

TEMA 1. EL PUNTO DE PARTIDA.

APORTACIÓN INICIAL DE PEDRO PRIETO AL DEBATE ENTRE PEDRO PRIETO Y ROBERTO BERMEJO SOBRE “EL PAPEL FUTURO DE LAS RENOVABLES”

1.1. ¿Dónde estamos?

1.1.1. Consumos mundiales de energía primaria

Consumo anual mundial de energía primaria por fuentes	Petróleo	Gas Natural	Carbón	Nuclear	Hidro eléctrica	Biomasa	Total
En MTpe	3.906	2.654	3.136	622	709	1.389	12.284
En %	31,5	21,4	25,3	5,0	5,7	11,2	100%
De ellos fósiles	31,5	21,4	25,3				78,2 %

Tabla 1.

NOTAS:

MTpe = millones de toneladas de petróleo equivalente

Fuentes: **BP Statistical Review 2007**,

http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/downloads/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_review_2008.pdf

Traditional Biomass Energy International Conference for Renewable energies. Bonn. January 2004

<http://www.renewables2004.de/pdf/tbp/TBP11-biomass.pdf>

y otras.

1.1.2. Reservas probadas de energía primaria

Reservas probadas de energía por fuentes	Petróleo	Gas Natural	Carbón	Nuclear	Hidro eléctrica	Biomasa
En MTpes	168.600	159.624	426.128	30.478	n/p	n/p
Relación R/P	43*	60	135	49		

Tabla 2

NOTAS:

Factores de conversión dados por BP:

1 Mm³ gas = 0,9 MTpe

1,5 Toneladas de carbón duro = 1 Tpe

3 Toneladas de lignitos = 1 Tpe

Los datos del uranio tomados de OCDE Nuclear Energy Agency de 2005 (Red Book), en base a 3.296.689 Ton de uranio de reservas conocidas, relacionadas con los datos del anuario de BP sobre 2007 (622 Mtpe para la energía nuclear) y la inferencia de Dittmar (ver abajo), sobre 49 años de reservas de este tipo al nivel de consumo actual con unas 440 plantas)

* El cociente de reservas probadas sobre producción por BP da 43,1 años, aunque la propia BP ofrece 41,6 años

Fuentes: **BP Statistical Review 2007**,

http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/downloads/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_review_2008.pdf

Michael Dittmar. ASPO 6 Cork, Irlanda, 2007. http://www.aspo-ireland.org/contentfiles/ASPO6/3-2_APSO6_MDittmar.pdf. Página 12 consideradas a <130 US\$/kg). Tomado de <http://gif.inel.gov/roadmap/>

Consideraciones varias:

1. Aunque los datos se ofrecen en toneladas de petróleo equivalente para todas las fuentes, se hace por intentar homogeneizar las cifras con las tablas de conversión energética más conocidas. Es evidente que el gas se contabiliza en metros o pies cúbicos, que el carbón se contabiliza en toneladas métricas (cortas y largas) y que BP definen sólo dos grandes grupos de “antracita y bituminosos” por un lado, de mayor

contenido energético por kilo y por otro lado, en “sub-bituminosos y lignitos”. Las energías nuclear e hidroeléctrica sólo producen electricidad y se ha utilizado el equivalente ofrecido por BP para su paso a TPe’s en su equivalente calorífico (1 Tpe = 12 MWh) aunque la propia BP reconoce que las centrales generadoras modernas con 1 Tpe se generan 4,4 MWh.

2. La consideración de “renovable” para la hidroeléctrica y la biomasa hace inútil intentar evaluar las reservas de la misma forma que las fuentes finitas fósiles o la nuclear. La biomasa, por estar una gran parte de ella fuera de los circuitos comerciales, suele ser la de más difícil evaluación en cuanto a su consumo.
3. No obstante lo anterior, se pueden hacer aproximaciones al uso máximo de estas fuentes renovables. Como criterio general, se considera que una fuente de energía es “renovable” cuando la tasa de extracción energética que realiza la sociedad humana de ella es inferior a la tasa natural de reposición del recurso.
4. Respecto de la **hidroelectricidad**, conviene resaltar que este es un recurso bastante utilizado, sobre todo en los continentes donde se encuentran los países y regiones más consumidoras de energía eléctrica. El potencial teórico de generación hidroeléctrica mundial es de 2.800 GW, unas 4 veces mayor que los 723 GW que están siendo explotados. Aún así, la cantidad de electricidad que se podrá generar jamás de forma hidroeléctrica será mucho menor que el potencial teórico, debido a las preocupaciones medioambientales y a las restricciones económicas. (Environmental Resources Group. http://www.erg.com.np/hydropower_global.php)

Esto es, al menos la cuarta parte de las grandes cuencas fluviales del mundo ya están ocupadas. Los valles más fértiles, con más limo decantado en sus riberas, han sido anegados para dar servicio de riego, o de generación hidroeléctrica a la Humanidad.

Por grandes regiones, los porcentajes son como sigue:

REGION	Porcentaje de potencial hidroeléctrico ya explotado
América del Norte	69%
América del Sur	33%
Europa	75%
África	7%
Rusia y Asia	22%
Oceanía	49%

Tabla 3 Data source: World Atlas of Hydropower & Dams, 2002.

<http://www.hydropower.org/downloads/F4%20Hydropower%20Making%20a%20Significant%20Contribution%20Worldwide.pdf>

La generación hidroeléctrica representa en la actualidad el 15,7% del total del consumo eléctrico mundial y el 6,4% del consumo de energía primaria mundial.

5. Respecto de la **biomasa**, algunos apuntes:

En pocos siglos han desaparecido casi la mitad de los bosques del planeta. El consumo de madera y la deforestación por causas diversas, como puede ser el avance del urbanismo y de creación de infraestructuras, la creación de nuevos pastos para cría de ganado y nuevos cultivos, incluyendo los agrocombustibles, contribuyen a ello.

SUPERFICIE FORESTAL RESPECTO DE ORIGINAL A MEDIADOS DE LOS NOVENTA (S XX)	BOSQUE ORIGINAL (Miles de Km2)	BOSQUE RESTANTE (Miles de Km2)	% BOSQUE RESTANTE
África	6.799	2.302	34
Asia	15.132	4.275	28
Centroamérica	1.779	970	55
América del Norte	10.877	8.483	78
América del Sur	9.736	6.800	70
Europa	4.690	1.521	32
Rusia	11.759	8.083	69
Oceanía	1.431	929	65
Mundo	62.203	33.363	54

Tabla 4

Fuentes: John Perlin. Historia de los bosques.

PRODUCCIÓN Y CONSUMO ANUAL DE MADERA EN EL MUNDO						
País/Área	Leña	Madera en rollo uso industrial		Madera aserrada		Total consumo en .000 m3
		Producción	Consumo	Producción	Consumo	
en .000 m3	Consumo	Producción	Consumo	Producción	Consumo	en .000 m3
África	546.059	70.447	66.799	8.796	12.480	625.338
Asia	774.953	229.373	273.673	72.439	91.545	1.140.171
Europa	114.968	503.935	483.379	138.015	118.117	716.464
Centroamérica + Caribe	44.453	5.367	5.306	2.105	2.782	52.541
América del Sur	192.153	163.501	160.759	34.849	29.015	381.927
América del Norte	84.371	622.621	616.975	156.981	160.484	861.830
Oceanía	8.963	49.074	39.776	8.617	7.624	56.363
Mundo	1.765.920	1.644.318	1.646.667	421.802	422.047	3.834.634

Tabla 5

FAO. Situación de los bosques del mundo 2007

<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0773s/a0773s10.pdf>

CULTIVOS DEL MUNDO SEGÚN FAO			
	Mha	Kg/Ha	TOTAL Mton
Cereales	682	2.900	1.978
Cítricos	8	13.800	105
Cultivos fibra	38	7.515	286
Oleaginosos	250	5.500	1.375
Frutas	51	9.800	500
Hortalizas	52	16.900	879
Legumbres	73	840	61
Nueces	7	1.190	8
Raíces y tubérculos	53	13.300	710
Te	2	1.300	3
Yute	2	1.970	3
Otros	82		
TOTAL	1.300	4,546	5.907
	13 Mkm2		

Tabla 6

FAO. Enciclopedia Británica. Ed. 1992. Volume 14 Biosphere

La ocupación de tierras por cultivos alimenticios exclusivamente (excluyendo los cultivos energéticos para producción de combustibles líquidos) y descontando las zonas no cultivables, alcanza el 13% de la superficie potencial de todos los continentes.

Además, entre estos cultivos y el consumo humano y animal de agua dulce y el consumo industrial, en la actualidad se utilizan 3.800 Km³ de los 9.000 Km³ de agua dulce disponible o accesible para los seres humanos (Represas y desarrollo. World Commission on Dams http://www.dams.org/docs/report/other/wcd_sp.pdf)

TIPO DE ZONA	AREA en MKm2	PRODUCTIVIDAD en Tm/Ha/Año de materia seca	Total en MTm	Total en MTpe's
ZONAS BOREALES (TUNDRA)	13,54	-		
ZONAS BOREALES	17,01	0,003 a 0,1		
ZONAS TEMPLADAS	18,19	10 a 15	22.000	
PRADERAS	22,96	10 a 20	34.400	
DESIERTOS Y SEMIDESIERTOS	29,35	-		
BOSQUES TROPICALES	16,99	10 a 30	33.900	
OTRAS ZONAS TROPICALES	14,37	10 a 20	21.500	
AREAS DE CULTIVO	10,22	3 a 25		
TOTAL TIERRA	142,63	~8	111.800	44.720

Tabla 7

Fuente: J.M. Vega/F. Castillo/J. Cárdenas "La bioconversión de la energía" y elaboración propia. Se parte de una utilización teórica máxima total de toda la productividad de la biomasa mundial y de una equivalencia de 1 Tm. de materia seca promediada según diferentes fuentes, a 0,4 TPe's. No se han descontado las energías necesarias para la recolección, por el uso de maquinaria, etc., el transporte hacia los centros de utilización, el secado de la biomasa, la compactación en *pellets*, etc., etc..

1.1.3. Otras estimaciones de reservas.

Hay algunas otras fuentes que estiman mayores cantidades de reservas conocidas de combustibles fósiles por explotar. Tales son, por ejemplo, las estimaciones de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), que acaba de publicar su World Energy Outlook de 2008. Los datos que ofrece y que aquí se resumen, son los siguientes:

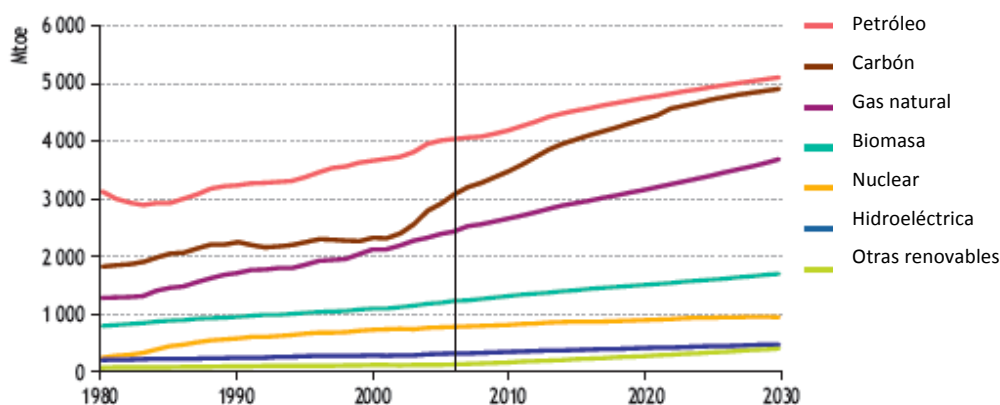


Fig. 1 Demanda mundial de energía primaria por tipo de combustible en el escenario de referencia.

Fuente: World Energy Outlook 2008. AIE. Página 80

La AIE prevé un crecimiento en la producción y el consumo de prácticamente todos los tipos de combustible de ahora al año 2030, especialmente de los fósiles. Sigue confiando en un suministro fósil creciente, pasando de 11.730 millones de Tpe's en 2006 a los previstos 17.014 millones de Tpe's en 2030; esto es, un 45% de aumento del consumo, basado en un

crecimiento sostenido del consumo de fósiles en todo el periodo, que la AIE considera estará movido por una demanda, que no cuestiona que la oferta pueda no llegar a satisfacer, excepto las salvedades hechas de la necesidad de gigantescas inversiones y mejoras tecnológicas en el periodo para conseguirlo. Y que se concilia muy mal con las expectativas de una reducción de los gases de efecto invernadero que parece propugnar y considerar en el informe.

Demanda anual mundial de energía primaria por fuentes en Mtpe's	Petróleo	Gas Natural	Carbón	Nuclear	Hidro eléctrica	Biomasa	Otras renovables	Total
2006	4.029	2.407	3.053	728	261	1.186	66	11.730
2015	4.525	2.903	4.023	817	321	1.375	158	14.121
2030	5.109	3.670	4.908	901	414	1.662	350	17.014
% anual 2030/2006	1,0%	1,8%	2,0%	0,9%	1,9%	1,4%	7,20%	

Tabla 8.

Fuente: World Energy Outlook AIE 2008. Página 78

1.2. ¿Hacia dónde vamos?

Analizadas en términos generales las perspectivas de las energías renovables de mayor volumen (la hidroeléctrica y la biomasa), conviene señalar algún detalle importante sobre la relación existente entre reservas probadas y la producción y el consumo de estos combustibles. Aunque British Petroleum ofrece siempre la relación o cociente entre reservas probadas y producción (llamada relación R/P, según aparece en la tabla 2 arriba), esa es una indicación muy superficial y poco aproximada sobre la realidad de los procesos de extracción, limitados por la geología de los yacimientos.

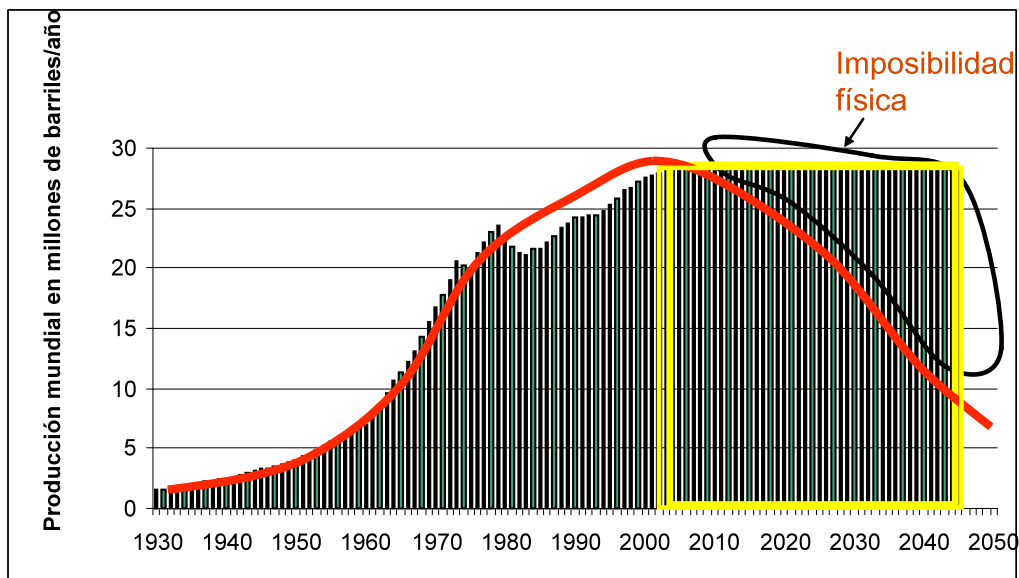


Fig.2. Gráfico explicativo del concepto relación entre reservas y producción (R/P) y realidad geológica.

Así, cuando se dice que “queda petróleo para 41,6 años al nivel de consumo actual”, se está sugiriendo implícitamente una forma de explotación del tipo reflejado en la cuadrícula amarilla. En realidad, las explotaciones siguen una curva de extracción del recurso más parecida a la de la línea roja. Esto significa que, si por una parte, queda petróleo para bastante

más de los 41,6 años de cálculo estrictamente matemático, pero nada geológico, sin embargo, por otro lado, lo importante es que el flujo o ritmo de extracción disminuye necesariamente a partir de un momento determinado, denominado cenit de la producción.

Algo así comienza a desvelarse ahora, pero para el conjunto de los yacimientos del planeta de petróleo llamado “convencional”, según en el último informe de la AIE de 2008:

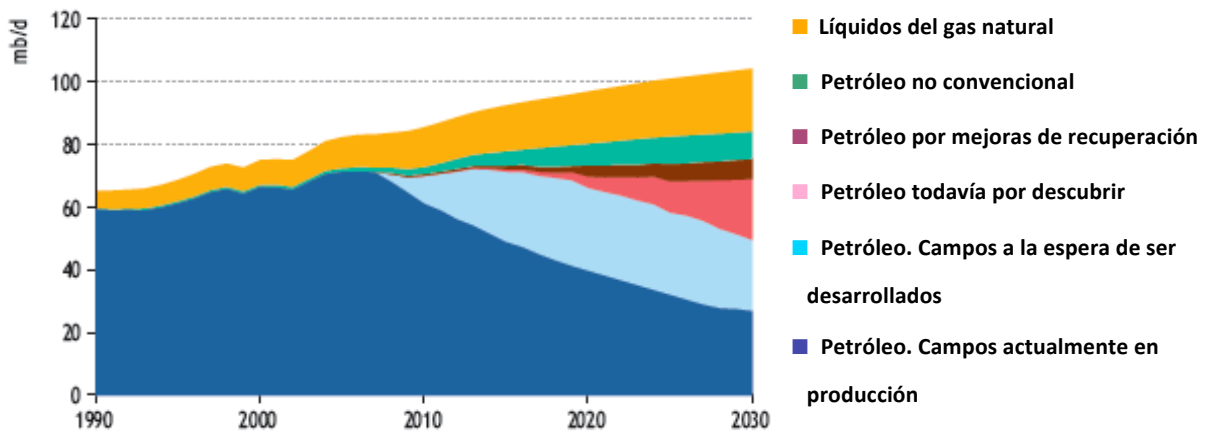


Fig. 3. Producción mundial de petróleo por fuente en el escenario de referencia
Fuente: World Energy Outlook 2008. AIE. Página 250

Admite la AIE que el petróleo convencional puede caer de forma acusada, desde YA MISMO. El resto del petróleo, confía en que se pueda extraer de tres o cuatro grandes categorías, a saber: de campos todavía por desarrollar, que no define con precisión en todo su extenso informe más que por grandes áreas; de campos todavía por descubrir, cuando en los últimos años se han descubierto cada vez menos yacimientos, a pesar de la intensificación de las exploraciones y en áreas todavía menos definidas; de mejoras en la recuperación de petróleo de campos existentes, para lo que pone el ejemplo de un campo sobresaliente en este tipo de mejoras (Weyburn, en Canadá, página 210 del WEO 2008 de la AIE) y calla otros muchos, cuyos gastos en este tipo de actividad no han rendido en absoluto lo esperado, o campos como Cantarell, en México, que fueron sometidos a estas técnicas en su día y ahora caen mucho más rápido que los que no lo fueron. También cuenta con el petróleo no convencional cuyos esfuerzos por aumentar pequeñas cantidades del suministro mundial están costando esfuerzos titánicos en el consumo de gas y agua dulce asociados a estas explotaciones, en la contaminación de áreas gigantescas y que están sometidos al arbitrio de las cotizaciones bursátiles más que ningún otro. Y finalmente, de los líquidos que se producen tratando químicamente el gas natural y que por tanto, caen sobre las espaldas de este otro combustible fósil.

Una de las mayores alarmas escondidas en el informe de la AIE se encuentra en el último punto de los siete resaltados del informe de la AIE de 2008 (pagina 250, capítulo 11, dedicado al petróleo y titulado “Prospects for Oil Production. Running Faster to Stand Still?”; “Perspectivas de la producción petrolífera: ¿corriendo más para mantenerse en la misma posición?”), que dice literalmente: *“Estas proyecciones exigen inversiones gigantescas en la exploración y desarrollo de nuevas reservas, principalmente para contrarrestar el declive de los campos existentes. Se necesitará poner en producción 64 millones de barriles brutos diarios más, el equivalente a seis veces (la producción) de Arabia Saudita, entre 2007 y 2030. Una tasa de declive más pronunciada que la que aquí se ha analizado, aumentaría de forma drástica las inversiones en el sector “upstream” (exploración, perforación y extracción y los precios del petróleo).*

Es sorprendente que esta importante agencia esté fiando el futuro de los suministros energéticos clave de la Humanidad a que se descubran y pongan en producción seis nuevas Arabias Sauditas en 22 años, ¡principalmente para combatir el declive de los campos existentes! y que todavía se diga que si el declive es mayor de lo estimado, la cosa sería aún mucho peor. Esto supone que se deberían descubrir, mapear y poner en producción, sólo para paliar los declives ya previstos en la producción de campos existentes y en agotamiento, nuevos yacimientos por el equivalente a la producción de toda Arabia Saudita (primer productor y primer exportador del mundo, con 10,2 millones de barriles diarios en 2007) cada aproximadamente 3 años, de aquí hasta el 2030. A la vista de cómo han sido los descubrimientos y puestas en explotación de los nuevos yacimientos petrolíferos de los últimos años, como se muestra en la figura 4, parece que el pronóstico de la Agencia Internacional de la Energía en 2008, es más bien un ejercicio voluntarista, que una posibilidad científica y razonada.

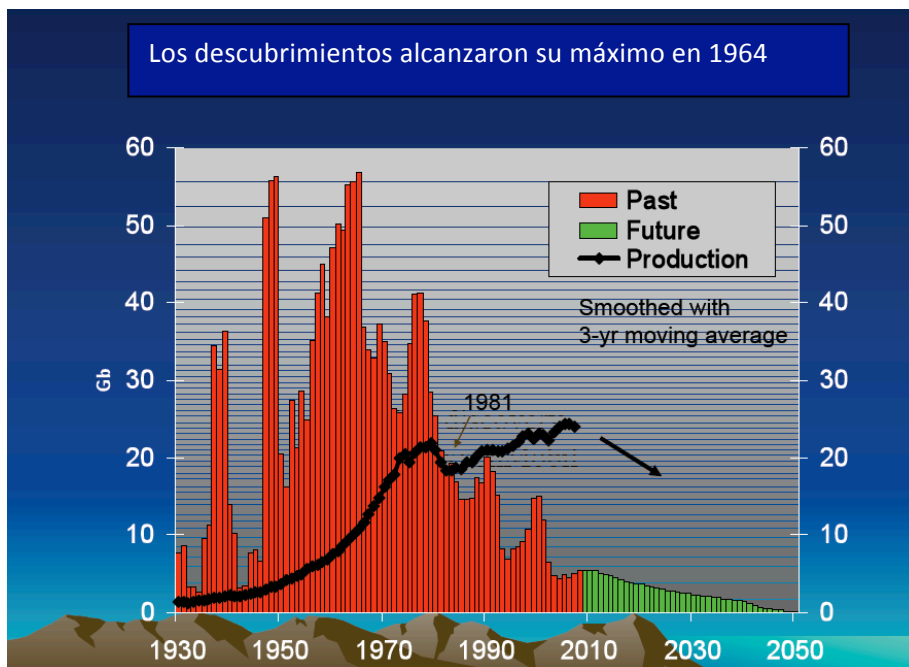


Fig. 4. Descubrimientos de yacimientos petrolíferos en el mundo (en miles de millones de barriles por año y en columnas rojas) hasta la fecha y previsiones de nuevos descubrimientos (en columnas verdes). En negro, la producción de los mismos.
Fuente: Colin J. Campbell: Peak Oil: A Turning Point for Mankind. Barcelona ASPO VII. Oct. 2008

1.2.1 Tendencias de las producciones, los consumos y los flujos de energía hacia la sociedad

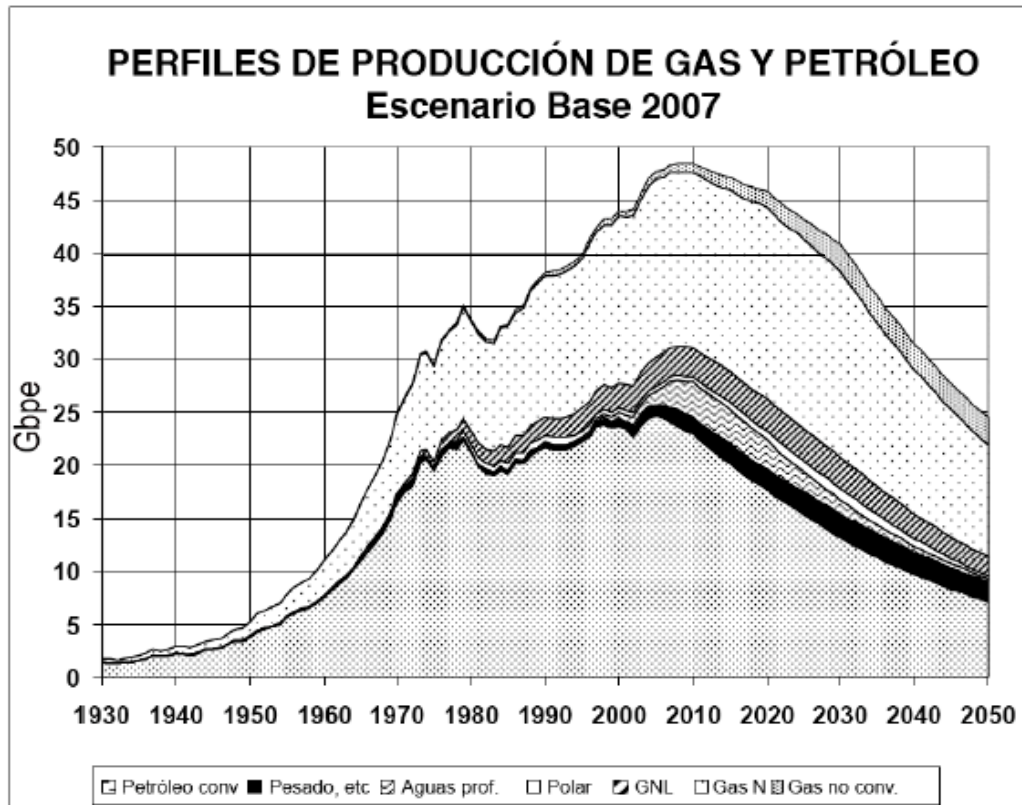
Con los anteriores antecedentes y considerando las circunstancias, a los efectos del debate sobre la situación de los combustibles fósiles en el futuro y la necesidad de sustituirlos en tiempo y forma, nos parece prudente fijar los modos de producción y consumo y tasas de agotamiento de las reservas conocidas, más que como las propone la Agencia Internacional de la Energía, conforme a las predicciones de ASPO, que se muestran en la figura 5 de más abajo.

Obsérvese que la caída anunciada por este gran organismo supremo de la energía, ya no difiere mucho en lo que concierne al **petróleo convencional** (en la terminología de ASPO, petróleo “regular convencional”), por más que incluso la AIE cifre su caída hasta 2030 hasta algo menos de 30 millones de barriles diarios, que es incluso menos que lo que señala ASPO, que cifra en 2030 esta cantidad en 36 millones de barriles diarios.

La gran diferencia estriba en la fe que la AIE tiene en los **petróleos no convencionales** y en sus posibilidades, que sin embargo, se cuida mucho en decir que sólo saldrán si van acompañadas

de grandísimas inversiones en exploración y perforación y mejoras tecnológicas que no se vislumbran por ningún lado

La visión general del declive



PRODUCCIÓN ESTIMADA HASTA 2100								Final 2007		
Cantidad			Gb	Tasa Anual - Petróleo Convencional					Gb	Fecha
Petróleo convencional			Mb/d	2007	2010	2015	2020	2030	Total	Cenit
Pasado	Presente	Total	EEUU 48	3,7	3,1	2,4	1,8	1,0	200	1970
Campos conocidos	Nuevos		Europa	4,3	3,5	2,5	1,7	0,9	76	2000
1009	725	141	Rusia	9,7	9,7	7,8	6,2	3,9	230	1987
	866		OM Golfo	19	19	20	20	17	663	2015
Todos los líquidos			Otros	29	27	23	19	13	706	2005
1151	1299	2450	Mundo	66	63	55	48	36	1875	2005
Escenario Base 2007			Tasa Anual - Otros							
Oriente Medio produciendo al máximo (rep. anómalos corregidos)			Pesado, etc	3,9	4,6	5,2	5,5	6,2	184	2030
			Aguas prof.	6,7	8,8	9,1	7,5	3,6	85	2013
			Polar	1,2	1,3	1,7	2,2	3,0	52	2030
Petróleo convencional excluye líquidos del carbón, esquistos, bitumen, pesado, aguas profundas, polar & LGN.			Líquidos gas	7,7	7,7	8,0	8,4	8,2	228	2027
			Redondeo			1	-2	-2	26	
Revisado	05/06/2008		TODO	85	85	80	70	55	2450	2008

Fig. 5. La visión general del declive de petróleo y gas.
Fuente: Boletín de ASPO de agosto de 2008.

El gráfico de ASPO muestra la producción en flujos de petróleo y gas natural aportados a la sociedad, desde 1930 a la actualidad y extrapola lo que considera va a suceder, si se tienen en cuenta las realidades geológicas y las experiencias de agotamiento de miles de pozos, centenares de yacimientos y decenas de países productores de petróleo.

Para esta discusión y por parte mía, tomaría estas curvas y sus bases de datos como el escenario más razonable (no el menos dramático) y el que habría que anticipar, para ver si las energías renovables pueden hacerse cargo del hueco que van a dejar las energías fósiles.

1.2.2. El carbón.

Según el WEO de la AIE del 2008, el carbón seguirá creciendo en producción y consumo en sus escenarios hasta el 2030. Su visión de 2007 es que se reducirá en algo el consumo hacia el nivel del 2030, aunque admiten que en los últimos años ha habido una demanda superior a la inicialmente estimada, por el desarrollo de los países emergentes.

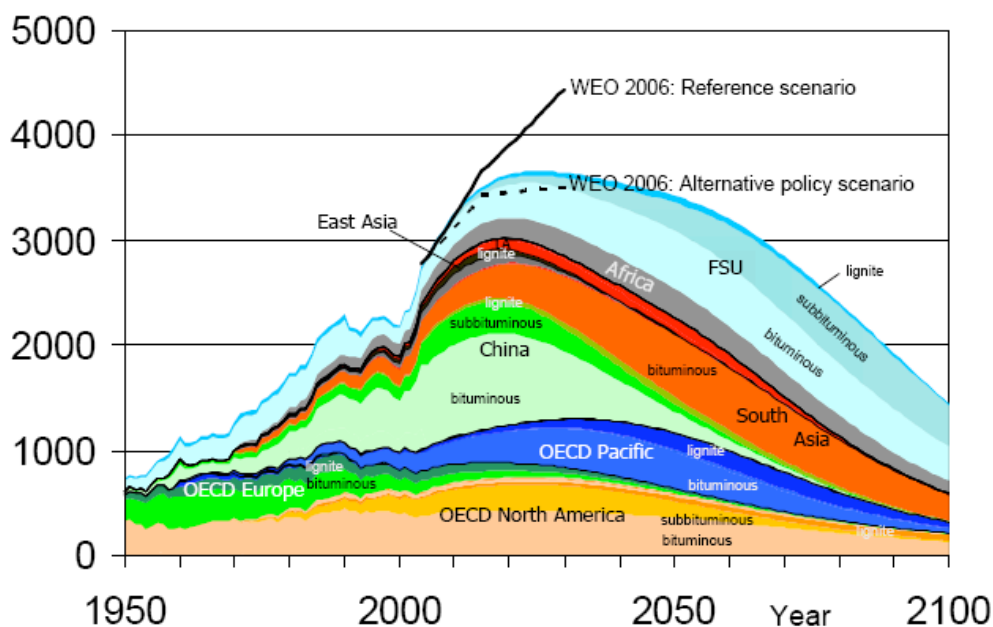


Fig. 6. Producción mundial de carbón según el Energy Watch Group, en millones de Tpes (Las toneladas métricas son más). Incluye previsiones del World Energy Outlook de la AIE de 2006 de los escenarios de referencia y escenario de políticas alternativas.

Fuente Energy Watch Group Marzo 2007. Carbón: recursos y producción future. Página 7.

Algunos indicios apuntan, no obstante, a que grandes productores y países con las más importantes reservas mundiales están empezando a declinar. Así lo ha hecho ya EE. UU. en términos energéticos, que parece haber alcanzado el cenit energético para el carbón hace unos 5 años (extrae más carbón que hace cinco años, pero con menor contenido energético total).

China anunció en Cork (VI Conferencia Internacional de ASPO) que comenzaba a importar carbón en 2007, aunque sigue aumentando todavía su producción, pero el crecimiento desborda su capacidad productiva interna.

El Energy Watch Group considera que el carbón alcanzará su cenit de producción mundial hacia el año 2025 en un nivel del orden de un 30% superior al de 2007. En este estudio, preferimos decantarnos por el Energy Watch Group, frente a una Agencia Internacional de la Energía que ni plantea el cenit y se centra en proponer mitigaciones a las emisiones por el aumento importante de consumo previsto hasta 2030, mediante modelos de captura y secuestro de carbón (Carbon Capture and Sequestration, o CCS, por sus siglas en inglés), aunque éstos estén todavía en fase muy experimental y la propia AIE reconozca que son muy intensivos en consumo energético ellos mismos. Consideramos que apuntar a un 30% más de carbón hacia el año 2025, ya son suficientes malas noticias para el medio ambiente.

1.2. El panorama energético hasta el año 2030

Propondremos, para saber el caudal de energía de que podrá disponer la Humanidad en esta sociedad inevitablemente global, primero un horizonte de tiempo algo más alargado que los 22 años del Informe Mundial sobre la Energía de la AIE y propondremos llegar hasta el año 2050. Para ello, en teoría, bastaría con colocar los datos en Tpe's de la figura 5 para el petróleo y el gas y extrapolar los grados de agotamiento hasta el año 2050. Este será un cálculo obviamente geológico, sin con ello querer ignorar que factores sociopolíticos y geoestratégicos pueden incidir muy acusadamente en los procesos de agotamiento puramente geológico de un recurso; luego añadir las cantidades previstas de carbón del Energy Watch Group de la figura 6. Para la energía nuclear, supondremos, por pura simplificación, los presupuestos de la propia Agencia Internacional de la Energía de su WEO 2008; al igual que para la hidroelectricidad.

Se podrían utilizar curvas de mayor definición; ver, por ejemplo, las sugerencias hechas por Jean Laherrere (ASPO Francia) en el año 2000 a la revista Oil & Gas Journal, como sistema metodológicos posibles, en <http://dieoff.org/page191.htm>). Nadie discute que los yacimientos se agotan generalmente siguiendo una curva más o menos en forma de campana, sea esta gaussiana, o un sigmoideo o algo parecido. Pero dados los desacuerdos sobre las diferentes curvas logísticas posibles y su grado de exactitud o aproximación a las curvas de agotamiento más conocidas de los diferentes yacimientos en caída de producción, se propone utilizar métodos aproximados más simples, a efectos de calcular el volumen bruto de la caída de la producción de combustibles principalmente fósiles, puesto que el objeto principal de este debate es verificar el grado de respuesta a este agotamiento de los combustibles fósiles y por tanto, el orden de magnitud sobre un periodo de tiempo, que consideraremos de unos 40 años a partir de ahora.

1.3. Las calidades, los tipos de energía, sus usos, los orígenes de su producción, su transformación, su transporte y su transformabilidad.

Otro factor importante que se deberá analizar a lo largo de este debate, es la transformabilidad: la capacidad de una sociedad (en este estudio se tratará de la sociedad mundial como una suma de sociedades nacionales o regionales) para cambiar sus estructuras sociales y económicas, en dirección a la sostenibilidad. (Roberto Bermejo. Un futuro sin petróleo. Ediciones la Catarata. Página 54). Esto es, aunque todos los diversos tipos de energía primaria se han igualado a toneladas equivalentes de petróleo, la realidad es que cada uno de ellos tiene sus propias y diferenciadas características de uso, calidades diferentes o intensidades energéticas distintas por unidad de peso o volumen.

Hay aplicaciones particulares que funcionan bien con un tipo de energía y son muy ineficientes con otro; por tanto, su sustitución puede resultar dudosa o incluso hacer la transformabilidad inviable.

Otras veces puede ser causa de más o menos difícil transformabilidad la existencia del bien en lugares más o menos remotos, que sumados a las capacidades distintas de almacenamiento y transporte, también pueden dificultar transiciones energéticas de un tipo de energía a otra; a veces será su dificultad de adecuarla al consumo, mediante técnicas de refinamiento, tratamientos químicos o de síntesis, etc.

Esperamos poder desarrollar todo esto a medida que se profundice el debate.

1.4. La energía neta al servicio de la sociedad. La Tasa de Retorno Energético (TRE)

Un último apunte a este tema 1 e invitación a profundizar en este debate. Se trata de la energía neta, que va descendiendo gradualmente a medida que se explota el recurso finito, porque siempre se suele empezar por las partes más fáciles y accesibles (esto es algo muy intuitivo, aunque sorprendentemente nunca se suele citar en los asuntos relacionados con la energía en la economía tradicional.

Dejamos aquí el “balloon diagram” del profesor Charles A. Hall

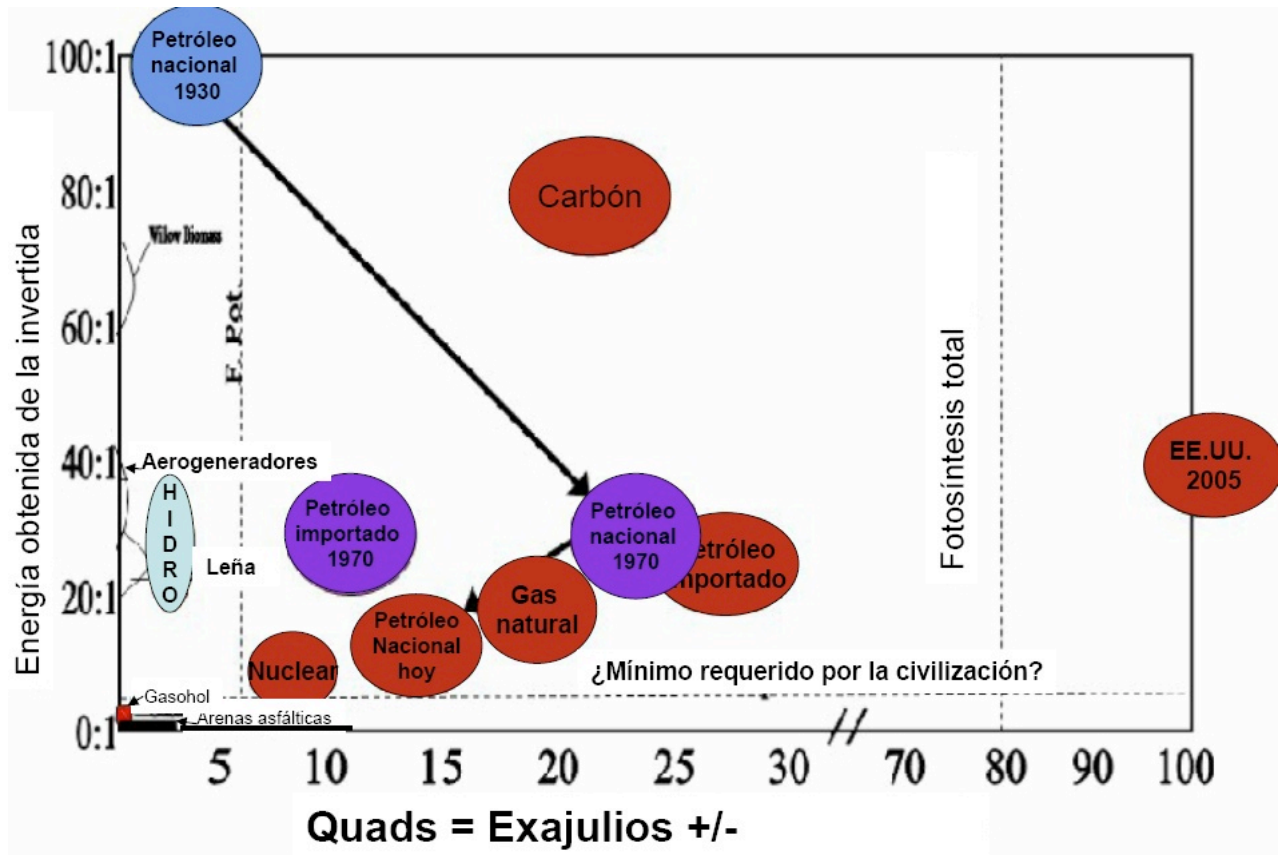


Figura 7. Ballon Diagram” o diagrama de globos del profesor Charles A. Hall de la Universidad del Estado de Nueva York, en Syracuse, EE. UU.

Tomo este diagrama como simple referencia al concepto intuitivo, en el que el petróleo estadounidense es la fuente de energía más analizada de todas ellas y en función del tiempo. En este diagrama se observa una caída natural de la tasa de retorno energético o energía que termina quedando libre a disposición de la sociedad, después de que se haya utilizado una fracción de la misma para poner la energía útil final en esa disposición. El hecho de utilizar globos, que cubren un área difusa, es una precaución lógica de científico que sabe de las dificultades de obtener una cifra precisa cuando intervienen tantos factores energéticos en estos procesos de obtención de energía.

Y con esto, doy por terminada mi primera intervención.

Saludos