del previsto. En 2005 disminuyeron de 5 Mb/d a 4,5 Mb/d. A finales de 2005 se anunció oficialmente que dos de los mayores yacimientos mayores del mundo habían sobrepasado el techo. El bombeo del Cantarell (techo de 2,2 Mb/d), que provee unos 2/3 del petróleo mejicano, ha empezado a caer fuertemente. Se prevé que en 6 años su capacidad se reduzca un 50% (Higuera, 2005). Kuwait (bombea 2,5 Mb/d) anunció que los intentos de que el yacimiento Burgan (el segundo mayor del mundo) subiera de 1,9 Mb/d a 2 Mb/d habían fracasado y que pretendía estabilizarlo en 1,7 Mb/d. Cada vez proliferan más los expertos que creen que Arabia Saudita no tiene potencial para aumentar significativamente sus extracciones. Más adelante analizaré este caso. Las extracciones de Irak están cayendo debido a los sabotajes y a la mala gestión. Las extracciones de Rusia (cuyos fuertes incrementos han sido el principal factor de satisfacción del incremento de la demanda en los últimos años) se han estancado en el último año y no se prevén importantes aumentos en el futuro

(Auerback, 2005b). Existe una aguda escasez de plataformas de prospección y de explotación y no es posible que se pueda satisfacer la demanda en al menos 5 años. EE.UU. necesitará un 50% más de plataformas de prospección para 2010 (Koppelaar, 2005: 22). Hay también una gran escasez de personal cualificado. Por último, algunos expertos (M. Simmons, H. Franssen, la consultora Schlumberger, etc.) consideran que el ritmo de agotamiento de los yacimientos en explotación no es del 5% (4,2 Mb/d) sino del 8% (6,7 Mb/d) (Andrews, 2005). De ser cierto esto último, el techo estaría mucho mas cerca de lo que vaticinan la mayor parte de las estimaciones citadas.

Por otro lado, no parece probable que las altas previsiones optimistas de algunos analistas sobre el petróleo en aguas profundas se vayan a cumplir. ASPO estima que el petróleo bombeado de yacimientos profundos en el océano habrá pasado de 3,6 Mb/d en 2005 a 12 Mb/d en 2010, para después caer con rapidez (5 Mb/d en 2020), como es típico en los yacimientos marinos (ASPO Newsletter, 2006, enero). Por contrario, según un informe a la Comisión de Energía del Senado de EE.UU., las grandes expectativas puestas en el petróleo marino a gran profundidad no se están cumpliendo: “después de éxitos iniciales, permanecen constantes los ritmos de descubrimientos a pesar de incrementar el ritmo de perforación” (Dowd, 2005). Esta opinión es respaldada por estudios de Merrill Lynch, tal como se muestra en el gráfico 7, y del banco CIBC. El techo de extracciones sería de 6,2-6,4 Mb/d en 2011-2013. Se contabilizan las únicas zonas con potencial importante: Golfo de Méjico, Brasil, Nigeria y Angola. Aunque se tenga en cuenta que el resto del mundo puede añadir un 20% más (1,3 Mb/d), seguimos lejos de las previsiones optimistas. El CIBC tampoco llega a las previsiones de ASPO, tal como se ve en el gráfico 4. Además, es muy probable que todas las estimaciones del Golfo de Méjico sean excesivamente optimistas. Los huracanes Katrina y Rita han destruido más de 100 plataformas de extracción y de prospección en el Golfo de Méjico, lo cual pone en duda que las compañías arriesguen capitales importantes en la zona. Si se repiten a lo largo de esta década los huracanes de 2005, “es discutible que se vaya a mantener al nivel actual la producción en aguas profundas del Golfo y mucho más que se incremente significativamente, tal como está planeado” (Rubin, J. y Buchanan, P.: 2006). Estos autores estiman que se retrasará la mitad de los 0,75 Mb/d planeados para 2008.

Gráfico 7 Evolución de las extracciones de petróleo de aguas profundas de las cuatro zonas principales



Fuente: R. Koppelaar (2005: 33)

Los expertos estiman que después del techo las extracciones disminuirán a un ritmo anual de, al menos, el 3 %. Pero el petróleo disponible para los países importadores se reducirá a un ritmo mayor, debido al incremento de la demanda interna en los países exportadores. El Golfo Pérsico es la segunda región mundial en ritmo de crecimiento (5-6% anual), debido a la explosión poblacional que está sufriendo. Se prevé que en el periodo 2000-2050 sus poblaciones se multipliquen por un factor 2-4 (Wurster, 2003). El colapso de la Unión Soviética supuso que la demanda interna cayera de 9 millones de barriles diarios a 4. Ahora se va recuperando. Otro factor que muy probablemente reduzca la oferta es que los países petroleros cambien su política exportadora. Salvo la excepción de Noruega, históricamente han buscado bombear petróleo al límite de capacidad. Algunos analistas opinan que algunos países (especialmente Arabia Saudita) están yendo más lejos, forzando la extracción, lo que reducirá la cantidad de petróleo extraíble. Aumentan las críticas a esta política. En su lugar se propone reducir el ritmo de extracción para que dure más y se incrementen los ingresos totales, ya que el petróleo será cada vez más caro. Aunque no se han hecho públicas las razones, la intención de Rusia de elevar fuertemente los impuestos a las exportaciones de petróleo y gas natural supone un freno a las mismas. Apunta en la misma dirección la decisión de Venezuela de obtener un porcentaje mucho mayor de las rentas obtenidas por las compañías petroleras que operan en el país, ya que disminuirá su interés por invertir en el país (Darley, 2004: 102; ASPO Newsletter, 2005, junio). Aunque la presión por incrementar las rentas del petróleo son altas en países menos desarrollados o en reconstrucción, como Rusia, hay países desarrollados con poca población y grandes recursos (como Canadá, Holanda y Noruega) que, al no estar sometidos a las citadas presiones, resulta particularmente pertinente plantearse la cuestión. Noruega no tiene capacidad para invertir los enormes beneficios de la exportación de petróleo y gas, por lo que ha creado un fondo (que alcanza los 120.000 millones de dólares) colocado en bancos internacionales. Resulta evidente que puede perderlo en la crisis financiera que provocará el techo. Reducir el ritmo de extracción sería mucho más rentable, sobre todo, teniendo en cuenta el rápido ritmo de extinción (típicos de los yacimientos marinos) de sus yacimientos de petróleo (ASPO Newsletter, setiembre de 2005).

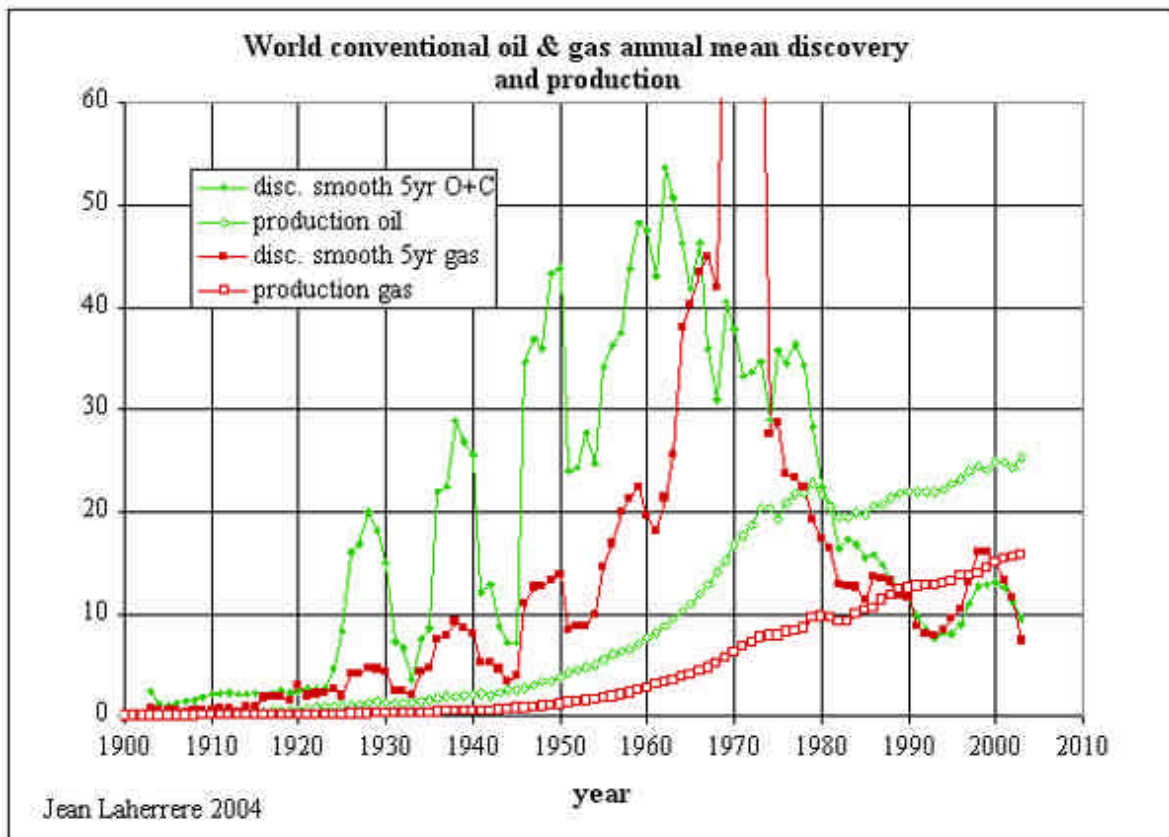
2. El techo del gas natural y el conjunto

2.1 El techo del gas natural

Ante los incrementos del precio del petróleo se está fortaleciendo la tendencia a sustituirlo por gas natural en la producción eléctrica y en la automoción (todas las grandes compañías fabrican modelos para gas natural y en la UE se está empezando a usar en taxis y autobuses). Vamos a ver que esta solución (provisional en cualquier caso) se enfrenta con muchos problemas. Los precios del gas natural siguen la estela de los del petróleo. Sus reservas están más concentradas que las de petróleo. A Rusia se le atribuye un tercio de las reservas y junto con Irán llegaría al 50%. El Golfo Pérsico y las antiguas repúblicas soviéticas contienen el 68% de las reservas, cifra que se elevaría al 70% en 2030. El resto se encuentra, sobre todo, en Argelia, Yemen y Angola. Las reservas de gas natural son más limitadas de lo que se suele pensar. En 1971 se alcanzó el techo de nuevos descubrimientos y desde principios de la década de los 90 el consumo supera a los nuevos descubrimientos, salvo al final de ésta década. Según Laherrere (2004) se han descubierto unos 8.800 billones de metros cúbicos, de los cuales han sido consumidos 2.700 billones y se estima que quedan por descubrir unos 1.200 billones, además de unos 2.000 billones de gas no convencional (principalmente metano de los yacimientos de carbón). Así que quedan unos 9.300 billones. El consumo mundial alcanzó en 2004 unos 100 billones de metros cúbicos y creció un 2,5%. Se estima en 170 billones el techo de extracción, el cual se alcanzaría en unos 15-20 años, teniendo en cuenta que el techo del petróleo acelerará aún más el incremento del consumo del gas natural. Después se mantendrá este ritmo de extracción durante unos 25 años (Campbell, 2005: 44). La AIE prevé un

crecimiento anual medio del consumo de 2,2% hasta 2025 y mayor para la economías asiáticas emergentes (6,9% para China y 4,8% para India). También, crecen de forma espectacular las importaciones de la OCDE Europa (7,7% al año) y EE.UU. (7,5%), debido al fuerte incremento del consumo y la rápida disminución del autoabastecimiento, sobre todo de la UE y de EE.UU. (AIE, 2004).

Gráfico 8: Descubrimientos anuales de gas natural en el mundo y producción

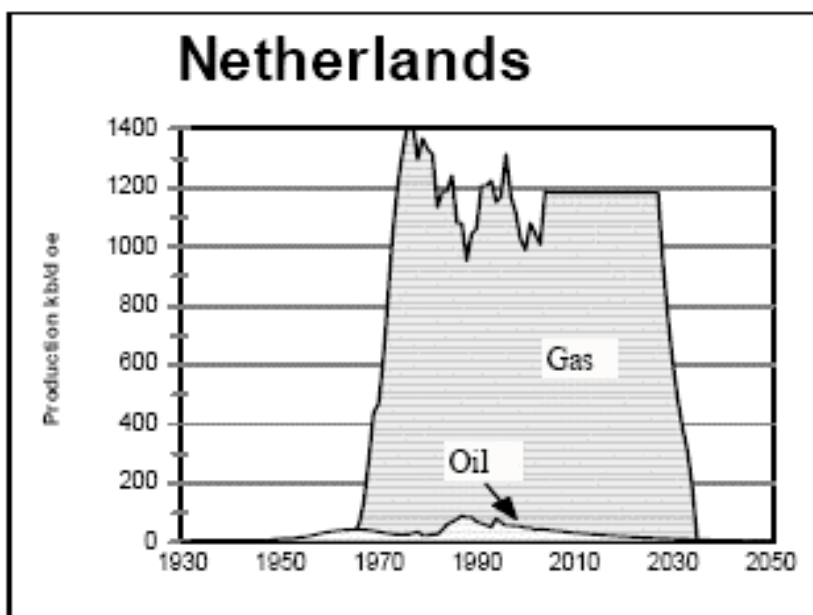


Jean Laherrere, 2004

Sin embargo, en el momento actual se están produciendo problemas de abastecimiento, debido a techos regionales y a un déficit de infraestructuras de abastecimiento. Debido a la gran fluidez del gas natural, la curva de extracción de un yacimiento es como una montaña con pendientes muy escarpadas, con una larga meseta en la parte superior (tal como se muestra en el gráfico 9), cuya longitud está determinada por la limitación de transporte que impone el diámetro de los gasoductos. Los gobiernos nunca prevén los techos, así que se encuentran de pronto con ritmos constantes de extracción y sin poder atender el incremento de la demanda. Tampoco prevén el fin de la meseta y, por tanto, una disminución de las extracciones mucho más aguda que la del petróleo. Con el agravante de que construir las infraestructuras necesarias para importar es costoso y lleva mucho tiempo (5-7 años para una planta regasificadora). Si se puede importar por tierra, hay que construir normalmente largos gaseoductos. Si no, se utiliza el barco. Para ello hay que licuarlo (en este proceso se pierde 12% de la energía), transportarlo y regasificarlo en los puertos de destino. Además, la construcción de plantas regasificadoras se tiene que enfrentar a la oposición de la población, debido a su gran peligrosidad. En las últimas décadas han proliferado las explosiones de éstas plantas (Darley, 2004: 61 y ss.). Los problemas citados se manifiestan en América del Norte, en el Cono Sur de América, en GB e Irlanda y ha aparecido en Italia, Rumanía y otros países de la

zona, debido a la reducción de las exportaciones de gas ruso, ocasionadas por un fuerte aumento de la demanda rusa provocada por el crudo invierno de 2005.

Gráfica 9: Curva de extracciones de los Países Bajos



Fuente: ASPO Newsletter, septiembre de 2005

EE.UU, cuya demanda es cerca de un tercio de la mundial, está sufriendo esta situación. Hasta finales de la década de los 60 tuvo las mayores reservas del mundo. Su capacidad de extracción está cayendo al ritmo del 1% y se espera que lo haga más rápido en el futuro, a pesar del frenético ritmo de nuevas perforaciones. Ha satisfecho la demanda en especial con importaciones de Canadá, llegando a alcanzar un 15% del consumo de EE.UU. Pero en 2003 su bombeo se estabilizó y se espera que permanezca a este nivel durante una década. Como la demanda interna crece, se espera que sus exportaciones a EE.UU. sigan disminuyendo al ritmo anual de un 1% (Dietert, 2005: 7 y ss.). Méjico se convirtió en importador en 2000 y, debido a su fuerte incremento del consumo, el aporte exterior no para de crecer. Todo ello ha llevado a Exxon a declarar que Norteamérica ha alcanzado el techo, porque “la geología es en, última instancia, el factor limitante”, tal como afirma un estudio para el DoE (Hirsch y otros, 2005: 36; Lajous, 2005). Los precios se han elevado mucho en toda la región. En EE.UU. ha pasado de 3.37\$ por millón de BTU (unidad inglesa equivalente a la energía de 2.760 metros cúbicos de gas) en 2002 a 14\$ en el otoño de 2005 (a primeros de noviembre sólo se había recuperado el 47% de la capacidad del Golfo De Méjico), con un repunte hasta los 17\$ (equivalentes en términos energéticos a 100\$ por barril de petróleo). Las estimaciones para 2006 oscilan entre 12 y 20\$. Para poder satisfacer la demanda, EE.UU. necesita, según estimaciones, construir 40 plantas regasificadoras y en este momento sólo cuenta con 5. Canadá, EE.UU. y Méjico han aprobado la construcción de sólo 15. Pero es muy probable que algunas de ellas no se construyan, porque existe una fuerte oposición ciudadana. Este factor encarece aún más los de por sí elevados costes. Estos costes y la incertidumbre futura del sector gasístico hacen muy poco probable que se construyan las 40 plantas citadas. A medida de que EE.UU. va construyendo infraestructuras aumenta sus compras en el Golfo Pérsico, provocando una fuerte y creciente competencia con los países asiáticos (Japón, Corea del Sur y Taiwán son los mayores importadores de gas licuado; Japón importa la mitad del mismo), que se abastecen sobre todo de esta región. El

resultado es una tendencia a un rápido crecimiento de los precios del gas licuado en Asia, donde se espera que aumenten un 75% para 2010 (Vernon, 2005).

Canadá viene sufriendo la misma escalada que EE.UU. en el precio del gas natural y ha vendido la mayor parte de sus reservas a precios muy bajos, como consecuencia de la voraz demanda estadounidense y de la liberalización del mercado de gas natural. Hasta hace 20 años estuvo en vigor una ley que obligaba a las compañías a mantener unas reservas equivalentes a la demanda de Canadá durante 25 años. El resto lo podían exportar. La eliminación de esta ley disparó las exportaciones a EE.UU. (actualmente exceden en un 40% el consumo doméstico), el precio cayó en picado y ha llevado a más que doblar las extracciones, lo cual ha producido la reducción en un tercio las reservas existentes en 1984, cuando la curva de nuevos descubrimientos alcanzó su techo. El ritmo actual de extracciones sólo se podrá mantener 9 años y Canadá se enfrenta a la opción de limitar mucho más sus exportaciones a EE.UU. para hacer frente al incremento de la demanda por parte de los explotadores de arenas bituminosas (Reguly, 2005).

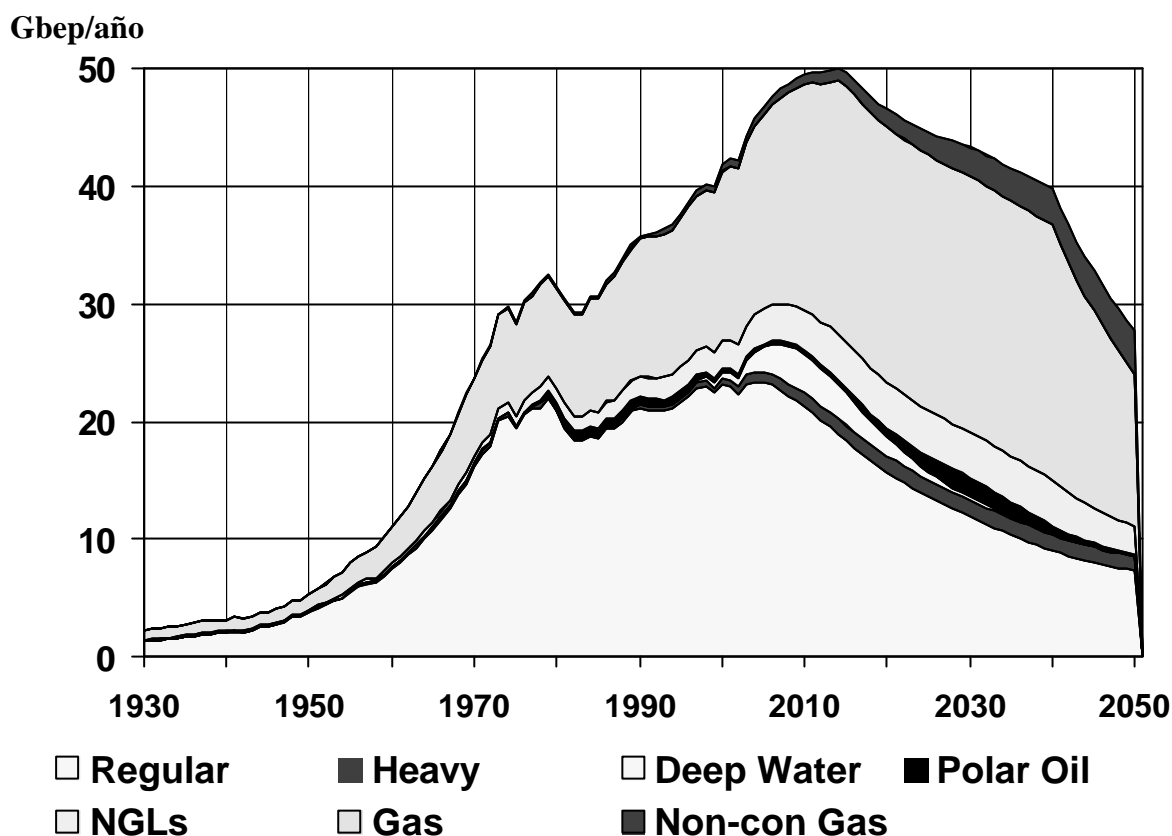
El techo del gas natural en Argentina le lleva a reducir sus exportaciones a Chile y Uruguay, lo cual compromete la producción eléctrica de estos países. En Gran Bretaña (donde el gas natural supone el 40,6% del consumo energético primario) la extracción de gas natural cae al ritmo anual del 12%, por lo que ha pasado rápidamente de exportar a importar, pero carece de las infraestructuras necesarias para importar. Los precios del gas natural y de la electricidad se han duplicado en los últimos 18 meses y existe el temor de que los cortes se multipliquen en el futuro próximo. Irlanda depende del gas británico, del cual obtiene el 40% de la electricidad (Vernon, 2005).

Por último, el crecimiento de la demanda mundial está provocando una escala del precio del gas natural (y en especial del licuado), debido a la escasez de medios de transporte (gasoductos y buques gaseros). Los países asiáticos citados tienen dificultades para asegurarse el suministro de gas licuado por la escasez de buques gaseros, a pesar de que pagan un sobre precio en relación con el precio del mercado occidental (Vernon, 2005).

2.2 El techo conjunto

Mucho antes de que se alcance el techo mundial del gas natural se producirá el conjunto de petróleo y gas natural. Se encuentra en un punto intermedio entre los dos. Hemos visto que el techo del petróleo está próximo y que el del gas natural se producirá en 15-20 años, por ello el techo conjunto se producirá en algún punto intermedio. Campbell estima que se producirá a mediados de la próxima década, tal como se aprecia en el gráfico 10. A partir de aquí el incremento de las extracciones de gas no podrán compensar las disminuciones del petróleo disponible. A partir del techo de gas natural la oferta conjunta caerá al ritmo de la disminución de la oferta de petróleo. Por último, la pendiente de la curva conjunta se hace mucho más escarpada a partir de que las extracciones de gas caen en picado, una vez acabada la meseta de extracciones.

Gráfico 10 Evolución de la capacidad conjunta de bombeo



Fuente: Campbell (2005)

3 La fase de pretecho

3.1 Dinámica de los precios

La capacidad ociosa ha venido bajando en los últimos años desde 4-6 Mb/d a 1,5-2 Mb/d en 2005 y la mayor parte de este es petróleo de mala calidad, que muy pocas refinerías pueden tratar. Esta dinámica es la causa de la escalada del precio del petróleo (se multiplicó por cuatro entre principios de 1999 y 2005, y en este año se ha incrementado un 45%), porque los operadores saben que cada vez es más probable que fenómenos coyunturales impidan la satisfacción de la demanda, produciéndose fuertes repuntes de los precios. Los fenómenos son picos de consumo estacionales (en el invierno y verano del norte) y reducciones coyunturales de la capacidad de extracción, unas veces por motivos políticos (guerras, sabotajes, huelgas, etc.) y otras por efecto de fenómenos climáticos (como huracanes en zonas petroleras). Estos fenómenos cada vez son más frecuentes y agudos. Se han producido fuertes repuntes de los precios en octubre de 2004 (más de 56 \$/b) y en abril de 2005 (más de 58 \$/b). Y en agosto de 2005 el barril superó los 70\$ en el mercado de Nueva York, mientras que en el mercado europeo rozó los 69\$. La razón del repunte fue el huracán Katrina, pero antes ya había alcanzado los 65\$. A principios de 2006 se está acercando a la cota de agosto (www.bloomberg.com).

Los analistas (entre los que se encuentran los de las siguientes entidades financieras: Forbes, Goldman Sachs, Merrill Lynch y Canadian Imperial Bank of Commerce) prevén que continuará la escalada por la creciente incapacidad de la oferta de satisfacer a la demanda. La gran mayoría de los analistas prevén un precio medio de unos 60\$ en 2006, pero otros van más lejos. Forbes predijo en

primavera que el petróleo alcanzaría los 65\$ en el verano y 74\$ a principios de 2006. Los informes de Goldman Sachs han ido prediciendo subidas cada vez más fuertes del precio del petróleo. En abril de 2005 estimaba una escalada hacia los 105 d/b, frente a 80 en el anterior (Serwer, 2005). Jeff Rubin y Peter Buchanan (2006), analistas del banco citado, pronostican que el barril alcanzará un precio medio por encima de los 70\$ en 2006 y 100\$ a finales de 2007. El mercado de futuros ha adoptado esta visión alcista, a pesar de que había venido apostando en ésta década por la disminución de los precios futuros. Por ejemplo, en 2000 cuando el precio del petróleo era de 37\$ y de unos 20\$ en el contratado para entregarlo en 5 años. Sin embargo, a principios de 2006 el petróleo se está cotizando en éste mercado a unos 65\$ (www.bloomberg.com).

Los economistas ortodoxos no han previsto esta realidad. Han venido estimando que en las dos próximas décadas los precios se mantendrían en la banda de 20-30 \$/barril, con una ligera tendencia a subir. Incluso cuando en el otoño de 2004 se produjo un fuerte aumento del precio, la AIE anunció que en un año volverían a la citada banda. Lejos de reconocer su equivocación, a lo largo del tiempo vienen explicando que el petróleo caro es el resultado de imprevistos fenómenos coyunturales, que hacen imposible una rápida compensación de la capacidad de oferta perdida. Así que, una vez que desaparezcan, los precios regresarán a la citada banda. En 2003 el argumento esgrimido fue la guerra de Irak, pero al final del año se vio que no era un fenómeno coyuntural, por lo que perdió credibilidad. Después han sido citados: huracanes que dañan plataformas petrolíferas en el Golfo de Méjico, la inestabilidad de Venezuela y Nigeria, el peligro de quiebra de la petrolera rusa Yukos, la muerte del rey Fahd de Arabia Saudita, etc. Pero los fenómenos coyunturales explican los repuntes de los precios, pero no la tendencia de fondo: la incapacidad de la oferta para satisfacer la demanda creciente.

En 2005 la causa más citada del petróleo caro ha sido la escasez de refinerías, especialmente en EE.UU. Arabia Saudita y otros países de la OPEP han aceptado con júbilo el argumento, porque les exime de la responsabilidad de bombear más petróleo. Dicen que podrían hacerlo, pero no serviría de nada, porque no se podría refinar. El argumento rompe las reglas de la compra-venta. El vendedor le niega la mercancía demandada al consumidor alegando que no tiene capacidad para manejarla. Por otro lado, si ésta fuera la razón, los precios disminuirían en lugar de crecer, porque se llenarían los depósitos con un petróleo que no se podría procesar. Lo que sí se encarecería serían las gasolineras. Esto ha ocurrido en el otoño de 2005. Es cierto que la capacidad de refino mundial es relativamente escasa (aunque la situación de cada país es muy variable), pero (aparte de que en el pasado los precios bajos desalentaron la construcción de refinerías) ahora esto es una manifestación más de que nos encontramos ante el fin de la era del petróleo, al menos, por dos razones. La escasez de inversión en refinerías está provocada por la estimación de las compañías de que no podrán amortizar estas enormes inversiones a causa de la inminencia del techo de petróleo. Exxon ya ha dicho públicamente que no construirá refinerías a pesar de las cuantiosas subvenciones que contempla la nueva ley de energía de EE.UU. Además, la carga de trabajo de las refinerías crece debido a que tienen que refinar petróleo de calidad decreciente (más pesado y con mayor cantidad de azufre), debido a que, una vez extraído el petróleo ligero de los yacimientos antiguos, el que queda es de peor calidad. Además, el petróleo del mar Caspio tiene alto contenido de azufre.

La escalada de precios del petróleo muestra que la OPEP ya no puede determinarlos. Hasta hace pocos años venía compensando el déficit de petróleo del resto de países exportadores, aportando el necesario para satisfacer la demanda, lo que le permitía determinar los precios. Pero ahora son fijados por el mercado, porque está cerca del límite de capacidad y no puede continuar con su papel compensador: “los analistas coinciden que los precios del crudo han escapado por completo al control de la OPEP” (Rudich, 2005).

3.2 La concienciación

La escalada de los precios está extendiendo la convicción de la existencia del techo y de su proximidad. Se ha convertido en un lugar común la conclusión de que se ha acabado el petróleo barato o, dicho de otra forma, la era del petróleo. En consecuencia, se multiplican los artículos, las direcciones de internet, los libros y las Conferencias dedicadas al techo. Crece el número de parlamentos que la debaten y el de gobiernos que lo asumen. Es difícil encontrar expertos que no lo acepten. También, lo asumen un creciente número de ejecutivos de empresas petroleras y hasta algunas de estas empresas.

He citado a Simmons, presidente de Simmons & Company Internacional, una de las mayores sociedades de inversión en energía, que augura un techo en cualquier momento. Un estudio del Deutsche Bank afirma que “se acumulan los signos de que la escasez física de petróleo tiene que estar mucho más cerca de lo que se estimaba”, por lo que una disminución coyuntural en la extracción de 2Mb/d, elevará el precio hasta los 100 d/b (Auer, 2004: 6). Otro informe de la banca Mellon constata “la creciente dificultad de respuesta (a la demanda) del sistema productivo”. Por ello, propone “despertar a los consumidores de su falsa seguridad” mediante la adopción de medidas de ahorro obligatorias e incentivos fiscales para la aplicación de tecnologías energéticas alternativas (Whall, 2005). Anteriormente he citado las previsiones de escalada del precio del petróleo por parte de otras importantes compañías financieras.

En la Conferencia sobre el Agotamiento del Petróleo, celebrada en Londres a finales de 2004, el representante de BP admitió el techo y unas reservas idénticas a las estimadas por ASPO. ChevronTexaco puso en el verano de 2005 un anuncio en los principales periódicos de EE.UU. con una carta de su presidente, David O'Reilly, en la que afirma que “se han acabado los días de petróleo y gas natural baratos” y termina con este llamamiento: “llamamos a los científicos, educadores, políticos, ejecutivos, ecologistas, líderes de la industria y a cada uno de vosotros para tomar parte en la redefinición de la nueva era de la energía” (ASPO Newsletter, 2004 diciembre; 2005, marzo y agosto). Enrique Locatura, director general de Repsol para Latinoamérica, afirma que las compañías petroleras “tenemos demasiado pocos proyectos atractivos desde el punto de vista de la rentabilidad”, por lo que pide que “los países favorezcan la industria” (www.expansion.com). Ya he citado que CNOOC prevé el techo en 2010.

En la reunión de otoño de 2004 del G7 se llegó al “reconocimiento de que los recursos de petróleo son más escasos de lo que se pensaba hace pocos años” (ASPO Newsletter, 2004 noviembre). Resulta evidente que el gobierno de EE.UU. actúa para controlar el petróleo del mundo porque sabe que es escaso. Un informe de 2001 del Consejo de Relaciones Exteriores afirma que “el fuerte crecimiento económico mundial y el consiguiente aumento de la demanda energética significan el final de la capacidad excedentaria sostenida de combustibles fósiles y el comienzo de limitaciones de capacidad” (Ruppert, 2004: 31 y 48). La “Resolución del Parlamento Europeo sobre la dependencia del petróleo” (29/09/05) admite problemas de suministro en el futuro: “Pide que se elabore una estrategia global, completa y coherente, para fomentar el ahorro de energía y la eficiencia energética, así como el uso de fuentes alternativas de energía, habida cuenta del elevado consumo de petróleo de Estados Unidos y el aumento de dicho consumo en economías emergentes, especialmente grandes como las de China e India”. El gobierno de Australia Occidental ha aceptado la tesis del próximo techo del petróleo, por lo que pretende construir una economía solar. El partido laborista, que gobierna Nueva Zelanda, en una declaración pública sobre política energética admite el techo del petróleo y, aunque no se pronuncia sobre la fecha, considera que “los efectos sobre nuestra economía y sociedad son tan significativos que debemos adoptar una política proactiva reduciendo nuestra dependencia del petróleo” y propone la creación de un grupo de trabajo interdepartamental que, asesorado por los diferentes sectores de la sociedad, evalúe los efectos sobre todos los aspectos de la sociedad neocelandesa (New Zealand Labour Party, 2005). El Primer Ministro francés ha declarado que “hemos entrado la era del post petróleo” y ha añadido: “deseo sacar todas las consecuencias de esto y dar un impulso real al ahorro energético y al uso de las energías renovables” (ASPO Newsletter, octubre de 2005). El gobierno sueco pretende eliminar

todos los combustibles fósiles para 2020, para lo cual ha nombrado una comisión formada por representantes de la universidad y de sectores económicos para que elaboren una estrategia para mediados de 2006. En la presentación de la comisión, el Primer Ministro defendió la necesidad de tal estrategia por la proximidad del techo del petróleo (Olofsson, 2005).

Por último, la AIE ha pasado en meses de afirmar que hay petróleo suficiente para satisfacer la demanda durante décadas (que ha sido su postura tradicional) a proponer encarecidamente un plan de choque para reducir drásticamente el consumo de petróleo. Ahora mantiene una posición ambigua. En 2005 ha publicado el informe “Ahorrar petróleo a toda prisa: Medidas para una rápida reducción de la demanda en el transporte”, que es un manual de medidas drásticas para alcanzar este objetivo, como restringir el uso de vehículos, compartir el coche, limitar la velocidad a 90 Km/h, etc. (AIE, 2005a). Su economista jefe, Fathi Birol, va más lejos al afirmar que “el petróleo es como una novia. Tu sabes que te dejará en algún momento ¡Deberías dejarla antes de que te haga sufrir!” (www.dailykos.com). Pero, en general, está mostrando una ambigüedad semejante a la Exxon: dar los datos que prueban el próximo techo, pero afirmar que no se producirá si se invierten cantidades astronómicas, que nadie está dispuesto a realizar. Exxon dice que es necesario invertir un billón de dólares para satisfacer la demanda en 2010. La AIE, admite, en su último informe (*Resources to Reserves*), que “el techo del petróleo es parte del vocabulario general” y que la mayor parte de los países no OPEP han pasado el techo y el resto la hará pronto. A pesar de ello, afirma que se podrá satisfacer la demanda hasta 2030 con una inversión de 5 billones de dólares (564,5 millones al día), para acabar diciendo que no es probable que se produzca tal inversión (AIE, 2005b). En la década de los 90 se invirtió menos de un billón (Leggett, 2006).

3.3 La geopolítica del petróleo y del gas natural

Asistimos a una lucha entre las potencias por el control del petróleo y del gas natural, en la que se está empleando todo tipo de violencia: militar, derrocamiento de gobiernos, amenazas, represión de minorías étnicas, etc. En este Gran Juego (como la denominan algunos analistas) EE.UU. desempeña el papel de protagonista, pero también otras potencias suelen hacer uso de las armas en las disputas sobre yacimientos fronterizos y ante conflictos internos que amenazan el control del petróleo.

3.3.1 Los actores principales

EE.UU

Las abundantes reservas de petróleo de EE.UU fueron un elemento decisivo en su status hegemónico a partir de mediados del siglo XX. Ahora consume más de la cuarta parte del petróleo mundial (más de 21 Mb/d, importando un 60%), a pesar de que sólo cuenta con el 5% de la población mundial. Se estima que (de seguir la tendencia actual) para 2025 importará el 70%. Desde que en 1971 alcanzó su techo del petróleo ha venido diseñando una política destinada a garantizar el suministro por todos los medios. En 1980 el presidente Carter dejó clara esta política ante la amenaza de desestabilización del Golfo Pérsico por la revolución jomeinista: “cualquier intento por parte de una fuerza exterior de lograr el control del Golfo Pérsico será considerada como un asalto a los intereses vitales de Estados Unidos de América, y tal asalto será repelido por todos los medios necesarios, incluyendo la fuerza militar”. Su política de seguridad energética supone obtener un acceso ilimitado al petróleo y gas natural mundial, porque pretende perpetuar el modelo energético actual. Para ello necesita controlar el petróleo y el gas natural de Euroasia y esto pasa por el control de Irán y el cerco de Rusia y China, para poder controlar sus vías de importación y exportación. Del éxito de esta política depende (en opinión de muchos analistas) el mantenimiento de su hegemonía mundial, porque, además de garantizarse el suministro de combustibles, mantendrá el actual status del dólar como divisa mundial, que se basa en gran medida en que el

petróleo y el gas natural se sigan vendiendo en esta moneda, ya que constituyen el principal mercado mundial. En consecuencia, está desplegando sus ejércitos por los países petroleros y por los que son claves para el control de las rutas del petróleo. Sus navíos controlan las rutas marítimas (su marina patrulla el Golfo Pérsico, el mar Arábigo, el mar de China y las costas de Nigeria), por lo que controlará el petróleo y el gas natural del mundo cuando haga lo mismo con las rutas terrestres y con los países exportadores. Ello pasa, sobre todo, por alcanzar el dominio sobre el Golfo Pérsico (alrededor de 2/3 de las reservas mundiales de petróleo y cerca de la mitad del gas natural) y del Mar Caspio (zona que tiene un importante potencial de incrementar las exportaciones de petróleo), así como de las rutas de transporte terrestre de los combustibles de estas zonas. Se ha asegurado ya el control del Golfo Pérsico (con la excepción de Irán). Por ello y porque pretende crear un mercado del petróleo en euros, Irán está bajo la amenaza permanente de invasión. Con las invasiones de Afganistán e Irak ha quedado rodeada de bases estadounidenses. Pero el deterioro de su posición en la guerra de Irak es la mayor póliza de seguridad de Irán. EE.UU. sigue trabajando en su desestabilización y maniobra para que no pueda exportar sus combustibles, pero sin éxito. Pakistán resiste las presiones para que se retire del proyecto de gasoducto de Irán-India. Además, Irán tiene contratos con Rusia, Turkmenistán y conversaciones con Kazajstán para intercambiar petróleo de estos países, que utiliza en el norte, por petróleo propio del sur, obteniendo así estos países una salida barata para su petróleo. Incluso ha llegado a un acuerdo con Irak para construir un pequeño oleoducto entre Basora y la refinería de Abadán, ya que este país apenas tiene capacidad de refino (Ruppert, 2004: 534, 538; Engdhal, 2005b).

EE.UU. busca atraer a su órbita a los principales países exportadores del petróleo del mar Caspio (Azerbaiyán, que ya lo está, y, sobre todo, Kazajstán, que tiene los recursos más importantes de la zona) y por el dominio de las rutas de exportación de estos combustibles y de los de Rusia, país que no puede controlar. El control de las otras ex repúblicas soviéticas y de las que pertenecieron al bloque soviético le permitiría obstaculizar las exportaciones de Rusia hacia el sur de Asia y controlar sus rutas de combustibles hacia Occidente. Hasta ahora ha conseguido logros importantes. Aparte de Azerbaiyán tiene en su órbita a Polonia, Rumania y Bulgaria (tiene bases en estos dos últimos países, que son excelentes plataformas para controlar la región del mar Caspio). En los últimos años ha conseguido grandes éxitos. El control de Ucrania le ha permitido anular un proyecto de oleoducto para sacar petróleo ruso por el puerto ucranio de Odesa hacia el Mediterráneo y sustituirlo por otro que permitirá exportar petróleo del mar Caspio por la costa polaca. En 2005 ha conseguido la terminación del oleoducto que permite sacar el petróleo de Azerbaiyán por el puerto turco de Ceyhan, pasando por Georgia (país totalmente controlado por EE.UU.). Pero en 2005 ha sufrido numerosos reveses en esta zona (que explicaré más adelante), a los que se une la elección de gobiernos progresistas en países latinoamericanos con importantes dotaciones de hidrocarburos. Por último, crece su presencia en África subsahariana, porque prevé importar de esta región el 25% del petróleo exterior en 2015 (Engdhal, 2005b; Stanway, 2005).

Esta estrategia no puede evitar que el petróleo sea cada vez más caro. Además, al profundizar en su dependencia del petróleo, el impacto se acrecienta. Esta realidad alimenta una emergente oposición interior. Proliferan informes y llamamientos a alcanzar la independencia energética. Coinciden en los argumentos siguientes: con la política actual nunca se conseguirá la seguridad de abastecimiento, la empeora; el petróleo resulta muy caro al país por el gasto militar que implica; se puede conseguir de forma rentable prescindir de las importaciones de petróleo, desviando el gasto militar a la inversión en autoabastecimiento. La invasión de Irak ha supuesto un fracaso. Se pretendía privatizar el petróleo en beneficio de las petroleras estadounidenses, lo cual no ha sido posible, ante la oposición encontrada (aunque ahora están intentando una privatización encubierta). La invasión iba a permitir alcanzar unas extracciones de 3,5 Mbd pero (aunque los expertos estiman una capacidad de 3 Mb/d), con las que se pagarían los gastos militares y la reconstrucción del país. Bombeaba unos 2,5 Mb/d antes de la invasión y a principios de 2006 están muy por debajo de 2 Mb/d y siguen cayendo. Se produce una media de cerca de un ataque diario importante a las

instalaciones petrolíferas. La *Energy Information Administration* admite que “la mayor parte de los analistas creen que no habrá importantes adiciones a la capacidad de producción iraquí por lo menos 2-3 años” (Amie, 2006; McKillop, 2005a; Klare, 2005b). Diversos estudios oficiales sitúan el precio real (contando los gastos militares) del galón de gasolina (3,75 litros) entre 5 y 15 dólares, cuando el precio de mercado se situaba en poco más de un dólar (ASPO Newsletter, 2004, diciembre, www.iags.org). Una muestra importante de oposición es la “Carta abierta al pueblo de EE.UU.”, que incorpora una propuesta de rápida reducción de la dependencia del petróleo, presentada en 2004 y que cuenta con el respaldo de más de 12 organizaciones. La Carta dice: “nos enfrentamos a lo que puede ser llamada una *tormenta perfecta* de dimensiones estratégicas, económica y ambiental, que (...) *demand*a que efectuemos en los próximos cuatro años una dramática reducción en las cantidades de petróleo importado de regiones inestables y hostiles”. Proponen un plan de choque (*Set America Free*) que consiste en la aplicación masiva de las tecnologías disponibles en este momento (vehículos híbridos y combustibles alternativos, como bioetanol, metanol, etc.).

Rusia

Desempeña un papel clave en el futuro energético ligado a los combustibles fósiles por sus importantes reservas de petróleo y de gas natural. Los gobiernos de la era Yeltsin expoliaron el enorme patrimonio de recursos naturales del Estado ruso, cuyo activo más importante eran los combustibles fósiles, reprimiendo violentamente toda oposición, y todo ello con el beneplácito de Occidente. Por el contrario, el actual Gobierno ruso está retomando el control de los mismos. Además, trata de evitar la maniobra de cerco de EE.UU. intensificando los acuerdos de cooperación con las ex repúblicas soviéticas para mantenerlas en (o recuperarlas a) su órbita (los últimos intentos de desestabilización de repúblicas de Asia Central por parte de EE.UU. ha tenido el resultado de reforzar su colaboración con Rusia) y está tejiendo una alianza con otros países amenazados por el expansionismo estadounidense. También está presionando a las repúblicas desafectas (Ucrania, Georgia, Moldavia, etc.) para que cambien su postura por todos los medios posibles. Por ejemplo, cobrándoles el gas natural a precios de mercado. Por último, busca la máxima cooperación con la UE, que cada vez es más dependiente de su energía. Últimamente, ha firmando acuerdos de suministro de combustibles fósiles con China, India, Irán, UE, Japón, Corea del Sur, etc. Algunos de ellos, son el fruto del creciente interés de China, Japón, Corea del Sur e India por asegurarse el suministro de combustibles fósiles de Rusia y Asia Central, y para ello están realizando fuertes inversiones en el desarrollo de la capacidad energética de las mismas. Para 2008 se prevé que entre en servicio un oleoducto para abastecer a Asia y principalmente a China (Engdhal, 2005b).

China

En China el carbón suministra alrededor del 65% de la energía. Pero las necesidades de petróleo y gas natural crecen rápidamente. Hasta 1993 fue autosuficiente en petróleo, pero en 2003 se convirtió en el segundo país importador, aumentando sus compras un 11%. En 2004 aumentaron un 18%, hasta alcanzar 3,2 Mb/d. Se prevé que a final de 2005 importará el 42,5% del petróleo. Su máxima prioridad es el acceso al petróleo y el gas natural del mundo, pero sabe que llega tarde al reparto y que en éste la política predomina sobre el mercado, como se ha visto en el fallido intento de la compañía china CNOOC de comprar la compañía estadounidense Unocal. Esta ha aceptado la oferta de Chevron Texaco a pesar de ser claramente inferior a la china, debido a la tremenda presión política. Le preocupa su fuerte dependencia del Golfo Pérsico (50-60% de sus importaciones) y de África (30%), así como del transporte marítimo que controla la Armada estadounidense. Por ello, promueve fuertemente la eficiencia (utiliza cinco veces más energía por unidad de valor creado que Alemania y Japón), todo tipo de energías renovables, la energía nuclear, la búsqueda de nuevos yacimientos de petróleo y gas natural en su territorio, y la diversificación de sus importaciones de petróleo y gas natural. Está desarrollando un plan de cooperación con múltiples países petroleros para garantizar su abastecimiento. Ha llegado a acuerdos con Rusia, Kazajistán (que es el país más

importante de la zona del mar Caspio; se estima que puede alcanzar 1,2 Mb/d en 2016; a finales de 2005 ha entrado en servicio un oleoducto de 200.000 b/d entre este país y China), Irán (con el que acaba de firmar un enorme contrato de venta de petróleo y gas natural), Sudán, Angola, Venezuela, Brasil, etc. Por último, constituye una prioridad estratégica de China reforzar la cooperación con Rusia, tanto por sus combustibles fósiles como porque sabe que ambos países necesitan colaborar para contrarrestar la estrategia de EE.UU. (Engdahl, 2005b; Auerback, 2005b; Singh, 2005; Stanway, 2005; Dahl, 2005).

UE

En la UE25 el consumo de petróleo crece de forma notable (0,7 Mb/d en 2004) debido, sobre todo, a la demanda de los nuevos Estados miembros. Depende principalmente del Golfo Pérsico (45% de sus importaciones de petróleo) y de Rusia (40% de sus importaciones de gas natural). La UE estima que su dependencia de combustibles fósiles aumentará del 50% actual al 70% en 20 años, pero el rápido ritmo de agotamiento del petróleo del Mar del Norte augura una dependencia futura mucho mayor. A principios de 2006 Europa bombea 4,5 Mb/d y consume 10,6 Mb/d. Además, una cantidad creciente de este petróleo se exporta a EE.UU. Es interés de la UE pedir a los países exportadores europeos (especialmente a Noruega, que extrae 2,7 Mb/d) que destinen todo el petróleo y el gas al consumo europeo. Pero esto choca con su ideología librecambista. A su favor cuenta que a 5.000 Km. del centro de Europa se localiza una zona en forma de elipse (que va desde Siberia Occidental al Golfo Pérsico) que contiene el 70/80% de las reservas mundiales de petróleo y gas natural (ver gráfico 11). Por ello, es necesario que busque alianzas estratégicas para garantizar los suministros de combustibles fósiles: “La UE debe lograr una alianza estratégica con los potencialmente mayores suministradores, tales como Rusia e incluso con países alejados tales como Irán” (Comisión Europea, 2005: 3). Da prioridad a las relaciones con los países más próximos: Noruega, Rusia, los del mar Caspio y del Norte de África. Pero a la hora de plasmar esta política se enfrentan la postura atlantista (es decir, seguir la estela de EE.UU.) y la que defiende tener una política exterior independiente, sobre todo, para garantizar la seguridad de abastecimiento energético. Se fortalece la segunda postura a medida de que se agrava su dependencia energética, se manifiestan los efectos de la proximidad del techo del petróleo y se hace crecientemente manifiesto que la estrategia de EE.UU. le enfrenta con el resto del mundo. Este fortalecimiento se concreta en el diálogo con Rusia, que empezó en 2000 y desde 2004 se están negociando proyectos, que empiezan a concretarse. Se ha llegado a un acuerdo para construir un gasoducto por mar hasta Alemania, evitando Ucrania y Polonia, países enfrentados con Rusia. Por otro lado, la UE, Polonia y Ucrania han firmado un acuerdo para construir un oleoducto que llevará petróleo del mar Caspio a través de Ucrania por el puerto polaco de Plotz. También se están concretando proyectos de suministro con países del Norte de África (Comisión Europea, 2005: 14 y ss.). Por último, la UE es la única instancia política capaz de liderar una estrategia de cooperación internacional.

Gráfico 11 Elipse estratégica que contiene el 70/80% de las reservas mundiales de petróleo y gas natural convencionales



Fuente: New Solutions, november 2005

3.3.2 Los escenarios de transición

Los techos del petróleo y del gas natural supondrán el colapso de la civilización actual. Nunca se ha dado un fenómeno semejante, por lo que es muy difícil prever el momento y la profundidad del colapso, así como el proceso de recuperación y las características de la nueva civilización. Sin embargo, podemos asegurar que el proceso será largo. Un estudio para el DoE llega a la conclusión de que sólo la sustitución de las gasolinas por otros combustibles necesitará al menos 20 años (Hirsh y otros, 2005: 64). El futuro va a estar profundamente condicionado por las actitudes de los principales Estados. Esquematizaré las actitudes en dos escenarios básicos: el de confrontación por el control de los últimos recursos fósiles y el de cooperación para realizar la transición de la forma más suave y solidaria posible.

La situación actual se caracteriza por una creciente confrontación por el acceso al petróleo y al gas natural. Es indudable que esta estrategia está siendo impuesta, sobre todo, por EE.UU. Frente a ella se va consolidando un frente de países *damnificados*, cuyo eje lo forman China, Rusia e Irán, al que se van integrando otros países como India, Brasil y Venezuela. Están tejiendo una densa red de acuerdos muy diversos: contratos de compra-venta de petróleo y gas natural (que se suelen plasmar en la construcción de oleoductos y gasoductos); inversiones de países importadores en los exportadores; fortalecimiento de intercambios comerciales; compra-venta de armas; y maniobras militares conjuntas. En este contexto, se está revitalizando la Organización de Cooperación de Shanghai (SCO, promovida por China en 2001 para luchar contra el terrorismo y firmado por China, Rusia, Uzbekistán, Kirguistán y Tayikistán y Kazajistán), para convertirla, también, en una plataforma de cooperación económica y de defensa frente a las maniobras estadounidenses. En la Conferencia de julio de 2005, celebrada en Kazajistán (y la que asistieron como observadores Pakistán, India e Irán), acordaron una declaración que pide el abandono de las bases estadounidenses en Asia Central: “como la fase de actividad militar en la operación antiterrorista en Afganistán está cerca de finalizar, a SCO le gustaría que los miembros de la coalición decidieran la fecha límite para el uso temporal de las infraestructuras y de la presencia los contingentes militares en estos países” y la no ingerencia en la región. Después de la Conferencia Uzbekistán ha forzado la retirada estadounidense para enero de 2006. Esta bipolarización creciente lleva a que cada vez más analistas hablen de una “nueva guerra fría” (Engdhal, 2005a; Auerback, 2005a).

Por encima de los intereses estratégicos de cada país, el fuerte crecimiento de las principales economías de Asia está generando un pulso gigantesco con las potencias occidentales por el petróleo y el gas natural del Golfo Pérsico, de Rusia y del mar Caspio. O'Reilly, presidente de Chevron-Texaco, describe con precisión esta dinámica: “estamos viendo los comienzos de una disputa por los suministros del Golfo Pérsico entre el Este y el Oeste (...) y el desplazamiento del centro de gravedad hacia Asia y, en particular, hacia China e India” (www.boston.com/news).

Esta dinámica de nueva guerra fría se incrementará, al menos, en los próximos años, produciéndose “dislocaciones constantes, conflictos múltiples e históricamente bajos niveles de cooperación mundial” (The Arlington Institute, 2003: 35). Un informe del Deutsche Bank considera que “con toda probabilidad se desencadenará una batalla por las reservas decrecientes” (Auer, 2004: 9). A pesar de ello, la cooperación terminará por imponerse, porque es la única opción razonable al caos, a las explosiones de precios y al alargamiento de la transición.

El escenario de cooperación supone llegar a acuerdos mundiales para, por un lado, organizar el proceso de desconexión ordenada y justa de los combustibles fósiles y, por otro, acelerar la transición a un modelo energético basado en la eficiencia y en las energías renovables. Otro informe del banco citado afirma que “los políticos visionarios, los empresarios y los economistas deberían prepararse para esto (el techo del petróleo) cuanto antes, para realizar la necesaria transición tan suavemente como sea posible” (ASPO Newsletter, enero 2005). La citada “Carta abierta” de diversas instituciones estadounidenses propone que el plan que la acompaña sea puesto en marcha conjuntamente “con nuestros aliados demócratas” (NDCF y otros, 2004).

El Protocolo de Agotamiento (promovido por ASPO) propone que los países reduzcan su consumo al ritmo de la Tasa de Agotamiento mundial. Esta tasa se calcula dividiendo el consumo anual por las reservas existentes, entendiendo como tales las probadas y las probables. Se suele estimar esta tasa en 2,5-3%. Los países exportadores disminuirían sus ventas al ritmo de su propia tasa de agotamiento y los países importadores sus compras al ritmo de la Tasa. Si esta política se generalizara a escala mundial, el precio del petróleo iría elevándose lentamente en un contexto de escasa volatilidad (Heinberg, 2005). Este Protocolo supone un trato injusto para los países menos desarrollados, porque se ven privados de unos combustibles que han permitido el desarrollo de los países industrializados. En este momento los consumos de petróleo en barriles/persona y año son: EE.UU. y Canadá, 25; la UE, Japón, Corea del Sur, Taiwan y Singapur oscilan entre 10 y 12; China, India, Pakistán y Brasil varían entre 1,25 y 2,5 (McKillop, 2004). Pero ante la irreversibilidad del techo, lo que les debe preocupar es realizar la transición más rápida posible. Si consiguieran un trato de discriminación positiva en el reparto del petróleo que queda, profundizarían su dependencia de un modelo energético que tiende a desaparecer. Lo cual no es contradictorio con que durante un tiempo limitado exijan que los países más pobres reciban subvenciones para comprar combustibles fósiles. Lo que deben reclamar es la transferencia de tecnologías de uso energético más eficientes y de captación de energías renovables. A los países exportadores el Protocolo les permitiría evitar interferencias exteriores y obtener unas rentas más o menos constantes durante un periodo más largo que con la política actual.

Indudablemente la puesta en práctica del Protocolo se enfrenta a múltiples obstáculos. Los países petroleros no dan datos fiables sobre sus reservas, por lo que habría que avanzar mucho en este campo. Habría que crear una organización que gestionara el sistema, recabando los datos sobre reservas, calculara las tasas, controlara importaciones y exportaciones, sancionara a países infractores, dirimiera las disputas, etc. Aparentemente los países que no acepten el Protocolo se verán primados. En un principio esto será cierto, pero mantener su dependencia de los combustibles fósiles agudizará sus problemas a medida que se vayan agotando. Los países que apliquen el Protocolo se van a ver obligados a realizar una transición rápida en un marco de la estabilidad más alta posible y muy pronto empezarán a beneficiarse de los frutos de la transición, empezando por el aumento de la eficiencia.

La creación de Petrocaribe en junio de 2005, una organización de cooperación entre Venezuela (promotora de la iniciativa) y los países caribeños en materia energética, constituye un paso importante en la consolidación de la estrategia de cooperación: “Petrocaribe nace como una organización capaz de asegurar la coordinación y articulación de las políticas de energía, incluyendo petróleo y sus derivados, gas, electricidad, uso eficiente de la misma, cooperación tecnológica, capacitación, desarrollo de la infraestructura energética, así como el aprovechamiento de fuentes alternas, tales como la energía eólica, solar y otras”. El acuerdo contempla, pagos diferidos del petróleo cuando su precio supere los 40\$ a un 1% de interés y pagos parciales con mercancías y servicios a precios preferenciales. Petrocaribe tiene, también, capacidad de gestionar créditos (Ministerio de Relaciones Exteriores de Venezuela, 2005). Su éxito vendrá determinado por el impulso que se de a la eficiencia y a las energías renovables, vía liderada por Cuba y Venezuela.

4 Consecuencias del techo del petróleo

4.1 Económicas

Algunos analistas afirman que el impacto de la escalada de los precios de petróleo va a ser menor que el de las dos crisis anteriores, porque la dependencia del petróleo en relación con el PIB es menor que antes. Por el contrario, hay factores muy poderosos que invalidan tal hipótesis, empezando porque ahora nos enfrentamos a una escasez definitiva. Los países desarrollados aminoraron el impacto de las crisis anteriores sustituyendo petróleo por gas natural (en calefacción y en generación eléctrica), que en aquella época era muy barato. Ahora esta deriva no se puede dar sobre bases duraderas, por las limitaciones reflejadas en el apartado del gas natural. Por último, el transporte por carretera ha reforzado su hegemonía y depende del petróleo.

4.1.1 El impacto sobre el sistema económico

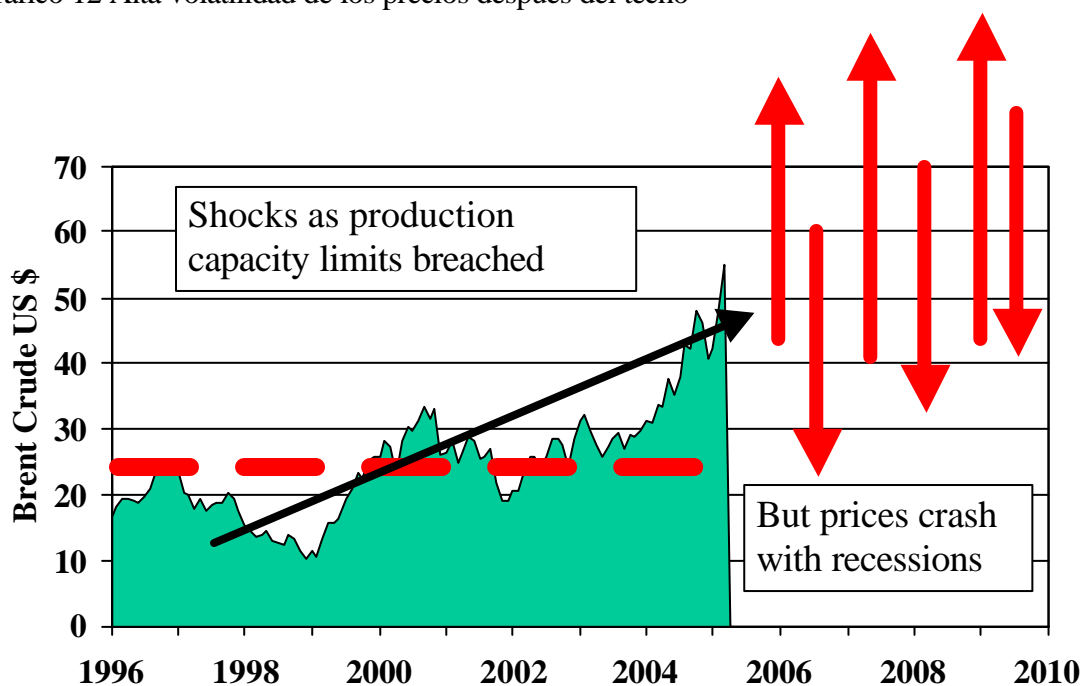
La economía ortodoxa viene mostrando su bancarrota teórica en el caso del petróleo. Se basa en la premisa general de que no existe escasez física de recursos, sino económica. Su lema más repetido es que la Edad de Piedra no se acabó por falta de piedras, a lo que el jeque Yamani, que fue ministro del petróleo de Arabia Saudita durante muchos años, ha respondido que también “la edad del petróleo acabará mucho antes de que el mundo se quede sin petróleo” (Maass, 2005). Lo cual parece una alusión al techo del petróleo. El argumento es el siguiente: el aumento del precio disminuiría la demanda (se supone que esta es elástica en relación con el precio), reduciría el crecimiento de la economía (sobre todo, en el caso de un recurso tan decisivo como el petróleo, lo cual reforzaría la tendencia anterior) e incentivaría la inversión en nuevas prospecciones (lo cual se traduciría en un incremento de la oferta). Otra premisa es que el encarecimiento del petróleo deprime la economía y, por el contrario, el petróleo barato es una condición ineludible para el crecimiento económico. A medida que el precio ha ido creciendo por encima de los 30\$/b, se han multiplicado los avisos por parte de las instituciones financieras de que esta situación provocaría un proceso inflacionario y una disminución del crecimiento económico. Esto es lo que han venido haciendo, por ejemplo, el Fondo Monetario Internacional, la Reserva Federal de EE.UU. y el Banco Central Europeo. Se han venido multiplicando los estudios econométricos que *demonstraban* determinadas reducciones del PIB en función de escenarios de encarecimiento. Por ejemplo, el informe *Outlook 2003* de la OCDE calcula que un incremento de 10 \$/b durante un año reduciría el crecimiento de la economía mundial en 0,60 puntos. Las otras instituciones han hecho estimaciones similares (Hirsch y otros, 2005: 31).

La realidad está demostrando que la argumentación es falsa. Los altos precios no han dado lugar a descubrimientos significativos, a pesar de que además del incentivo de los precios los gobiernos

han multiplicado las subvenciones. En EE.UU., décadas de fuertes inversiones en la prospección petrolífera (se ha doblado en la última década) no han invertido la tendencia: en el periodo 1970-1985 la extracción se redujo en un 20% y para 2000 a la mitad. Lo mismo ha ocurrido con el gas natural desde que también alcanzó el techo. Desde 1994 se ha doblado la inversión en petróleo y gas natural. La fuerte escalada de los precios coincide con un alto crecimiento de la economía mundial y sin aumentos significativos de la inflación (oficialmente la inflación de EE.UU. y la de la UE se mantiene en el 2-2,5% y la de Japón es negativa). Aunque la inflación real suele ser mayor que la oficial, porque los gobiernos la adulteran (especialmente en EE.UU.), lo cierto es que no está lastrando el crecimiento. En 2004, año en el que el barril llegó a superar los 50\$, la economía mundial logró un crecimiento del 4,8%, el mayor en 15 años. En 2005 el barril se ha encarecido un 45% y se vaticina un crecimiento del 4%. Por otro lado, la escalada del precio del petróleo coincide con un fuerte incremento de su consumo. En 1999 el precio del petróleo se triplicó y, sin embargo, el incremento del consumo fue el mayor en 10 años. En 2004 la demanda de petróleo creció un 3,5% (MacKillop, 2005b; Hisrch, 2005 y otros: 16). Indudablemente hay un umbral a partir del cual la demanda se verá afectada y la experiencia indica que está por encima de los 70\$.

La experiencia histórica nos muestra que se producirá un crecimiento explosivo del precio del petróleo cuando se alcance el techo. Una idea de la magnitud de la subida nos la da la evolución de su precio en las dos crisis anteriores. El 19 de octubre de 1973 subió de 3 a 5 dólares el barril y para Navidad había alcanzado los 11,65 dólares (42 dólares de 2004). A finales de la década de los 70 la revolución jomeinista provocó un fenómeno semejante. En 1980 subió a 35,69 dólares (82 dólares de 2004). En ambos casos el desajuste entre oferta y demanda fue del 5-7% y sólo duró unos pocos meses (Hamilton-Berger, 2003: 54; McKillop, 2004). La diferencia del próximo techo del petróleo es que el desajuste será permanente y creciente. Por ello algunos analistas prevén precios superiores a 200 dólares, en un contexto de gran volatilidad, como muestra el gráfico. Esta dinámica traerá consigo una situación caótica, caracterizada por una gran crisis económica, inestabilidad política y muy posiblemente conflictos armados generalizados por el control del petróleo remanente. La magnitud de la crisis y del consecuente periodo de transición (que en cualquier caso será largo) depende de qué elemento del binomio cooperación/confrontación predomine.

Gráfico 12 Alta volatilidad de los precios después del techo



C. Campbell (2005: 34)

La profunda y prolongada depresión provocará la transformación del sistema económico: subsistemas financiero, de comercio, monetario, energético, agrícola, de transporte, etc.

La revolución industrial produjo también otra revolución: la financiera. Se pasó de un sistema en el que los bancos centrales creaban el dinero a otro en el que la banca privada lo genera a partir del endeudamiento privado. Prestan más dinero del que tienen disponible y esto no genera ningún problema, si la economía está en constante crecimiento. El consiguiente aumento de rentas permite a los deudores hacer frente a sus obligaciones financieras. Es un sistema basado en la confianza en el crecimiento perpetuo. Pero si esta premisa no se cumple, el sistema colapsa y esto es lo que ocurrirá, ya que el techo del petróleo destruirá las expectativas de crecimiento.

Resulta indudable que el actual flujo internacional de personas y mercancías, lejos de seguir incrementándose de forma muy rápida, se reducirá drásticamente, proceso que obligará a desarrollar una economía descentralizada. Como media, un incremento del 10% en el precio del petróleo se traduce en un aumento de los costes de transporte del 4%. Desde finales de 2003 a finales de 2005 el barril ha pasado de 30\$ a unos 60\$, produciendo un aumento en los costes de transporte del 40%. Un barril a 100\$ tendría un efecto de triplicar el arancel medio mundial (4,5% del valor de las mercancías), lo que supone la eliminación de los recortes arancelarios producidos en los últimos 45 años. Un estudio del Banco Mundial, que examina la relación entre comercio y costes de transportes de 103 países, llega a la conclusión de que la duplicación de los costes reduce el comercio un 50%. En los periodos 1974-1986 y 1987-2000 el PIB mundial creció al ritmo medio anual del 3,5% y las reducciones de aranceles fueron semejantes. Sin embargo, en el primer periodo la aportación del comercio al PIB permaneció constante y en segundo creció más de un 60%. La explicación es que en el primer periodo el precio medio del petróleo fue aproximadamente el doble que en el segundo. Los altos costes del transporte producirán, por ejemplo, la sustitución de gran parte de las exportaciones de Asia y Europa a EE.UU. por las de Méjico. En el periodo 1973-1980 el precio del petróleo se cuadruplicó y las exportaciones anteriores cayeron un 36%. Indudablemente es muy variable la eficiencia energética de los modos de transporte y su dependencia del petróleo. Pero todos dependen del camión para trasladar las mercancías a, y desde, las terminales de los otros modos. El camión supone el 40% de los costes de transporte de una mercancía típica importada de China por EE.UU. en barco (Rubin y Tal, 2005).

Más adelante comentaré, en el apartado dedicado al efecto del techo en EE.UU., que colapsará el sistema monetario internacional (SMI) actual, basado en la hegemonía del dólar.

4.1.2 Impactos sectoriales

Entre los sectores que van a verse especialmente impactados (además del sector energético) destacan por su importancia el de transporte y el agrícola. Además, los edificios tienen una especial importancia por su elevada cuota de consumo energético y especial capacidad de ahorro.

A escala mundial el 90% de la energía consumida por el transporte procede del petróleo (97% en EE.UU.). Este sector consume el 57% del petróleo (70% en la UE) y el de carretera el 95% de la cantidad anterior (98% en la UE). Este modo de transporte es hegemónico y tiende a reforzarse. En la UE en el periodo 1970-2000 el número de pasajeros y toneladas de mercancías transportadas se han incrementado a un ritmo anual cercano al 3%, las mercancías transportadas por la carretera han pasado de una cuota del 31% al 44% (41% la navegación de cabotaje, gracias a los combustibles fósiles) y las del ferrocarril del 21% al 8%. La carretera transporta el 79% de los viajeros, el ferrocarril el 6% y el avión el 5% (Comisión Europea, 2005: 7, 25). El coche domina ampliamente el transporte de viajeros por carretera. Por otro lado, las ventas de vehículos de carretera siguen creciendo a un fuerte ritmo a escala mundial. En los países emergentes el sector del automóvil crece anualmente en torno al 20%.

Estas tendencias cambiarán con la escalada de los precios del petróleo. Disminuirá fuertemente la movilidad. La gente buscará proximidad a la hora de comprar la vivienda. Primará vivir en ciudades densas y de tamaño medio, que le garanticen cortos desplazamientos (y en transporte público) para ir a trabajar, para comprar, para acceder a servicios, etc. Los transportes de carretera y aéreo se verán fuertemente impactados por ser totalmente dependientes del petróleo y por ser los menos eficientes. Se producirá una fuerte presión para transportar mercancías por barco y tren, pero estos modos tendrán una capacidad limitada de absorber la demanda a corto y medio plazo, después de medio siglo de abandono en la mayor parte de los países.

Toda la cadena de los alimentos de la agricultura industrial (producción, transporte, transformación industrial, distribución, refrigeración, desplazamientos para comprar y cocinado) es altamente dependiente de los combustibles fósiles y, en especial, del petróleo. En EE.UU. el 17% del consumo energético se invierte en la producción y distribución de alimentos. La producción de alimentos supone un quinto del consumo energético (21%), siendo el resto de los principales capítulos de consumo: 14% transporte; 16% procesado; 7% envasado; 7% restaurantes y 32% refrigeración y preparación doméstica. El total de la producción se reparte así: 28% en producción de fertilizantes, 7% en irrigación, 34% en combustibles usados por la maquinaria agrícola y el resto en la producción de pesticidas, secado de cereales y la recolección de las cosechas. El factor que se está intensificando más rápidamente es el transporte, por las crecientes distancias recorridas y por el aumento de los alimentos transportados por camión y avión. El primero es 10 veces más intensivo en energía que el ferrocarril o el barco. En los países desarrollados las distancias medias recorridas por frutas y verduras entre las granjas y las tiendas oscilan entre 2.500 y 4.000 kilómetros (Murray, 2005). En GB la cantidad de alimentos transportados se incrementó en un 16% y las distancias recorridas en un 50% en el periodo 1978-1999. El índice de alimentos-kilómetros aumentó un 15% en los 10 años anteriores a 2002. Los alimentos suponen 25% de las mercancías transportadas en camión. El petróleo se utiliza para mover la maquinaria agrícola, bombear agua y el transporte (que normalmente se realiza en vehículos refrigerados) y en la manipulación industrial, incluyendo la fabricación de envases. El gas natural se utiliza para producir fertilizantes. Se utilizan 10 unidades energéticas para poner en nuestra mesa una unidad energética en forma de comida. Se consume entre 2 y 7 veces menos energía en la agricultura ecológica que en la industrial (Ho, 2005; Lawrence, 2005).

Los edificios consumen el 42% de la energía final de la UE en iluminación y, sobre todo, en calefacción (70% del total) (Comisión Europea, 2004b:21). Pero este es el campo en el que se puede lograr los mayores niveles de ahorro energético de forma rentable, por lo que adquiere una importancia estratégica para lograr una rápida disminución del uso de los combustibles fósiles. Las escaladas de los precios del petróleo y del gas natural (con la particularidad de que en este último caso los precios son extraordinariamente altos en algunas regiones por haber alcanzado el techo de bombeo) están impulsando políticas gubernamentales de eficiencia energética y captación de energía solar. Una muestra muy relevante es la Directiva comunitaria sobre eficiencia de edificios.

4.1.3 Impactos sobre tipos de países

El impacto será menor cuanto más predominen los factores siguientes: baja dependencia de combustibles fósiles (especialmente del petróleo); alta eficiencia energética; grandes recursos de petróleo y gas; elevado potencial de energías renovables; fuerte desarrollo de tecnologías solares; alto grado de desarrollo (elevada capacidad de cambio tecnológico, de compra de combustibles, etc.); baja apertura de la economía; alta diversidad de tejido económico; instituciones sólidas; alta cohesión social. Los países en los que predominan los factores contrarios se encuentran en la posición más difícil.

Impactos sobre países desarrollados

Los países desarrollados poseen, en general, bastantes de las características señaladas (con la notable excepción de su fuerte dependencia de combustibles fósiles importados), por lo que se van a ver menos afectados que los menos desarrollados. Sin embargo, dentro de ellos se dan situaciones muy diversas y, en especial, hay un grupo (en el que predominan los de menor grado de desarrollo) que es el más dependiente del petróleo (fenómeno que suele ir parejo con un pobre aprovechamiento de energías renovables), el menos eficiente y apenas han desarrollado políticas tendentes a la sostenibilidad. Además, su tejido industrial está poco diversificado y predominan los sectores más intensivos en energía y menos generadores de valor añadido. Este grupo sufrirá de forma especial la crisis energética y sus consecuencias. En él se encuentran los países del sur de la UE (Portugal, España, Italia, Grecia, etc.), aunque suelen tener elementos que no concuerdan con la imagen descrita y, en menor medida, Bélgica e Irlanda, además de Australia, Nueva Zelanda, etc. Por el contrario un nutrido grupo de países del norte de Europa (Suecia, Dinamarca, Alemania, Austria, etc.) y Japón constituyen el reverso de la moneda. Están avanzando mucho en la eficiencia energética. Alemania es líder mundial en energías renovables, a pesar de no contar con un potencial grande, exceptuando en energía eólica. Japón lo es en eficiencia y en placas fotovoltaicas. Suecia ha anunciado una rápida eliminación de los combustibles fósiles.

El caso especial de EE.UU

Uno de los pilares de la hegemonía de EE.UU. es que el dólar es la divisa principal del comercio internacional. Esto le permite soportar unos enormes desequilibrios presupuestario y de la balanza de pagos, que a otros países éstos les resultarían insostenibles por la gran inflación y depreciación de sus monedas que generarían. El dólar permanece como divisa internacional hegemónica gracias a que en ésta moneda se venden el petróleo y el gas natural. Este hecho tiene su origen en el pacto realizado a principios de la década de los 70 entre EE.UU. y Arabia Saudita, por el cual el primero se comprometía a defender la estabilidad del régimen del segundo a cambio de vender sus combustibles fósiles en dólares. Pero la posición del dólar tiende a debilitarse, por cuatro factores: la política económica de la administración Bush; la tendencia de muchos Bancos Centrales a disminuir la proporción de dólares de sus reservas; la dinámica de los países petroleros del Golfo Pérsico a disminuir sus inversiones en bonos del Tesoro; y, sobre todo, el interés creciente de los países petroleros por vender sus combustibles en euros y de la UE por fortalecer este comercio.

EE.UU. importa mucho más de lo que exporta y se estima que el déficit exterior pase de 600.000 millones de dólares en 2004 a 700.000 en 2005. Se espera que el déficit presupuestario alcance en 2005 los 500.000 millones de dólares, en torno al 6% del PIB. La deuda externa acumulada supone ya el 40% del PIB. Este déficit le obliga a pedir prestado alrededor del 80% del ahorro de todo el mundo para mantenerse solvente, porque el ahorro doméstico sólo es el 2% de la renta disponible y está bajando. Con la mitad de esta deuda colapsaron las economías sueca y británica a finales de la década de los 80. Pero la posición hegemónica de EE.UU. y, en especial, el hecho de ser el dólar la divisa clave del SMI, le ha permitido crear un *ciclo virtuoso* que evita el colapso de su economía. En esencia es el siguiente. El sobre-gasto estatal se traduce en un aumento del consumo y éste en un aumento de las importaciones. Estas son, sobre todo, mercancías asiáticas (principalmente de China) y petróleo y gas natural. Tradicionalmente una buena parte de estos dólares, una vez deducido el gasto interior y el aumento de las reservas de los Bancos Centrales, se han invertido en la bolsa de EE.UU., en bonos del Tesoro y en renta variable, manteniendo así el tipo de interés bajo y sufragando el déficit presupuestario. Sin embargo, el mecanismo citado tiende a debilitarse (Jones, 2005: 105 y ss.).

Los ingresos de los países del Golfo por las ventas de hidrocarburos están creciendo dramáticamente. El FMI prevé que en 2005 los países del Golfo y del Mar Caspio ganen unos 400.000 millones de dólares (cuatro veces más que en 2002). Los beneficios de China y otros países

asiáticos emergentes serán de unos 190.000 millones. Sin embargo, las tendencias de inversión de los países petroleros del Golfo Pérsico están cambiando. Van en la dirección de invertir predominantemente en la industrialización de sus países y en las boyantes bolsas de la zona. Como estas inversiones en activos financieros están nominadas en dólares, no debilitan directamente la posición de esta moneda, aunque la disminución de la inversión en títulos de la deuda pública de EE.UU. limita su capacidad de sufragar su déficit presupuestario, la cual presiona hacia la desvalorización del dólar. Invierten en activos financieros nominados en dólares porque están obligados a no debilitar el dólar por dos razones: siguen vendiendo sus combustibles fósiles en dólares; y mantienen sus monedas nacionales en una paridad fija con el dólar. Pero esta política les está dañando su economía, les obliga a seguir la política estadounidense de bajos tipos de interés en países con una alta liquidez monetaria, lo cual dispara la inflación. Por todo ello esta situación no se podrá mantener por mucho tiempo (McGreal, 2005).

Se constata una deriva hacia el cambio del dólar por el euro en el mercado de los combustibles fósiles. Irak empezó a vender su petróleo en euros en 2001 y algunos analistas consideran que la invasión estadounidense fue provocada por ésta política. Existe un claro interés de la UE para fortalecer el papel de euro en el comercio internacional. Una resolución del Parlamento Europeo (2001) declara que “se manifiesta a favor de que la UE, a través del diálogo con los países perteneciente o no pertenecientes a la OPEP, prepare el camino hacia el pago en euros”. La UE y Rusia han llegado a un acuerdo en 2004 para discutir el mecanismo de pagos en euros por los combustibles fósiles. Alemania ha llegado a un acuerdo con Rusia para pagar el gas en euros. En la OPEP varios países (Irán, Venezuela, Indonesia, Malasia, etc.) están presionando para que adopte el euro como medio de cobro. El cambio de divisa en el caso del gas natural es más fácil que en el del petróleo, porque Rusia e Irán tienen el 50% de las reservas mundiales de gas. Irán ha decidido crear un mercado internacional de combustibles fósiles en euros en marzo de 2006. Viene vendiendo petróleo y gas natural en euros a los países de la UE y de Asia desde 2003. Aunque no es probable que rápidamente se convierta en un competidor de los mercados de Londres y Nueva York (ambos controlados por compañías estadounidenses), hemos visto que hay fuerzas poderosas que presionan hacia su consolidación (Clark, 2005: 136 y ss.).

Los factores anteriores están dando lugar a que los Bancos Centrales disminuyan la proporción de dólares de sus reservas de divisas. China lo está haciendo. Pero, de momento, carece de capacidad de maniobra para profundizar en esta política, porque no le interesa la devaluación del dólar, ya que supondría la revalorización relativa del yuan, lo cual reduciría sus exportaciones a EE.UU. Rusia, como todos los países exportadores de petróleo y gas, quiere venderlos en una divisa estable. Además, le interesa debilitar a EE.UU., por su política tendente a arrebatarle el control de las ex repúblicas soviéticas, y una parte muy importante de sus transacciones comerciales las realiza con la UE. Por todo ello, el Banco Central ruso ha pasado en los últimos años de tener el 90% del stock de divisas en dólares a un 65% y manifiesta el interés por tener más euros. Los Bancos Centrales de los países de la OPEP han disminuido sus reservas en dólares de un 75% a un 61,5 entre 2001 y 2004 (Moore, 2005; Clark, 2005: 139; Petrov, 2006).

Por otro lado, la facilidad con que EE.UU. atiende a la deuda externa está dando lugar a la desaparición o debilitamiento de sectores industriales enteros y, a su vez, al fortalecimiento de la economía financiera, impulsada por la canalización hacia este sector de la extraordinaria liquidez, provocada por la citada política económica. Este sector aporta la mitad de los beneficios de la economía. Así que es una economía que cada vez tiene menos base real y, por tanto, el colapso del sistema financiero que provocará el techo del petróleo (reforzado por el estallido de la burbuja inmobiliaria existente) le afectará de forma especial. Además, los elevados precios del petróleo y del gas natural en EE.UU. están acelerando el ritmo de desindustrialización del país. El encarecimiento de la electricidad (como consecuencia de la escalada en los precios del gas natural) está obligando a cerrar numerosas plantas de aluminio. Las grandes multinacionales energéticas están trasladando sus inversiones en plantas petroquímicas a los países del Golfo Pérsico, debido a

el petróleo y el gas natural son mucho más baratos en éstos países. Las grandes compañías aéreas están al borde de la quiebra. NorthWest y Delta ya están en quiebra. Las compañías de automoción también están en situación muy precaria, ya que están cayendo las ventas de vehículos todo terreno, su principal fuente de beneficios, mientras suben las ventas de coches híbridos japoneses y de diesel europeos (Jones, 2005: 105 y ss.).

En resumen, desde 1945 EE.UU. ha pasado de ser: el mayor acreedor a convertirse en el mayor deudor; el mayor exportador de petróleo a ser el mayor importador (el capítulo energético supone un tercio del déficit y es el que rápidamente crece); el mayor poder industrial a ser un país relativamente desindustrializado. Reina en el sistema financiero gracias al sistema económico internacional que impuso después de la SGM, pero éste colapsará a consecuencia del techo del petróleo. Se empiezan a manifestar cambios de comportamiento que amenazan la hegemonía del dólar y, por tanto, el mantenimiento de los privilegios que le reporta a su economía. Por último, la escalada en el precio del petróleo es una carga de profundidad para la economía más dependiente del petróleo del mundo.

Impacto sobre países menos desarrollados

El impacto sobre las economías de estos países será mayor que sobre las economías desarrolladas y será tanto más fuerte cuanto menor sea el grado de desarrollo. Son varias las razones: sus economías son muy poco diversificadas; frecuentemente sus exportaciones dependen de una sola materia prima; son muy dependientes de los combustibles del petróleo (con él generan la mayor parte de la electricidad y gran parte de la población lo utiliza para cocinar); las industrias son muy intensivas en energía y son poco eficientes (se estima que su intensidad energética (energía necesaria para producir una unidad de PIB) es doble que la de los países desarrollados); poseen escasa capacidad técnica para hallar tecnologías alternativas; la factura del petróleo producirá déficits insostenibles en las balanzas de pagos y en los presupuestos, porque los combustibles suelen estar subvencionados. Los últimos factores afectan sobremanera a los países menos desarrollados (Hirsch y otros, 2005: 30). En realidad, tenemos la experiencia reciente de Cuba y Corea del Norte, países a los que el colapso del imperio soviético les privó el acceso a petróleo barato, aparte de la pérdida de importantes exportaciones. En Corea del Norte el consumo energético cayó un 51% en el periodo 1990-96, el transporte por carretera y barco se redujo en un 40% y la producción de hierro y acero un 36%. El impacto sobre la economía cubana fue también muy fuerte, pero el pleno apoyo del gobierno a la construcción de una economía descentralizada y autosuficiente le ha permitido remontar la crisis. Hoy constituye el ejemplo de cómo los países menos desarrollados pueden aminorar los impactos del techo del petróleo y empezar a construir una economía sostenible (Pfeiffer, 2005).

Con el precio del barril en la decena de los 60\$ el impacto sobre la economía de los países menos desarrollados empieza a ponerse de manifiesto, especialmente en el caso de los más pobres. Asistimos a la reducción o eliminación de subsidios a los combustibles, debido a que el gasto público crece exponencialmente, generando fuertes déficits presupuestarios y erosión del valor de sus monedas. Además, el mantenimiento de subsidios está dando lugar al contrabando de combustibles hacia otros países que los han eliminado. Esto le ocurre a Malasia. China está elevando el precio de los combustibles y ha prohibido exportar gasolinas ante la escasez que se empezaba a dar en algunas zonas, porque las compañías prefieren exportarlas a países con precios más reales, entre otras razones. Lo mismo ha ocurrido en Camboya. Pero estos gobiernos se enfrentan a la oposición popular por la pérdida de rentas que supone la subida de los precios. Seleccionar a capas concretas de la población, como hace India con los campesinos, impulsa el mercado negro. Como resultado de estos fenómenos, las capas más pobres de la población no pueden comprar combustibles y los sustituyen por leña en el campo y por residuos (especialmente plásticos) en los suburbios de las ciudades. Muchos países carecen de las divisas necesarias para

importar el petróleo necesario, llegando a provocar paralizaciones parciales de la actividad productiva y del funcionamiento de las Administraciones (esto ocurre en Zimbabwe). En las regiones donde la electricidad se produce a partir del petróleo, como en Centroamérica, los gobiernos se debaten entre subsidiarla y tener capacidad de importar petróleo. En Nicaragua y Albania se producen cortes de electricidad ante la imposibilidad de importar petróleo necesario para el pleno funcionamiento de las centrales térmicas. Proliferan las políticas tendentes a reducir el consumo de combustibles: reducción a cuatro días el trabajo de los funcionarios (Filipinas); prohibición de vender combustibles durante la noche y de vender a cada usuario de vehículos más de 15 litros por día (Honduras) (Crawford, 2005; Randewich, 2005).

4.2 Impacto sobre la economía española

La economía española es la más dependiente de petróleo de todas las economías europeas (52% del consumo energético frente a alrededor de un 30% de las economías europeas más importantes), excepto Portugal, Grecia, Chipre y Malta. Este hecho es debido al enorme predominio del transporte de carretera y la menor cuota relativa del consumo de gas natural (entorno al 16%). A pesar de que se está produciendo una aceleración de la subida del petróleo (en los 8 primeros meses de 2005 el precio de las gasolinas se incrementó alrededor de un 25%), la economía viene creciendo por encima del 3%, en buena medida impulsada por la burbuja inmobiliaria. Las ventas de coches siguen batiendo récords. También lo hace el sector aéreo. En los 6 primeros meses del año se elevó en un 8,3% el número de viajeros transportados y el consumo de keroseno en el último año aumentó un 11,2%. Lo cual demuestra una vez más que incluso un precio situado en la década de los 60 dólares por barril no reduce el crecimiento económico, al menos, de las economías desarrolladas y emergentes.

La vulnerabilidad de la economía española ante la escalada del precio del petróleo y su techo es muy grande. Otros datos refuerzan esta conclusión. Su dependencia de la importación de combustibles fósiles es enorme: carbón (64,5%), petróleo (99,5%) y gas natural (99,1%). Estos datos determinan que la dependencia energética de la economía española sea del 77%, frente al 50% de la UE15, y que las importaciones de petróleo supongan el 2,1% del PIB, frente al 1% de las principales economías europeas. Su consumo crece a un ritmo semejante al de la economía. La gran mayoría del petróleo se dedica al transporte y sólo un 7% a la producción eléctrica. El crecimiento de la economía se está produciendo, sobre todo, por la construcción, tanto de vivienda como de infraestructuras (su aportación a la formación bruta de capital fijo se incrementó en 2004 un 5,8%) y por el consumo (aumentó un 6% en 2004). Pero la compra de viviendas está elevando extraordinariamente el endudamiento de los consumidores. Por otro lado, hay que tener en cuenta el importante peso del sector del automóvil en la industria y el del turismo. Todo ello explica que el incremento del consumo energético sea semejante al crecimiento de la economía.

El modelo de transporte impulsado por los últimos gobiernos lo hace particularmente vulnerable, por su baja eficiencia energética y dependencia del petróleo. Su consumo energético fue en 2003 el 41% del total (32% en la UE15). El resto de los otros consumos importantes son: industria (33%), sector doméstico (15%) y agricultura y servicios (11% cada uno). Esta situación es debida al extraordinario predominio del transporte de carretera, a causa del abandono histórico del ferrocarril (que sólo transporta el 4% de las mercancías), a la apuesta de los últimos gobiernos por un tren de alta velocidad (ineficiente, porque el consumo energético es proporcional al cuadrado de la velocidad, e incompatible con el transporte masivo de mercancías y viajeros) y la precariedad del transporte colectivo en las áreas metropolitanas. La enorme inversión prevista en el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte (PEIT) (250.000 millones de euros que, en caso de realizarse sería mucho mayor, por las enormes desviaciones de costes que se producirían) agudizará los problemas estructurales de la economía española: aumentará la ya fuerte dependencia del petróleo, la ineficiencia energética, y reforzará el papel de la construcción como sector tractor

de la economía, alejándola aún más de la economía del conocimiento, que constituye el núcleo de la Estrategia económica de la UE. Estos problemas resultan particularmente graves ante el techo del petróleo, por lo que el PEIT tendrá que ser abandonado muy posiblemente antes del final de esta década. El momento del abandono tiene especial importancia, porque el PEIT está detrayendo los fondos necesarios para realizar las transformaciones que requiere el techo. A modo de ejemplo, el gobierno sólo puede invertir 680 millones de euros en el Plan de Energías Renovables.

También existen elementos positivos. Los más importantes son el extraordinario potencial de energías renovables y un importante desarrollo de tecnologías de captación. Indudablemente existen otros elementos positivos, pero la temática y la dimensión de este trabajo impiden su análisis. Es muy notable el desarrollo de la energía eólica y de su tecnología. También se posee una muy importante capacidad de producción de placas fotovoltaicas (aunque la venta doméstica sea ridícula) y un importante bagaje tecnológico en este campo y en la generación eléctrica solar-térmica. Contrasta esta buena posición relativa con el casi inexistente desarrollo del binomio hidrógeno/células de combustible, que junto a las energías renovables constituyen los fundamentos de un sistema energético sostenible. Siguiendo con el balance positivo, el gobierno central aprobó en 2005 dos planes energéticos: el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2005-2007 y el citado Plan de Energías Renovables. El primero pretende congelar el incremento del consumo energético durante la vigencia del mismo. El segundo tiene por objetivo cumplir los compromisos asumidos ante la UE de aporte de las energías renovables al consumo total. Debida a su baja dotación, estos planes no van a dar resultados importantes y servirán, sobre todo, como entrenamiento de las administraciones públicas para realizar, más tarde, las políticas inevitables ante el techo.

5. La búsqueda de alternativas energéticas

5.1 Alternativas no sostenibles

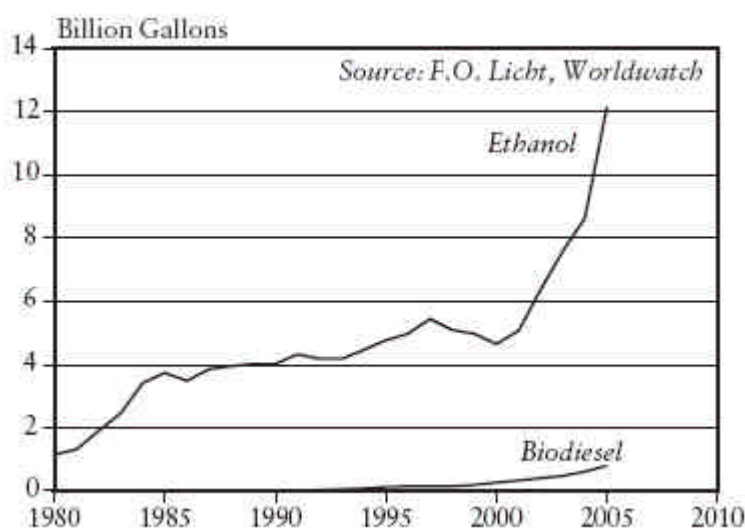
A medida de que se profundiza la crisis del petróleo, se intensifican las presiones y las decisiones políticas tendentes a mantener el modelo energético actual en base al secuestro del CO₂ y a la sustitución paulatina del petróleo por algunas energéticas alternativas que se mantenían en estado latente (energía nuclear) o poco desarrolladas (biocombustibles).

Biocombustibles

El 90% de la energía consumida por el transporte procede del petróleo, siendo la carretera responsable del 95% del total. Con el encarecimiento del petróleo asistimos a la proliferación de políticas estatales de fuerte apoyo a la sustitución de gasolinas por biocombustibles. Los biocombustibles suponen ya el 2% de los combustibles de automoción a escala mundial. En Brasil aportan el 40% (por ley todas las gasolinas deben llevar un mínimo un 20% de bioetanol) y EE.UU. está incrementando fuertemente la producción, estando a punto de producir tanto como Brasil. Las técnicas disponibles permiten obtener bioetanol (sustituto de la gasolina) y biodiesel (alternativa al diesel). El bioetanol se obtiene de plantas ricas en almidón o azúcar (cereales, caña de azúcar, remolacha azucarera, etc.) por fermentación. En Brasil se vende gasolina con un 25% de etanol y en EE.UU., China, Australia y Canadá la proporción oscila entre el 10 y 20%. El biodiesel se obtiene de la soja, colza y girasol. Aporta el 5% a la mezcla en vehículos convencionales, pero en vehículos de recorrido fijo, como autobuses, el porcentaje puede llegar hasta el 30%. Los motores preparados para el biodiesel lo utilizan puro. En Malasia están produciendo bioetanol y biodiesel a partir de aceite de palma. Se está creando un importante mercado internacional de biocombustibles, con Brasil y Malasia como principales exportadores. La UE ha puesto el objetivo de que los biocombustibles alcancen el 5,75% del total en 2010 y la nueva ley de energía de EE.UU. el 10%

para 2009. Los biocombustibles suelen estar tan subvencionados que resultan más baratos que los clásicos. En EE.UU. el etanol se vende entre la mitad y un tercio de la gasolina. También los biocombustibles son más baratos en GB y Alemania (un 20% en éste país). A estos incentivos se ha unido el tecnológico. Desde que Volkswagen puso en el mercado un “coche flexible” (*flex car*) se ha producido una explosión de ventas, lo cual ha llevado a que muchos fabricantes los produzcan. Son vehículos con sensores que adaptan el motor a cualquier proporción de biocombustible, incluso al 100%. Más del 70% de los coches que se venden en Brasil son flexibles. En Alemania el 60% de los camiones utilizan sólo biodiesel. Este mercado crecería mucho más rápidamente, si se produjeran más biocombustibles y se multiplicaran los puntos de venta (Comisión Europea, 2004a; Boles y Orange, 2005; AIE, 2006: 12). Sin embargo, el uso masivo de biocombustibles se enfrenta a grandes problemas de disponibilidad de tierra, de balance energético y éticos.

Gráfico 13 Producción mundial de etanol y biodiesel (1980-2005)



Fuente: Lester, R. Brown (2006: 31)

Es enorme la superficie de tierra cultivable necesaria para producir biocombustibles en grandes cantidades. Un informe de la Comisión Europea declara que el factor principal que limita la disponibilidad de materia prima para producir biocombustibles es la “absoluta disponibilidad de tierra” (Kavalov, 2004: 3). La máxima productividad por hectárea se obtiene en los cultivos para producir bioetanol y, sobre todo, de la remolacha azucarera (y de la caña de azúcar y del aceite de palma en países tropicales). Si sólo se produjera bioetanol la superficie agrícola teóricamente necesaria para alcanzar el objetivo comunitario sería el 7-9% del total. Pero si se pretende alcanzarlo produciendo bioetanol y biodiesel al 50%, sería necesario utilizar un 16-19% del total. Además, es necesario rotar estos cultivos cada 4-5 años, lo que supone utilizar plantas de rendimiento más bajo. El que la UE tenga un 5% de tierras ociosas no cambia sustancialmente el problema, sobre todo, si tenemos en cuenta que la UE pierde al año el 0,7% de su tierra agrícola. David Pimentel estima que sustituir en EE.UU. la gasolina por etanol procedente de maíz necesitaría el 97% de la tierra agrícola. En GB utilizar el trigo cosechado para producir etanol, sólo satisfaría el 20% de la demanda (Comisión Europea, 2004a; Kavalov, 2004: 6 y ss.; Boles y Orange: 2005). Por todo ello, la profundización de la política de producción de biocombustibles requiere una masiva reducción de los cultivos alimentarios, lo cual pone en peligro la capacidad de autoabastecimiento de las sociedades excedentarias y, por supuesto, atender a las necesidades de los países deficitarios (que son la mayoría). Los precios del azúcar han crecido en 2005 de 270\$ a 400\$ la tonelada. Se espera que pronto más de la mitad de la caña de azúcar se dedique a producir etanol.

La reducción de la producción de alimentos por el cambio climático, la escasez de agua, la pérdida de tierra y el crecimiento de la población mundial dan más fuerza a este argumento. Hay casos en los que la extensión de los cultivos energéticos se hace a costa de los bosques. La organización “Amigos de la Tierra” atribuye el 87% de la deforestación en Malasia a este hecho (Monbiot, 2005). En cualquier caso, quemar alimentos constituye una falta de ética.

El tercer factor es el balance energético. La agricultura industrial consume mucha energía (en la producción de abonos, de pesticidas, de maquinaria, en el uso de la misma, etc.) y la obtención industrial de biocombustibles genera un consumo energético aún mayor. La gran mayoría de los numerosos estudios realizados en las últimas décadas concluyen en que el balance energético es negativo, es decir, se consume más energía que la que se crea. Por el contrario, algunos estudios realizados para el DoE afirman que el balance es positivo. Los otros autores critican que éstos no contabilizan todo el consumo energético. Pero, incluso en el caso de fueran correctas las estimaciones más optimistas, la energía obtenida sería un poco superior a la gastada y sería mucho más eficiente subvencionar el ahorro. Un estudio realizado para el gobierno británico muestra que se consigue la misma reducción de emisiones de CO₂ de forma más barata mediante diversas políticas de ahorro energético que con los biocombustibles (GIFNFC, 2003: 38; Pimentel y Patzek, 2005).

	Input kcal/kg	Output kcal/kg	Balance energético kcal/kg	Input/output
Maiz	2.452	1.907	-545	29%
Mijo perenne	2.982	2.052	-930	45%
Celulosa	3.224	2.052	-1.172	57%
Soja	2.138	1.980	-158	8%
Girasol	5.000	2.296	-2.704	118%

Fuente: Elaboración de I. Arto a partir de Pimentel y Patzek 2005

Los biocombustibles podrían ser una aportación importante, pero nunca decisiva, si se cumplieran tres premisas: ser producidos a partir de cultivos ecológicos (reducen fuertemente el consumo energético); utilizar principalmente tierras marginales y residuos agrícolas; y desarrollar tecnologías que mejoren mucho la eficiencia energética de los procesos de obtención de biocombustibles y que sean capaces de obtener de forma rentable biocombustibles de la celulosa (lo cual permitiría utilizar toda la planta y residuos). La empresa canadiense Iogen pretende comercializar biocombustibles de la celulosa para 2007 con el apoyo de Shell (Boles y Orange, 2005).

Secuestro de CO₂

Asistimos a una fuerte presión para que los gobiernos apoyen decididamente las tecnologías de secuestro del CO₂, especialmente en el caso del carbón. Esta tecnología no resuelve el problema de agotamiento de los combustibles fósiles. Además, hay que encontrar un almacenamiento seguro para los 25.000 millones de metros cúbicos de CO₂ que se producen anualmente. La seguridad supone garantizar que no se producirán escapes. Un ratio de 1% pérdida anual, dejaría vacíos los depósitos en 100 años. Algunos expertos consideran que para 2020 se tendrá la tecnología competitiva para secuestrar el CO₂ de las plantas de producción eléctrica, pero nadie ha demostrado que es posible el almacenamiento seguro a gran escala. De momento sólo hay unos pocos casos de plantas eléctricas que lo están inyectando en cercanos yacimientos agotados. Por último, resulta imposible capturar el CO₂ de los pequeños focos de combustión (Lewis y otros, 2005: 9; Auer, 2004: 16).

Nuclear (fusión y fisión)

Una vez acabada la SGM el gobierno de EE.UU. lanzó la campaña de *Átomos para la paz*, en un intento de borrar su mala imagen por las bombas atómicas utilizadas sobre Japón. Según el presidente Eisenhower, en su famoso discurso de 1953 ante Naciones Unidas, cuyo título era el lema citado, su país se dedicaría “en cuerpo y alma a encontrar la fórmula por la cual la maravillosa inventiva humana no se dirija a la muerte, sino que se consagre a la vida”. En 1954 el presidente de la Comisión Nuclear de EE.UU. afirmó que no podía descartarse que la electricidad nuclear “fuera tan barata que no mereciera la pena facturarla” (Coderch, 2005). Sin embargo, los resultados no han sido nada brillantes. Las causas son múltiples: costes, seguridad, contaminación, residuos, proliferación de armas nucleares, éticos, etc. A pesar de ello, estamos asistiendo a una fuerte campaña mediática a favor de ella, con los argumentos de que evita el cambio climático y de que es una fuente segura y necesaria para un escenario futuro de escasez de petróleo. Al analizar los problemas citados que genera la energía nuclear, veremos que no es la respuesta adecuada a la crisis de los combustibles fósiles líquidos y gaseosos.

El argumento principal a favor es que son “limpias”, porque no emiten CO₂. Aunque una central nuclear emite poco CO₂, se generan importantes cantidades en la cadena de producto: minería, transporte, enriquecimiento, fabricación de barras de uranio enriquecido, plantas de reprocesamiento de residuos, almacenamiento y construcción y desmantelamiento de reactores. Un estudio de la universidad de Groningen (Países Bajos) calcula que emiten un tercio del CO₂ generado por una central de ciclo combinado de similar potencia cuando el mineral de uranio es de la más alta calidad. Cuando es de baja calidad emiten la misma cantidad (McCarthy, 2005).

Por otra parte, no es una tecnología segura. En 1979 el reactor de la central de la “Isla de las Tres Millas”, en Harrisburg (EE.UU.), estuvo a punto de que se le fundiera el núcleo (la burbuja de hidrógeno que impedía su refrigeración se disolvió, sin saberse la razón). En el incidente se produjo tal contaminación que la central fue clausurada. En 1986 se produjo el accidente de Chernobil. En 2002 instalaciones nucleares de la Compañía Eléctrica de Tokio tuvieron graves emisiones radioactivas, lo cual dio lugar al descubrimiento del sistemático encubrimiento de fallos de seguridad y al consiguiente cierre de 17 reactores nucleares durante dos años. Este comportamiento se ha venido dando en la mayoría de los países. Los ataques del 11 de setiembre demostraron lo vulnerables que son los reactores a los ataques terroristas. Un informe reciente de la Academia de Ciencias de EE.UU. afirma que las piscinas en las que se albergan los residuos radioactivos, a la espera de un destino definitivo, son extremadamente vulnerables a un atentado (www.economist.com). Esto nos lleva a otro gran problema: el del almacenamiento de los residuos. Décadas de enormes gastos para lograr su almacenamiento seguro a gran profundidad en macizos rocosos, no han dado resultado. Y aunque se afirmara que sí, nadie puede asegurar que la radioactividad no se filtrará durante el medio millón de años que dura la del plutonio. EE.UU. lleva más de 15 años intentando, sin éxito, construir un almacén nuclear en la montaña Yuca del desierto de Nevada. Recientemente una comisión del Congreso descubrió que se habían ocultado que pruebas de contaminación radioactiva realizadas habían resultado positivas, lo cual descalifica el proyecto (Caldicott, 2005). En ningún país industrializado se permite la construcción de una industria sin que exista un plan de tratamiento de residuos peligrosos, excepto en el caso de la energía nuclear. Pero, incluso en el caso de que se encontrara una solución relativamente razonable, es éticamente perverso que un par de generaciones se aprovechen de este recurso y dejen a las generaciones futuras los residuos.

Se considera que todos los yacimientos de uranio importantes han sido localizados y que las reservas existentes son más limitadas que las del petróleo. Dos son sus límites: los costes de extracción y el balance energético. Diversos estudios afirman que al extraer uranio en minas de roca dura con una proporción de uranio inferior a 200 partes por millón y de roca blanda con riqueza inferior a 100 partes por millón (proporciones que se considera que se alcanzarán muy pronto, si se relanza la energía nuclear) el balance energético se vuelve negativo (Coderch, 2005; Fleming,

2005). Es decir, se consume más energía que la que se obtiene. Otro límite es que no hay uranio rentable suficiente para permitir un importante desarrollo de la energía nuclear. En este momento están activas unas 440 centrales nucleares. Si se construyeran 1500 de 1000 Mw, durante 50 años de funcionamiento consumirían 15 millones de toneladas de uranio. Sin embargo, el Libro Rojo de la Agencia de la Energía Nuclear de la OCDE considera que con un precio de 80\$/Kg sólo se podrían extraer 3 millones y otros 4 millones a un coste de 130\$/Kg. Este coste se considera el máximo tolerable. Pero, aunque fuera posible que los 1500 reactores pudieran funcionar, la aportación de la energía nuclear al consumo mundial seguiría siendo marginal. Un estudio del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) estima que si se alcanza el objetivo para 2050, la aportación al consumo eléctrico planetario aumentaría desde el 16-17% actual al 19% (Coderch, 2005).

En cuanto a la rentabilidad de la inversión en energía nuclear, numerosos estudios y la evidencia empírica demuestran que no lo es, incluso sin tener en cuenta los altos costes sanitarios (no existe ningún umbral de radioactividad seguro), los costes ahorrados por incumplimiento de las normas sobre niveles de radioactividad, los costes de seguridad frente a atentados terroristas, los costes de seguridad de los almacenamientos permanentes, los costes ambientales, los costes de intentar evitar la proliferación de armas nucleares, etc. Existen multitud de informes que lo atestiguan. Los más recientes son uno del MIT y otro de la Universidad de Chicago y afirman que sin fuertes subsidios ningún inversor privado se decidirá a construirlas (Coderch, 2005). En contra se pone el ejemplo de la central finlandesa en construcción, que supuestamente está financiada por inversores privados. Pero el consorcio que la promueve está formado por una compañía estatal, por municipios y por papeleras, que son los consumidores futuros, con contratos de suministro a beneficio cero. El presupuesto es de 3.000 millones de dólares, cuando se estima que normalmente cuestan 2.000 millones. Esto no es una transacción mercantil. La planta va a ser construida por Areva, sociedad estatal francesa (www.economist.com).

Pero los subsidios son ya muy elevados. La energía nuclear ha captado el 70% de los fondos destinados a I+D en energía por parte de los países de la OCDE en las últimas décadas. Ninguna compañía de seguros quiere asegurar una planta nuclear, por lo que los Estados asumen la mayor parte de los riesgos. En EE.UU. se estima que los costes del mayor de los accidentes superan el medio billón de dólares y por ley las compañías no deben asumir más de 7.700 millones. Se estima que los costes sanitarios provocados sólo en Ucrania hasta ahora superan los 55.000 millones de dólares. Algunos Estados exigen que la empresa ingrese una cantidad (en España es 0,2 euros por Kw.h) en un fondo destinado a sufragar los gastos de almacenamiento permanente de los residuos, se puede asegurar que tal fondo será insuficiente al continuar por décadas los estudios, sin resultado. El dato más revelador es que ningún inversor privado quiere arriesgar su dinero en un reactor nuclear. En EE.UU. está permitido construir centrales nucleares, pero la última central construida obtuvo la licencia en 1973 y desde 1979 (año del accidente de Harrisburg) ninguna compañía ha pedido un permiso. Las cuantiosas subvenciones a la energía nuclear que se contemplan en la ley de energía aprobada en 2005 han sido consideradas insuficientes por los inversores. Francia es el país más nuclear del mundo (esta energía produce un 70% de la electricidad.) y siempre se le ha considerado un ejemplo. Pero la compañía estatal francesa EDF no es una compañía rentable. Uno de los métodos que utiliza para maquillar los resultados es contabilizar como ingresos fondos destinados al desmantelamiento de reactores y a almacenar los residuos. La compañía que asumió las centrales nucleares de GB (British Energy) va de una quiebra en otra, de las que sale mediante donaciones gubernamentales. El anterior Comisario de la Competencia de la UE decidió adoptar acciones legales contra la industria nuclear por competencia desleal (Saint Aroman y Crouzet, 2005: 116 y ss.; Caldicott, 2005).

En resumen. El *Wall Street Journal* considera que constituye el mayor fracaso tecnológico de la historia de la humanidad. La agencia de certificación Standard & Poor's declaraba recientemente que "el legado de costes crecientes, de problemas tecnológicos, la pesada supervisión política y regulatoria y los nuevos riesgos que representa la competencia y el terrorismo,

constituyen un riesgo muy difícil de asumir, a pesar de las ayudas gubernamentales” (www.economist.com). La AIE prevé que entre 2002 y 2030 la producción nuclear se incremente en un 5% y teniendo en cuenta el fuerte incremento del consumo previsto por esta agencia, resulta que en 2030 la cuota de mercado de la energía nuclear caerá al 9% (Coderch, 2005).

El desarrollo de un reactor nuclear de fisión viene centrando gran parte de los fondos para I+D en energía desde hace 50 años de los países que han intentado (URSS, Francia, EE.UU., Alemania, GB y China) probar su viabilidad técnica construyendo pequeños reactores. Todos han desistido, después de haber invertido muchos miles de millones de euros. Ahora se plantea una alianza internacional para llevar adelante el proyecto ITER, cuyo objetivo, una vez más, es demostrar la viabilidad técnica. Se estima que se invertirán 5.000 millones de euros en los próximos 10 años. En realidad es, sobre todo, un proyecto europeo porque la UE aportará el 50% del presupuesto (del que diez puntos corresponden a Francia, país sede del reactor) y el resto de los países (Rusia, EE.UU., Japón, China y Corea del Sur) pondrán un 10% cada uno. Pero, incluso si este proyecto fuera exitoso, “no es probable que esté disponible antes de mediado de siglo” (Auer, 2005: 18; McKillop, 2005c). Si estos fondos se hubieran invertido en promoción de la eficiencia energética y en captación de energías renovables, ahora estaríamos entrando en una economía solar.

Por último, las energías nucleares tienen tres problemas adicionales: tiempo para desarrollarse, proliferación de armas nucleares y exclusión por motivos financieros de cualquier otra opción, por la enorme inversión que requieren. Frente al inminente techo del petróleo, el tiempo de repuesta es un factor decisivo. Aún en el caso (poco probable) de que se demuestre la viabilidad técnica y después la comercial de los reactores de fusión, esto no ocurrirá antes de unos 40 años. Se necesitan bastante más de 10 años desde que se decide construir hasta la terminación de los reactores de fisión, de los que más de 6 años son para la construcción del reactor, y este periodo se alarga si, como es frecuente, el proyecto encuentra una fuerte oposición ciudadana. Las armas nucleares están inextricablemente unidas a los reactores nucleares. Las bombas atómicas a los reactores de fisión y las de hidrógeno a la tecnología de los reactores de fusión.

5.2 La única vía: una economía solar

Estamos ante el principio del fin de esta civilización por la quiebra de su modelo energético. A medida que éste hecho se va poniendo más de manifiesto, los centros de poder político y económico empiezan a presionar para mantener, en esencia, el modelo energético actual mediante el rescate de la energía nuclear y el carbón, que sufren una progresiva marginación. La solución es irreal, por tener límites insolubles. Además, esta maniobra es un intento de obviar el hecho de que la crisis energética que se está desarrollando, obliga a transformaciones radicales en todos los campos. En el sector energético las transformaciones pasan por una alta eficiencia, por la captación de la energía solar y por el desarrollo del binomio hidrógeno renovable/células de combustibles. El sol, el viento, la biomasa y otros recursos renovables están distribuidos por todo el planeta. Existen numerosos estudios que muestran la existencia de una capacidad potencial de captar una cantidad de energía solar varias veces superior a nuestras necesidades. El PNUD estima que el potencial aprovechable es muy superior al consumo: “los recursos renovables están distribuidos más uniformemente que los recursos fósiles y nucleares, y los flujos de energía de los recursos renovables superan al uso actual de energía mundial en más de tres veces” (PNUD y otros, 2001: 13). Un informe financiado por la UE estima que el potencial técnico de la conversión de la radiación solar en calor y electricidad es alrededor de cuatro veces el consumo mundial de energía (PV-TRAC, 2004: 7). Un exhaustivo estudio realizado por la Universidad de Comillas para Greenpeace llega a la conclusión de que el potencial de energía renovable es mayor de 20 veces el consumo energético que se estima tendrá la España peninsular en 2050 (Xavier García Casals y otros, 2005). Pero, aparte de electricidad y calor directo, es necesario contar con un combustible alternativo al petróleo. El candidato más probable es el hidrógeno, cuyo uso alcanza la máxima

eficiencia si se utiliza en células de combustible. Una célula de combustible es un dispositivo electroquímico que combina hidrógeno y oxígeno para producir electricidad y agua: “representan la tecnología más prometedora de usar el hidrógeno para producir electricidad” (Comisión Europea, 2003) y supone un sistema energético “todo eléctrico”. Pero, como el hidrógeno es un combustible secundario, debe ser producido a partir de energías renovables en un sistema energético sostenible.

Bibliografía

- AIE (Agencia Internacional de Energía) (2005a): *Saving Oil in a Hurry: Measures for Rapid Demand Restraint in Transport*, www.iea.org
- AIE (Agencia Internacional de Energía) (2005b): *Resources to Reserves: Oil & Gas Technologies for the Energy Markets of the Future*, www.iea.org
- AIE (Agencia Internacional de Energía) (2006): *Oil Market Report, January*, www.oilmarketreport.org
- Aleklett, K. (2005): *Aleklett: Testimony on Peak Oil to US Congress*, www.energybulletin.net
- Aleklett, K. y Campbell, C. (2003): “The Peak and Decline of World Oil and Gas Production”, *Mineral&Energy*, nº 20
- Amie, M. (2006): *Iraqi Oil Production choked for years*, www.energybulletin.net
- Andrews, S. (2005): *One Man`s Notes on the NAS Peak Oil Workshop*, www.aspo-usa.org
- Auer, J. (2004) *Energy prospects after the petroleum age*, Deutsche Bank Research
- Auerback, M. (2005a): “The View from the Summit of Hubbert`s Peak”, *Energy Bulletin*
- Auerback, M. (2005b): *Oil: Geologists vs. Economists*, www.prudentbear.com
- Boles, T. y Orange, R. (2005): *Where do you get your energy from? Latest on alternative liquid fuels*, www.energybulletin.net
- Caldicott, H. (2005): “Nuclear power is the problem, not a solution”, *Energy Bulletin*; www.energybulletin.net
- Campbell, C.J. (2004): “Middle East Oil: Reality and Illusion”, www.peakoil.net
- Campbell, C. (2005): *The Second Great Depresión. Causes & Responses*, ASPO Ireland (www.peakoil.ir)
- Clark, W. (2006): *Petrodollar Warfare. Oil, Iraq and the Future of the Dollar*, Gabriola Inland (Canadá), New Society Publishers
- Coderch, M. (2005): “Energía Nuclear”, *Foreign Policy*, www.fp-es.org
- Comisión Europea (2003): *Hydogen and Electricity (Sixth Framework Programme)*, Luxemburgo, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas
- Comisión Europea (2004a): *Promoting Biofuels in Europe*, Luxemburgo, Dirección General de Energía y Transporte
- Comisión Europea (2004b): *Comunicación: Hacia una estratégica temática sobre el medio ambiente urbano*, COM (2004) 60 final
- Comisión Europea (2005): *Report on the Green Paper on Energy*, www.europa.eu.int/comm/energy
- Cox, S. (2005):” Goodbye To All That Oil”, *Energy Bulletin*, www.energybulletin.net
- Crawford, D. (2005): *Nicaragua hits the cranch first*, republic-news.org
- Dahl, E. (2005): *CNOOC Chief Economist Predicts \$90 Oil*, www.resourceinvestor.com
- Darley, J. (2004): *High Noon for Natural Gas*, White River Junction (EE.UU.), Chelsea Green Publishing Company
- Dietert, J.A. y otros (2005): *Outlook for Natural Gas: 2005 and Beyond*, Houston (Texas), Simmons & Company International
- Dowd, J. (2005): *Full Committee Hearing-Global Oil Demand/Gasoline Prices*, <http://energy.senate.gov>
- Energy Committee (2005): *Statements on Oil*, Royal Swedish Academy of Sciences, www.kva.se

- Engdhal, F.W. (2005a): “Revolution, geopolitics and pipelines”, *Energy Bulletin*, www.energybulletin.com
- Engdhal, F.W. (2005b): “China lays down gauntlet in energy war”, *Energy Bulletin*, www.energybulletin.com
- Fleming, D. (2005): *Nuclear confusion*, Financial Review, 2005/06/24
- García Casals, X y otros (2005): *Renovables 2050. Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular*, www.greenpeace.org
- GIFNFC (Government-Industry Forum on Non-Food Uses of Crops) (2003): *Annual report of the Government-Industry Forum on Non-Food Uses of Crops*, Londres, DEFRA (Department for Environment, Food & Rural Affairs)
- Hamilton-Berger, S. (2003): *The Truth About the War and Oil*, Essex, Literary Workshop
- Higuera, C. (2005): *Cantarell producirá 50% menos en 6 años*, www.cronica.com
- Heinberg, R. (2003): *The Party's Over. Oil, War and the Fate of Industrial Societies*, Wiltshire (RU), Clairview
- Heinberg, R. (2005): *How to avoid oil wars, terrorism, and economic collapse*, www.energybulletin.net
- Hirsch, R. L. y otros (2005): *Peaking of World Oil Production: Impacts, Mitigation, & Risk Management* Washington, Department of Energy
- Ho, M.W. (2005): *Making the World Sustainable*, www.energybulletin.net
- Jones, M (2005): “The Battles of Titans”, en A. McKillop y S. Newman (Ed.), *The Final Energy Crisis*, Pluto Press
- Kavalov, B. (2004): *Biofuel Potentials in the UE*, Sevilla, Comisión Europea (Joint Research Centre)
- Kirk, R. (2005): *The Impact of Additions to Strategic Petroleum Reserves on World Oil Demand*, www.energybulletin.net
- Klare, M.T. (2005a): *El Ocaso de la Era del Petróleo*, www.zmag.org
- Klare, M.T. (2005b): *The Failed U.S. Misión to Capture Iraqi Petroleum*, www.tomdispach.com
- Koppelaar, R. (2005): *World Oil Production & Peaking Outlook*, Peal Oil Netherlands Foundation, www.peakoil.nl
- Laherrere, J. (2004): “Hydrocabons Resources”, *ASPO Newsletter*, agosto
- Lajous, A. (2005): *El precio del gas natural*, www.jornada.unam.mx
- Lawrence, F. (2005): *Food study reveals hidden 9 billion pounds costs of transport*, www.gardian.co.uk
- Leggett, J. (2006): *What they don't want you to know the coming oil crisis*, www.energybulletin.net
- Lewis, N.S. y otros (2005): *Basic Research Needs for Solar Energy Utilization*, Washington, U.S. Department of Energy
- Maass, P. (2005): *The Breaking Point*, www.energybulletin.net
- McGeal, R. (2005): *Sidebar: Iran in the Crosshairs*, www.raisethehammer.org
- McCarthy, E. (2005): *Experts Say Nukes Create Greenhouse Impacts*, Nuclear Policy Research Institute, www.nucearpolicy.org
- McKillop, A. (2004): “Energy transition and final energy crisis”, *Oil & Gas*, octubre
- McKillop, A. (2005a): *BP Amoco's magic curve*, www.vheadline.com, 16 de mayo
- McKillop, A. (2005b): *Open shift to the Euro would further lock-in higher oil prices*, www.vheadline.com
- McKillop, A. (2005c): *Dreaming of controlled thermo-nuclear fusion*, www.vheadline.com
- Ministerio de Relaciones Exteriores de Venezuela (2005): *Acuerdo de Cooperación Energética Petrocaribe*, Caracas, Ministerio de Relaciones Exteriores
- Monbiot, G. (2005): *The most destructive crop on earth is no solution to the energy crisis*, www.gardian.co.uk

- Moore, K. (2005): *World: Signs Grow of Dollars Losing Favor as World's Reserve Currency*, www.energybulletin.net
- Murray, D. (2005): *Oil and food: A new security challenge*, Earth Policy Institute
- NDCF (National Defense Council Foundation) y otros (2004): *Set America Free*, Washington DC, National Defence Council Foundation
- New Zealand Labour Party (2005): *Energy Policy. Labour's Vision*, www.scoop.co.nz.
- Olofsson, L. (2005): *Swedish government embraces peak oil and looks towards biofuels*, www.energybulletin.net
- Parlamento Europeo (2001): *Resolution on the Communication from the Commission on the European Union oil supply*, Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 28.2.2002
- Parlamento Europeo (2005): *Resolución sobre el petróleo*, P6_TA_PROV(2005)0361
- Petrov, K. (2006): *The Proposed Iranian Oil Bourse*, www.energybulletin.net
- Pfeiffer, D.A. (2005): *Aprendiendo la lección de la experiencia; las crisis en Corea del Norte y Cuba*, www.rebellion.org
- Pimentel, D. y Patzek, T.W. (2005): "Ethanol Production Using Corn, Switchgrass, and Wood; Biodiesel Production Using Soybean and Sunflower", *Natural Resources Research*, Vol. 14, Nº 1
- PNUD y otros (2001): *Informe Mundial sobre Energía*, Madrid, IDAE
- Porter, A. (2005): *Bank says Saudi's top field in decline*, <http://english.aljazeera.net>
- PV-TRAC (Photovoltaic Technology Research Advisory Council) (2004): *A Vision for Photovoltaic Technology for 2030 and Beyond*, Bruselas, Comisión Europea
- Randewich, N. (2005): "Central American Poor Struggle as Oil Prices Soar", *Energy Bulletin*, www.energybulletin.net
- Reguly, E. (2005): *The real gas crisis*, www.theglobeandmail.com
- Robinson, J. (2005): *Energy Insecurity*, PCF Energy, testimonio ante el Senado de EE.UU., 21/09/05
- Rubin, J. (2005): "Sooner Than Later", *Monthly Indicators*, www.cibcwm.com/research
- Rubin, J. y Buchanan, P. (2005): "Advancing the Timetable for \$199/Barrel Oil", *Monthly Indicators*, www.cibcwm.com/research
- Rubin, J. y Buchanan, P. (2006): "The Global Crude Supply Outlook: Tighter Markets Ahead", *Monthly Indicators*, www.cibcwm.com/research
- Rubin, J. y Tal, B. (2005): "When Will Energy Brake US Consumers?" *Monthly Indicators*, www.cibcwm.com/research
- Rudich, W. (2005): *La OPEP ante el desafío de controlar los precios del crudo disparados por el Katrina*, www.finanzas.com
- Ruppert, M.C. (2004): *Crossing the Rubicon. The decline of the American Empire at the End of the Age of Oil*, Gabriola Island (Canadá), New Society Publishers
- Saint Aroman, M. y Crouzet, A. (2005): "French Nuclear Power and the Global Market: An Economic Illusion", en McKillop, A. y Newman, S.: *The Final Energy Crisis*, Londres, Pluto Press
- Sanders, C.: *La Political Economy of Energy in the Second Half of the Age of Oil*, www.sandersresearch.com
- Serwer, A. (2005): "Are Oil Prices Headed for a "Super Spike"?" *Energy Bulletin*, 20/04/05
- Simmons, M. (2004): "2003's constant surprises may not be finished", *WorldOil*, febrero
- Simmons, M. (2005a): *2005 oil outlook: Is this the year when demand outstrips supply?* www.simmons.co.mtl.com
- Simmons, M. (2005b): *Twinlight in the Desert*
- Skrewosky, C (2005): "Megaprojects October 2005 Update", *Petroleum Review* october
- Singh, K.G. (2005): *Central Asian Backlash Against US Franchised Revolutions*, www.aljazeera.info
- Staniford, S. (2005): *On Low Quality Hydrocarbons*, www.theoil drum.com
- Stanley, C. (2005): *Crude Oil vs. the State*, www.resourceinvestor.com

- Stanway, D. (2005): *Future: China on the International Oil Market*, www.interfax.en
- The Arlington Institute (2003): *A Strategy: Moving America Away from Oil*, Arlington, The Arlington Institute
- Vernon, C. (2005): *UK gas and electricity crisis looming*, www.energybulletin.net
- Whall, C. (2005): *Oil Price Outlook: Over a Barrel*, www.noticias.info
- Wurster, R. (2003): *Hidrógeno. Visión General y economía de H2*, Ottobrunn, L-B-Systemtechnik
- Zittel, W. y Schindler, J (2003): *For how much longer will the cheap oil last?* www.hydrogen.oil
- Zittel, W. y Schindler, J. (2004): *The Countdown for the Peak of Oil Production has Began, but what are the Views of the Most Important International Energy Agencies*, www.ibst.de