

## **Circular de JP Morgan a algunos de sus clientes**

Con fecha 21 de noviembre de 2011 uno de los directivos de J. P. Morgan, Michael Cembalest ha enviado una de las circulares típicas a clientes de alguna de sus divisiones. J. P. Morgan es una gigantesca empresa de productos y servicios financieros a escala global. Tiene implantación en multitud de países y dispone de varias divisiones, tales como la de banca privada, banca de inversiones, banca comercial, servicios de seguros, de tesorería o de gestión de activos.

El título de esta circular, que suele hacerse por el Día de Acción de Gracias estadounidense, es “Eye on the Market” (una ojeada al mercado) y este año viene con el título **“La quijotesca investigación de las soluciones energéticas”**

Aunque obviamente una empresa del nivel de J. P. Morgan siempre coloca un texto con descargo de responsabilidad y atribuye al directivo la responsabilidad sobre lo publicado, en este caso, hemos observado una novedad tan especial, que dado su interés público no nos resistimos a publicar el texto completo, debidamente traducido al castellano para nuestros lectores.

Entendemos que cada vez con más frecuencia, estas instituciones financieras empiezan a pensar con unas neuronas que no son exclusivamente monetarias o financieras, y empiezan a tener en cuenta los aspectos físicos de la economía y a analizar los riesgos que implican las inversiones en el sector energético, que el propio autor valora de la siguiente forma:

*Este año damos un vistazo a algo tan preocupante en el largo plazo como los problemas fiscales de Occidente: la búsqueda de soluciones energéticas*

La posición de este analista, al fin y al cabo financiero, y la actitud moral de los grandes inversionistas, no es necesariamente compartida en todos sus aspectos por los editores de Crisis Energética, que sin embargo creen que es siempre interesante entender la forma de pensar y de actuar de los responsables de dirigir o asesorar sobre la dirección que deben tomar los grandes flujos financieros, por supuesto siempre en busca de la mayor rentabilidad posible, en el menor tiempo posible y con los menores riesgos posibles. Por ello, el editor Pedro Prieto realiza algunos comentarios sobre las discrepancias mediante notas en el texto que se desarrollan al final de esta circular.

**Una ojeada al mercado.**  
**Asunto: La quijotesca investigación de las soluciones energéticas.**

**Otro quijotesco Día de Acción de Gracias.**

Cada año al llegar al Día de Acción de Gracias<sup>1</sup>, buscamos cuidadosamente hacer una edición que trate de los mercados y carteras. El año pasado intentamos desentrañar la situación en Europa. Lamentablemente, la mayoría de las preocupaciones que mostramos el año pasado se han ido confirmado y están empeorando (la semana pasada me la pasé leyendo documentos legales sobre la ruptura de la Eurozona, por si acaso). Como Don Quijote, Europa arrancó su aventura con razones equivocadas, adoptando una unión monetaria medio embarazada<sup>2</sup>, para apoyar un objetivo político que aparentemente ya se había conseguido en 1955.<sup>3</sup> Este año damos un vistazo a algo tan preocupante en el largo plazo como los problemas fiscales de Occidente: **la búsqueda de soluciones energéticas**. Esta aventura está trufada de similares callejones sin salida quijotescos, cuantos de hadas y errores garrafales que han ignorado las realidades económicas (y termodinámicas). Esto es importante para nosotros, porque el coste de la energía y su disponibilidad son un asunto determinante sobre la forma en que pensamos en crecimiento, beneficios, estabilidad y en nuestra cartera de inversiones. (**NOTA 1**)

Como parte de este esfuerzo, fui en peregrinación a Manitoba a pasar un día con Vaclav Smil. Vaclav es uno de los mayores expertos en energía y ha escrito más de 30 libros y unos 300 documentos sobre el tema (está en el número 49 de la lista de los pensadores más influyentes de Foreign Policy). El libro de Vaclav “Mitos y realidades económicas” (*Energy Myths and Realities*), debería ser de lectura obligatoria para políticos o reguladores que tengan que ver con las políticas energéticas. Comenzaremos con un resuelto vistazo a esas realidades, antes de volver a las soluciones y a algunos desarrollos prometedores, que tienen poco que ver con cómo se genera la electricidad y más sobre cómo debería ser almacenada.

**Un sueño es un deseo que tu corazón puede hacer realidad (Cenicienta)**

En los últimos cincuenta años, muchas de las soluciones que se habían propuesto no han resultado como se esperaba. Aunque el proceso de descubrir e inventar siempre contiene elevadas tasas de fallos, la política energética es diferente que la de, digamos, los teléfonos celulares o los videocasetes, puesto que se gasta en ellos. Se crean esperanzas y lo que sucede es que a veces se posponen o incluso se eliminan soluciones menos brillantes, pero más fiables. He aquí algunas de las memorables predicciones de nuestro futuro energético:

- 1945. Los físicos nucleares Weinberg y Soodak del laboratorio Nacional de Oak Ridge predicen que los reactores nucleares regeneradores serán el recurso energético definitivo de la humanidad; una década más tarde, el director de la Comisión de Energía Atómica de los EE. UU., predice que la energía nuclear será “demasiado barata para medirla”.

---

<sup>1</sup> Algunos clientes me dicen que sería útil tener algo para leer este fin de semana, en caso de que las reuniones familiares se hagan pesadas enervantes

<sup>2</sup> Hace referencia al chiste común de una adolescente que dice al padre estar medio embarazada, por miedo, algo imposible. Nota del traductor

<sup>3</sup> Hace unos años los políticos suecos y los holandeses movilizaron apoyos para votar “Sí” a la Constitución Europea, como un tributo necesario a los muertos en la Segunda Guerra Mundial, y más urgentemente, para evitar las divisiones del periodo de preguerra que condujo a ella. El conflicto entre los imperios europeos existió durante cientos de años (1871-1914 fue el único periodo de paz hasta 1945), por lo que la idea de una Europa unida podría haber sido atractiva en 1945. Sin embargo, **las condiciones para asegurar una paz duradera en Europa Occidental ya se habían cimentado en 1954**.

- 1973. “Este será nuestro objetivo nacional: al final de esta década, en el año 1980, los EE. UU. no serán dependientes de ningún otro país para disponer de la energía que mantendrá nuestros trabajos, calentará nuestros hogares y mantendrá nuestro sistema de transporte”. Richard Nixon.
- 1978. “Hemos modelado la oferta y demanda de más de 200 plantas estadounidenses para que en el año 2000 los EE. UU. casi el 60% de los coches estadounidenses puedan ser eléctricos y que sólo el 17% de la potencia de recarga provenga del petróleo.
- 1979. Un estudio de la influyente Harvard Business School pronostica que para el año 2000 los EE. UU.: podrían satisfacer sus necesidades energéticas de la energía solar.
- 1980 El físico Bent Sorensen predice que el 49% de la energía que consumen los EE. UU. podría provenir de fuentes renovables en el año 2005.
- 1994. El Centro Hypercar establece que con los materiales ligeros y diseños (nuevos) los coches alcanzarían 1 litro a los 100 Km de consumo, con un 95% de disminución de la contaminación.
- 1994. InterTechnology Corporation predice que la energía solar suministraría el 36% de la energía de los procesos industriales caloríficos hacia el año 2000.
- 1995. Alfred Cavallo, físico y consultor energético pronostica que el viento podría alcanzar un factor de capacidad del 60%, que cuando se combine con el almacenamiento con aire comprimido, podría aumentar a un 70-95%.<sup>4</sup>
- 1999. El Departamento de Energía de los EE. UU. confía en poder capturar y secuestrar mil millones de toneladas de carbono hacia el año 2025.
- 2000. Las compañía de células de combustible anuncian plantas de producción de 250 kW que pueden caber en una sala de conferencias y producir energía a 10 céntimos de dólar el kWh, con un objetivo de 6 céntimos para el 2003.
- 2008. “Hoy reto a nuestra nación para que se comprometa a producir el 100% de nuestra electricidad de la energía renovable y fuentes realmente libres de (emisiones de) carbono en 10 años. Este objetivo es alcanzable, accesible y transformador. Al Gore.
- 2009. El científico de genética Craig Venter anuncia planes para desarrollar la siguiente generación de biocombustibles, partiendo de las algas en sociedad con Exxon Mobil.

## ¿Cómo han ido las cosas?

No existen reactores nucleares regeneradores comerciales en horizonte alguno; la energía nuclear mundial es apenas el 20% de la que predijo la Agencia de Energía Atómica en 1970; no se ve el Hypercar por lado alguno; la energía solar y la eólica suponen una porción minúscula de la producción eléctrica estadounidense (**NOTA 2**); los factores de carga de la energía eólica andan entre el 20 y el 30%; los EE. UU. dependen en un 50% de petróleo del exterior; el 70% de la electricidad de EE. UU. proviene del carbón y del gas natural; las células o pilas de combustible no funcionan como se esperaba; los híbridos son el 2% de las ventas de coches de EE. UU.; el “carbón limpio”, es básicamente una diapositiva; Y Venter ha anunciado que su equipo de trabajo ha fallado en conseguir algas que crezcan de forma natural y puedan ser utilizadas para la producción de combustibles a gran escala (y no trabajarán alternativamente con cepas sintéticas)<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Un documento de 2005 de Stanford elevó estas expectativas todavía más al calcular la **potencia eólica teórica** en 72 TW, unas 30 veces la producción eléctrica mundial

<sup>5</sup> Las **algas** son reactores fotosintéticos poco eficientes (no consumen CO<sub>2</sub> cuando el sol no brilla) y destinan apenas una pequeña cantidad de la energía solar que atrapan a la producción de lípidos. Un estudio de 2007 de Krassen Dimitrov de la Universidad de Queensland predijo el fracaso por anticipado, asegurando que la compañía había estimado la eficiencia de la fotosíntesis en casi el doble del máximo teórico y sólo podrían resultar provechosas a 800 US\$ el barril de petróleo. Las mejoras genéticas de la vida de las plantas se ha centrado históricamente en la resistencia a enfermedades y a la modificación del porcentaje entre “fruto y tallo”; se ha utilizado con menor frecuencia para aumentar la tasa de crecimiento de la biomasa en sí misma.

## La realidad energética actual de EE. UU.: generación eléctrica

Antes de explicar por qué estas ideas no llegaron a hacerse realidad, veamos en qué situación se encuentra en estos momentos la generación de electricidad en EE. UU. La tabla inferior muestra cada fuente de energía; su capacidad instalada; la electricidad que esa capacidad instalada generó en 2010 y el porcentaje del total de generación; su factor de carga y el coste actualizado de la nueva construcción a largo plazo, estimados por la Energy Information Administration (EIA). Los factores de carga son importantes, dado que miden la intermitencia de cada tipo de fuente (siendo la capacidad o factor de carga la generación actual frente al máximo potencial de generación de la potencia instalada). Las plantas de gas natural de carga de base pueden funcionar a niveles superiores al 28%; esta cifra refleja el hecho de que muchas plantas de gas operan como instalaciones “de punta” para proporcionar energía a corto plazo durante los períodos de mucha demanda. (NOTA3)

Como se ha dicho anteriormente, los fósiles dominan, seguidos de la energía nuclear. La energía hidroeléctrica es la siguiente (eficiente y barata, pero la mayoría de los grandes emplazamientos ya están ocupados). La energía eléctrica renovable no hidroeléctrica es asimismo un pequeño componente del uso total de energía, una categoría más amplia que incluye los combustibles para el transporte.<sup>6</sup>

Energy Information Agency	Base instalad a en MW (2010)	Electricidad generada en TWh (2010)	% de gen. total	Factor de carga implícito	EIA coste actualizado 2016 por MWh	<...El coste actualizado incorpora los costes iniciales y corrientes de capital, coste de capital, combustibles y demás costes operativos, factor de carga y las inversiones en transmisión de la potencia en cuestión (en US\$ de 2009) para nuevas construcciones
---------------------------------	--	--	-----------------------	---------------------------------	---	---

Carbón	316.800	1.847	45,40%	67%	95-110\$	Abundante y barata, pero con un rango considerable de problemas ambientales
Gas natural	407.028	988	24,30%	28%	60-70\$	Los factores de carga subestiman su utilización potencial
Nuclear	101.167	807	19,80%	91%	114\$	Eficientes una vez construidas, pero caras de construir (con costes que han crecido drásticamente en las últimas décadas)
Hidroeléctrica	78.825	260	6,40%	38%	86\$	Los emplazamientos más convenientes ya están utilizados, después de los incentivos en los años 60 y 80
Eólica	39.135	95	2,30%	28%	97\$	Bajo factor de carga, tecnología madura; cuesta más del doble en plataformas marinas
Biomasa/ madera	11.406	56	1,40%	56%	112\$	Caro de agrupar y recolectar; elevados costes de capital respecto de la densidad energética
Geotérmica	2.405	18	0,40%	85%	102\$	Muy cara, excepto cerca de áreas con reservas geotérmicas activas
Solar FV/CSP	941	1	0,00%	15%	210-312\$	Cara, con bajos factores de carga; este segmento es el de instalaciones comerciales (no residenciales)

## Conversiones de energía 101

¿Qué es lo que no ha funcionado con las renovables? En general, existen tres teorías: (i) por qué preocuparse si hay gran cantidad de combustibles fósiles; (ii) la energía renovable tendría una mayor participación si se pudiese beneficiar de una I+D masiva a su disposición, como se hizo con la energía nuclear; y (iii) las renovables tienen limitaciones termodinámicas, estructurales y prácticas que frenan su capacidad de representar porcentajes mayores en la electricidad o en la producción de combustibles para el transporte. Aunque las (i) y (ii) tienen alguna justificación<sup>7</sup>, es difícil ignorar la (iii). Las *conversiones de energía 101* tratan de mostrar por qué es difícil ignorar la (iii), mediante el uso de ejemplos<sup>8</sup> que amplió de los textos de Vaclav (las equivalencias energéticas en la página 15)

<sup>6</sup> Los biocombustibles producidos localmente y los importados representan alrededor de un 14% del consumo estadounidense de combustibles líquidos.

<sup>7</sup> La industria nuclear fue receptor de 96% de todos los fondos que el Congreso destinó a I+D entre 1945 y 1998.

<sup>8</sup> Desde luego, esos ejemplos dependen de los supuestos que se toman; he intentado ser conservador. Estoy seguro de que me harán alguna observación si no lo he sido

**Pregunta nº 1;** ¿Cuánta electricidad adicional necesitarían los EE. UU. si cambiasesen a coches eléctricos?

200	vatios*hora promedio por km del coche eléctrico
20.000	km de conducción promedio anual por coche
245.000.000	número de coches de pasajeros en los EE.UU.
980.000.000	MWh de pasajeros-coche por año (todo eléctrico)
980	TWh para los pasajeros-coche por año
10%	aumento por autodescarga de baterías
1.078	TWh para los coches de pasajeros de EE. UU. al año
4.325	TWh de producción eléctrica en EE. UU.
25%	aumento de las necesidades eléctricas

**Implicaciones:** Esto es generación adicional, no capacidad, puesto que algunas instalaciones existentes podrían producir más. Pero aún así exige un gigantesco aumento de generación y el coste dependerá de dónde se planifique obtener la electricidad y cuándo. La gasolina se utiliza in situ. La electricidad se genera a distancia y luego se transporta a través de la que quizás sea la peor red eléctrica de los países de la OCDE. Nótese que no incluimos aquí las pérdidas de transmisión; si lo hicieramos, los requerimientos serían mayores. También se han ignorado los aspectos de la vida útil de las baterías (calor, frío, etc.) y los crecientes costes de los metales de tierras raras necesarios para los coches eléctricos

**Pregunta nº 2:** ¿Los coches eléctricos consumen menos energía que los propulsados a gasolina?. Si no es así, ¿qué otros beneficios pueden tener los coches eléctricos?

4,4 MWh por coche eléctrico/año (ver supuesto nº 1)

Veamos ahora las necesidades de energía PRIMARIA necesarias para producir esta electricidad:

60%	Pérdidas de eficiencia en el proceso de generación promedio de EE. UU. para generación con carbón y gas
10%	Pérdidas por transmisión
12,2	MWh de energía primaria requerida por coche y año
44.000	Megajulios de energía por coche eléctrico por año (3.600 MJ = 1 MWh)
2,2	Megajulios por coche por año por km. conducido
15,9	km/litro para el coche eléctrico cuando la energía primaria se expresa en gasolina equivalente (35 MJ = 1 litro) (carbón o gas para generar electricidad)
37,4	Millas por galón (6,36 litros/100 km.) de consumo de energía primaria

**Implicaciones:** En otras palabras, la **energía primaria** que se necesita para mover los coches eléctricos no es muy diferente de la que consumen los coches de combustión interna de bajo consumo que ya existen. Dependiendo de cómo se genere la electricidad, *podría* haber algunos beneficios (pero no si se utiliza el carbón como fuente primaria de electricidad, como en la actualidad) Habría mucha menos dependencia del petróleo extranjero, un objetivo de los EE. UU. durante décadas. Pero también se podrían obtener beneficios con flotas de bajo consumo, quizás menos del esfuerzo de cambiar a coches eléctricos. Si las pérdidas por eficiencia del carbón, gas o nuclear se redujese del 60 al 50%, esto ayudaría de forma importante a la termodinámica de los coches eléctricos; pero esta es una gran incógnita. (**NOTA 4**)

**Pregunta nº 3:** Supongamos que el mundo termina apoyándose en el carbón para los próximos 100 años y se toman acciones para prevenir más emisiones de carbono. ¿Qué escala tendría la tarea de enterrar el 15% de todas las emisiones de CO2?

33,2	miles de millones de toneladas de CO2 emitidas (2010)
5,0	miles de millones de toneladas como objetivo de secuestro
<i>Pensemos ahora en secuestrar el CO2 comprimiéndolo antes de enterrarlo...</i>	
0,8	Densidad del gas comprimido en toneladas por metro cúbico
6,2	Volumen (en miles de Mm3) de CO2 comprimido para enterrar
3,9	Cantidad de extracción global de petróleo en miles de Mton (2010)
0,85	Densidad de petróleo en Ton/m3
4,6	Volumen mundial de petróleo extraído en miles de Mm3 (2010)

**Implicaciones:** La captura de una pequeña proporción de emisiones de CO2 exige una industria de compresión/transporte/almacenamiento cuyo capacidad es mayor de la que se utiliza para la extracción del petróleo; y sin el beneficio que el petróleo reporta como ingreso de energía. Los costes de capital de las plantas de carbón podrían aumentar un 40-75% (según el PICC) y su consumo eléctrico podría aumentar un 30-40%, para la captura y secuestro del CO2, la eliminación de partículas y la desulfurización del gas. Lo más probable es que sin tiempo para evitar más aumentos de las emisiones de CO2; no se han estudiado los aspectos legales y los relativos a los problemas de no querer las cosas en el patio trasero.

**Pregunta nº 4:** ¿Cuál sería la reducción de la demanda de gasolina si toda la producción de maíz que todavía no se utiliza para producir etanol se redirigiese a la producción de etanol?

160.000.000	Ton. de producción de maíz (2010) no usadas para etanol
159.667.200.000	Kg. de producción de maíz (2010) no usadas para etanol
0,4	Relación de conversión de litros de etanol/kilo
63.866.880.000	Litros de etanol ya convertido
67%	Densidad energética del etanol respecto de la gasolina
420.699.571.200	Ahorros efectivos en gasolina equivalente en litros
521.845.394.389	Litros del consumo total de gasolina en EE. UU. (2010)
8%	Reducción de las necesidades de energía por reemplazo de la gasolina por toda la producción de maíz

**Implicaciones:** Los beneficios del etanol del maíz parecen estar cercanos a su máximo nivel de producción. Por supuesto, queda en el aire el asunto de la Tasa de Retorno Energético (TRE) del etanol, para el que las estimaciones varían entre 0,8:1 a 1,6:1. Charles Hall en SUNY ESF (creador del concepto de TRE en los años 70) publicó recientemente las TREs para el petróleo (10-20); las arenas asfálticas y el petróleo de esquistos (3-5); la energía nuclear (5-15) y la eólica (15-20), pero éste excluye el coste de las plantas de respaldo. En ese contexto, la TRE del etanol del maíz, que excluye las distintas capas de subsidios implicados, es considerablemente inferior a los beneficios considerados de otras fuentes de combustible.

**Pregunta nº 5:** ¿Qué hay del etanol celulósico? ¿Y qué es eso de utilizar los granos molidos y usados del café?

225.000.000	Ton. de resto de la planta de maíz anuales
224.532.000.000	kg. de resto de la planta de maíz anuales (utilizando factores de conversión de 4)
40%	Cantidad que puede ser derruida sin dañar el suelo
89.812.800.000	kg. de restos de planta de maíz derruidos
30%	Pérdidas de eficiencia (evaporación, transporte, etc.)
62.868.960.000	restos de planta de maíz seca uniforme para conversión
0,34	Relación teórica de conversión de l. de etanol por Kg.
21.375.446.400	Litros de etanol de los restos de planta de maíz
14.291.012.736	Gasolina equivalente al etanol de restos (ver nº \$)
<b>2,74%</b>	Porcentaje de reducción de la demanda de gasolina como resultado de usar restos de planta de maíz
<i>Y otra cosa curiosa...</i>	
<b>0,16%</b>	Porcentaje del consumo mundial de diesel que se evitaría recogiendo todos los restos de café del mundo y convirtiéndolos en biodiesel

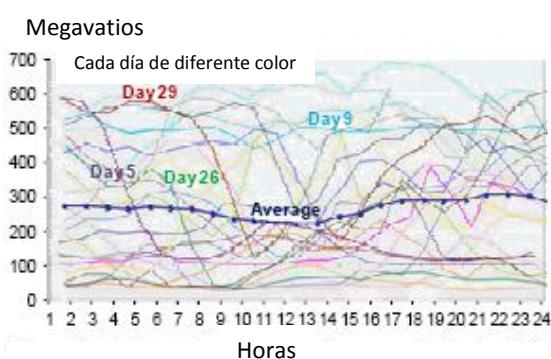
**Implicaciones:** Aparte de la caña de azúcar en Brasil, que crece los 365 días del año y no necesita irrigación o fertilizantes (se autofertiliza), los biocombustibles están en cuestión por los costes de agrupación de la materia, las bajas densidades de energía y los altos costes de extracción. Para las limitaciones de algas, véase la nota 5)

**Pregunta nº 6:** ¿Qué superficie sería necesaria para que la cuarta parte de la electricidad de los EE. UU. pudiese provenir del viento?

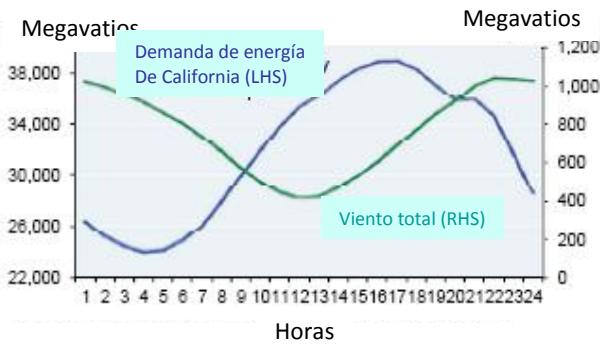
2,30%	Porcentaje de electricidad de generación eólica
10	Factor de crecimiento
23%	objetivo de cobertura de generación de origen eólico
95.000.000	MWh generación eólica en 2010
950.000.000	MWh de objetivo
28%	factor de carga
387.312	MW de aumento de potencia eólica a instalar
2	vatios/m <sup>2</sup> que demandan los parques eólicos
<b>193.656</b>	Km <sup>2</sup> de superficie a ocupar
<i>Y sobre la necesidad de costosas líneas de alta tensión en continua</i>	
30.099.000	población de EE. UU. que vive en zonas solares o eólicas de calidad (AZ, OK, NE, WY, CO, ND, SD, KS, IA, MT, NM y NTX)
309.350.000	Población de EE. UU.

**Implicaciones:** 194.000 Km<sup>2</sup> representa todo el Estado de Nebraska. Implicaría un desempeño masivo que exigiría, como se ha comentado antes, cientos de miles de millones de dólares en nuevas líneas de transmisión. En纯idad, la tierra bajo los aerogeneradores puede ser todavía utilizada para muchos usos económicos de forma práctica. Los mayores asuntos pendientes son la transmisión y la intermitencia, como se describe más adelante.

En lo relativo a la generación eólica, dejemos aparte las preocupaciones sobre los requerimientos de espacio y las líneas de transmisión. Dejemos también aparte los problemas de la dependencia de los aerogeneradores de tierras raras como el neodimio para los imanes permanentes de las turbinas (los precios del neodimio se **cuadruplicaron** este año y eso que la generación eólica sólo representa todavía *menos del 3%* del total de la generación eléctrica). Pongamos también de lado los desechos (de pájaros o insectos), las tormentas de hielo o demás fenómenos naturales que reducen la eficiencia de los parques eólicos. **La razón para darlos de lado: si el viento fuese más predecible, como la energía hidroeléctrica, podría justificar un gasto y un esfuerzo mucho mayores. Lamentablemente, el viento no es predecible.** El primer gráfico es la "Mona Lisa" de la falta de fiabilidad del viento medida en uno de los mayores parques eólicos de California. La segunda es el Operador del Sistema Independiente de California que muestra como el viento tiende a ser escaso cuando la demanda de potencia es alta (y viceversa)



Fuente: Electric Power Research Institute.  
Medido en Tehachapi, Ca.



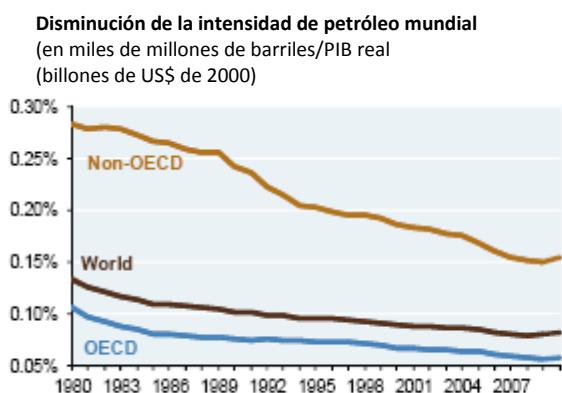
Fuente: California Independent System Operator. Integración de recursos renovables. Noviembre de 2007

La energía eólica jugaría un papel importante, pero a menos que exista una red de alta capacidad y alto voltaje que la acompañe (como en el norte de Europa) o almacenamiento eléctrico, **la variabilidad del viento implica que se necesitarán además plantas de gas de respaldo**. Raras veces se incluye en los costes de la energía eólica el coste de dichas plantas, aunque quizás debiera hacerse. (NOTA 5)

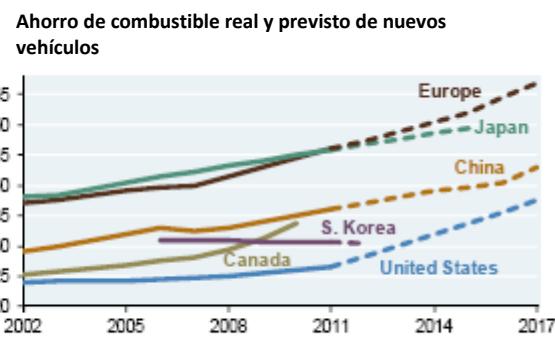
**Estos ejercicios son importantes, porque las expectativas sin fundamento pueden conducir a decisiones políticas que no sean las más adecuadas.** Un ejemplo: la ampliación del oleoducto de Keystone, que el presidente ha decidido no tener en consideración hasta después de 2012. Los EE. UU. importan más petróleo de Canadá que de ningún otro país. Con esta ampliación el sistema de Keystone representaría el 13% de las importaciones de petróleo de EE. UU. Ha habido oposición a este oleoducto por razones ambientales, pero la ampliación en sí misma apenas añadiría un 1% a toda la red de transporte de petróleo crudo y oleoductos con derivados refinados de petróleo que ya atraviesan los EE. UU. Cuesta más y conlleva más riesgos transportar esta cantidad de productos petrolíferos por tren o camión. Si los EE. UU. no ofrecen un mercado al petróleo de las arenas asfálticas de Alberta, éste podría terminar en los tanques de los petroleros hacia China; y los EE. UU. terminarían por cubrir su demanda importando más del Golfo Pérsico y de Venezuela. No está claro si las percepciones erróneas sobre la energía eólica la solar o los biocombustibles<sup>9</sup>, explica por qué algunas personas se oponen a estas ampliaciones. (NOTA 6)

### El arte de lo posible

Echemos ahora un vistazo a las buenas noticias (que se necesitan desesperadamente). En las tres últimas décadas ha ido disminuyendo la intensidad del (uso del) petróleo en el mundo desarrollado, seguido de los países no OCDE (ver el gráfico). Esto no quiere decir que la cada vez menos disponibilidad de petróleo barato no sea un problema, que lo es. Hay muchos estudios que muestran rápidos declives de la producción de los campos actuales de petróleo, que los descubrimientos de nuevos campos (a) no llegan a cubrir y (b) se ubican en lugares con costes marginales de extracción considerablemente mayores. No hace falta repetirlo aquí. Pero la importancia del petróleo en el crecimiento económico ha ido disminuyendo con el tiempo y no hay razón para creer que esas mejoras han llegado a su fin.



Fuente: ISI Group, International Energy Agency,  
World Bank



Fuente: The International Council on Clean Transportation  
U.N. Department of Economic and Social Affairs

<sup>9</sup> He aquí la opinión de Giampietro y Mayumi (Tokushima) autores de “The Biofuel Dellusion” (el engaño de los biocombustibles): “La promesa de que los biocombustibles puedan ser un reemplazo de los combustibles fósiles, de hecho es un espejismo, que de seguir adelante, nos sume en el riesgo de escasez de energía, de alimentos, de destruir la biodiversidad y de hacer un daño al clima como nunca antes”.

Ahí hay también capacidad para reducir el consumo de combustible, aunque este es otro posible caso de cuento de hadas que puede haber pospuesto decisiones políticas inteligentes. A la espera del Santo Grial, los EE. UU. dejaron congeladas las normativas de eficiencia de los combustibles desde 1983 (para vehículos ligeros) y 1987 (para coches), hasta 2010. Mientras Ford y General Motors hacían lobby en el gobierno de Reagan en 1986, para descafeinar la normativa sobre eficiencia de combustibles (CAFE, por sus siglas en inglés, de Corporate Average Fuel Economy, N. del T.), el responsable de Chrysler, Lee Iacocca dijo: “**Estamos a punto de colocar una lápida que dice: Aquí yace la política energética de los EE. UU. CAFÉ protege los puestos de trabajo estadounidenses. Si se devalúa CAFÉ ahora, iremos a la siguiente crisis energética en la que los fabricantes de coches estadounidenses no podrán hacer frente a la demanda de coches energéticamente eficientes**”. Pues bien, el resto del mundo siguió la senda de la eficiencia y tiene ahora flotas más eficientes (ver el gráfico). Si la flota estadounidense hubiese sido un 30% más eficiente, el consumo de gasolina en los EE. UU. podría caer en unos 150.000 millones de litros por año (aproximadamente 1.000 millones de barriles). Para poner esto en contexto, los EE. UU. importan de Venezuela 360 millones de barriles de crudo al año y 620 millones del Golfo Pérsico. Los EE. UU. acaban de elevar sus estándares de eficiencia energética, pero llevará tiempo que ello tenga un reflejo. (**NOTA 7**)

**Otra posible buena noticia es la investigación de los Laboratorios de Investigación de Motores Daimler para mejorar los motores de gasolina**, algo que el mundo no debería dar por acabado todavía. Prototipos con menos cilindros y menor recorrido pueden conseguir coches con menos consumo y emisiones, previsiblemente, con eficiencias de combustible mejores que las de los híbridos como el Prius. El US Recovery Act dotó con 100 millones de US\$ para I+D en el campo de motores avanzados de combustión; podría ser dinero bien gastado. Un ejemplo en el que el Departamento de Energía está trabajando es el de semiconductores, alimentados por el calor del tubo de escape del coche, que generarían electricidad con la que hacer funcionar los accesorios del coche, que generalmente se alimentan de correas que mueve el motor.

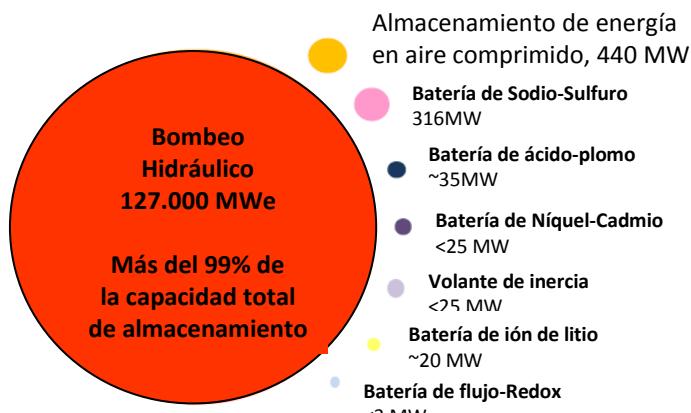
**La otra buena noticia se refiere a los descubrimientos de nuevas reservas de gas natural**. La producción de gas de pizarra de EE. UU. ha aumentado 14 veces en la última década y la EIA prevé que hacia 2035, los EE. UU. ya no serán un importador de gas. Es cierto que el Departamento de Energía ha rebajado las estimaciones de gas en la Cuenca Marcellus de 12 a 2,4 billones de metros cúbicos; ha sido con posterioridad al estudio del United States Geological Survey (USGS), que llegó a estimar las reservas de la cuenca en 56.000 millones de metros cúbicos en 2002. Sin embargo, la imprecisión histórica de las estimaciones del cenit del petróleo y del gas, convierten esto en una ciencia compleja. Siendo claros, la producción del gas de pizarra será crucial; las previsiones de la EIA para el 2035 suponen que el aumento de la producción de gas de pizarra compensará el declive de cualquier otro tipo de gas (ver más adelante). Las reservas de gas en grandes profundidades marinas (hidratos de metano, N. del T.) tienen un potencial positivo, pero los costes marginales pueden ser un inconveniente. En lo que se refiere a la exploración de gas natural y al radio (que existe de forma natural y a veces sale a superficie en concentraciones peligrosas) y los productos químicos para la propia fractura de las pizarras, el coste de la electricidad del gas natural parece lo suficientemente bajo como para absorber los costes de la recolección y tratamiento de las aguas residuales. De todas maneras, se necesitarán energías de reemplazo para los combustibles fósiles. Lo que ofrecen las soluciones del “arte de lo posible” es ofrecer más tiempo para encontrarlas. (**NOTA 8**) **Mientras esto sucede, muchos científicos preferirían poner mucho más énfasis en la eficiencia que en las nuevas tecnologías**. Algunos ejemplos son hornos de gas de un 95% de eficiencia, iluminación Led o fluorescente y más aislamientos. Según el informe del Laboratorio Nacional de Northwest Pacific, el mayor ahorro directo de energía en 2010 fue el del **desarrollo de dispositivos de diagnóstico en edificios residenciales y comerciales para gestionar sistemas de calor, ventilación y aire acondicionado** (HVAC, por sus siglas en inglés) e **iluminación**.

## Un elemento clave potencial: el almacenamiento energético que funcione a escala comercial

Lo que podría cambiar la ecuación energética es el **almacenamiento**. El mundo ha venido *generando* electricidad comercialmente disponible desde hace más de 100 años, pero tal y como están ahora las cosas, el mundo no dispone de *almacenamiento* eléctrico. Los beneficios del almacenamiento eléctrico, si pudieran llevarse a cabo, saltan a la vista:

- Mayor eficiencia del coste de las energías solar y eólica y menores costes de la electricidad, dado que la electricidad producida por el viento durante la noche, podría almacenarse y venderse durante el día; y la electricidad producida en días soleados podría almacenarse y venderse en los períodos nublados. Existen vínculos obvios entre esto y la factibilidad y el coste de los coches eléctricos.
- Las potencias instaladas podrían reducirse y cubrir los picos de los grandes sistemas energéticos urbanos, a base de liberar las reservas de electricidad almacenadas.
- Se podrían diferir o evitar las costosas actualizaciones de las redes de transmisión. Según la North American Electricity Reliability Corporation, apenas el 27% de las actualizaciones que la red exige, están relacionadas con la energía renovable. Casi la mitad se han diseñado para mejorar la fiabilidad en su conjunto, debido a la fluctuación de las cargas (puesto que la red tiene que acomodarse a los picos de carga y no solamente a los promedios)
- Una reducción del consumo de combustibles fósiles que alimentan los generadores de emergencia o alternativos.

**Lamentablemente, el almacenamiento en baterías ha avanzado a paso de tortuga.** La ley de Moore que duplica la capacidad de los semiconductores (aproximadamente a cada 18 meses, N. del T.), ha sido una fuente de distracción; las mejoras tecnológicas en los últimos 15-18 meses son difíciles de encontrar SALVO en los semiconductores. La eficiencia de las células fotovoltaicas se ha duplicado en unos 15-18 años; y el almacenamiento en baterías ha progresado incluso más despacio, puesto que está vinculada a las aplicaciones a gran escala<sup>10</sup> (más bien aplicaciones de ión de litio para teléfonos celulares o ordenadores portátiles). Cabe recordar que la electricidad se define sencillamente como un flujo de electrones, que sólo se puede almacenar como energía potencial, por ejemplo, con elevados gradientes o diferenciales químicos (p.e. baterías).



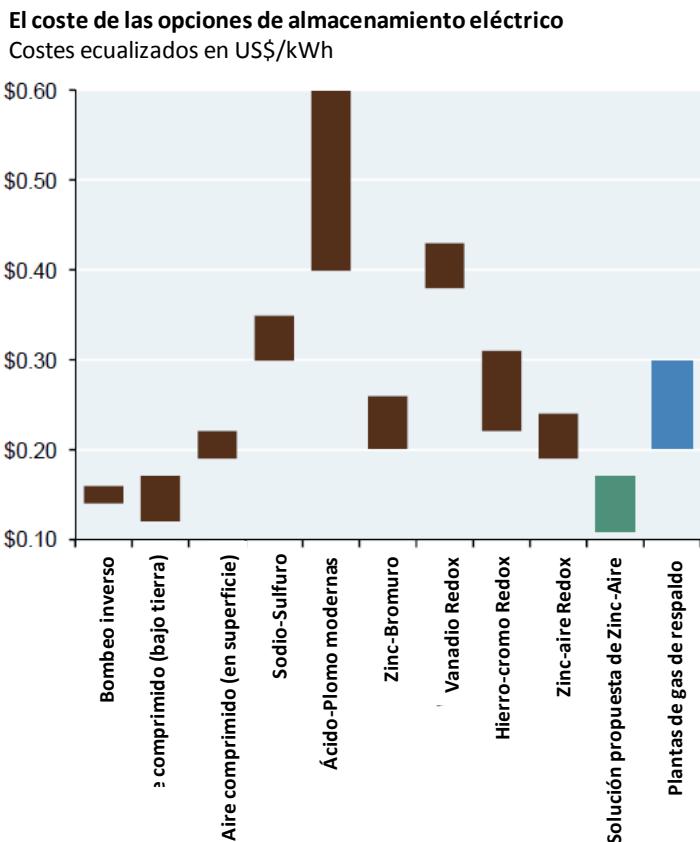
Fuente: Fraunhofer Institute, EPRI, Electricity Storage Technology Options 2010

<sup>10</sup> Compañías como A123 producen baterías a gran escala, pero son fundamentalmente para estabilizar la red. Las baterías de ión de litio de A123 están diseñadas para almacenar energía en fracciones de una hora, más que para horas o días.

El gráfico muestra el estado de almacenamiento de electricidad a gran escala; es prácticamente toda ella en forma de bombeo hidráulico<sup>11</sup>, un proceso que utiliza la electricidad barata nocturna para bombear agua hacia arriba a un embalse superior y luego libera el agua durante el día para hacer funcionar un generador (turbinar) (**NOTA 9**). Las otras tecnologías son una ocurrencia de última hora, al menos hasta ahora. Nótese que se consume más energía en bombear agua arriba que la que se obtiene generando agua abajo; el valor económico se obtiene de los precios de la electricidad diurna que son mucho más altos. Se pierde entre el 10 y el 20% de la energía potencial a lo largo del tiempo entre las pérdidas de conversión y la evaporación.

No hay espacio para adentrarse en las complejidades de las tecnologías de almacenamiento que se muestran más adelante. Exponemos un par de aspectos generales:

- Las opciones menos costosas como el bombeo inverso y el almacenamiento en aire comprimido, necesitan de emplazamientos favorables con la geología adecuada, que son raros en la Naturaleza y caros de construir, si hay que hacerlos desde cero (y frecuentemente no están cerca de los centros de demanda eléctrica) y en el caso del aire comprimido, necesitan turbinas de gas auxiliares para la compresión.
- Muchas tecnologías basadas en baterías, tienen la dificultad de exigir fuertes inversiones iniciales de capital o costes de operación; tienen baja capacidad de almacenamiento; tiempos de respuesta lentos; problemas de seguridad (tales como el bromuro de zinc) ; o vidas cortas (un número limitado de ciclos de recarga)



Fuente: EPRI, Electricity Energy Storage Technology Options, 2010, Eos.

<sup>11</sup> La mayor parte de las instalaciones de bombeo inverso para almacenamiento de energía, se han diseñado para durar 10 horas de forma ininterrumpida (antes de vaciarse). Suponiendo 127 GW de potencia instalada, eso significa 1.270 GWh de electricidad que sería producida antes de que los embalses quedasen vacíos. Esta cantidad de electricidad almacenada es el 0,0064% de la generación total anual. Es un aporte realmente pequeño; los inventarios del petróleo almacenado suponen el 10-12% de la producción anual.

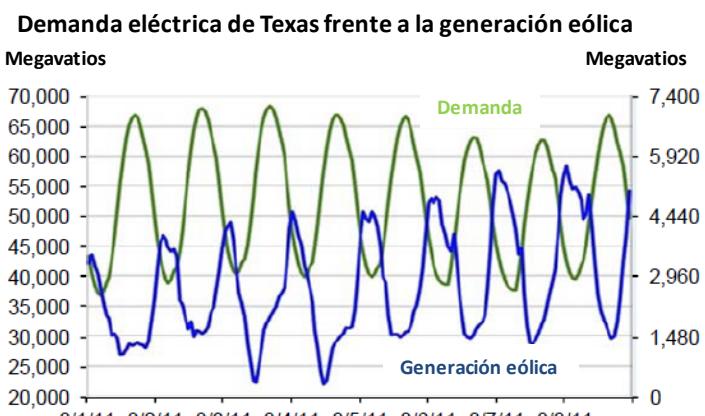
## Hace pocas semanas tuve una reunión singular por su optimismo y entusiasmo

Me reuní con los directivos de Eos Energy Storage, que trabajan en una solución de batería de zinc-aire que busca superar todos los obstáculos descritos en el segundo punto de más arriba. Si se llegan a cumplir sus predicciones, Eos ofrecerá una batería a un coste de 160 US\$/kWh, en forma de batería de 1 MW del tamaño de un contenedor de 40 pies (para 6 MWh de almacenamiento). Como sucede en la página 4, el concepto de coste “ecualizado” reúne los costes iniciales, los costes financieros, la vida útil, los costes de combustibles y los gastos de operación. Los costes de ecualización son más útiles que los simples costes de capital por kWh. Como se muestra en el gráfico, Eos intenta ser la opción más económica que puede escalarse y ubicarse con flexibilidad y seguridad en cualquier sitio. Nótese que esperan resultar más baratos que las plantas de respaldo de gas natural para hacer frente a las demandas puntuales y para compensar la generación renovable intermitente eólica y solar. Si el almacenamiento funciona, la necesidad de multitud de instalaciones para cubrir los picos de demanda podría desaparecer.

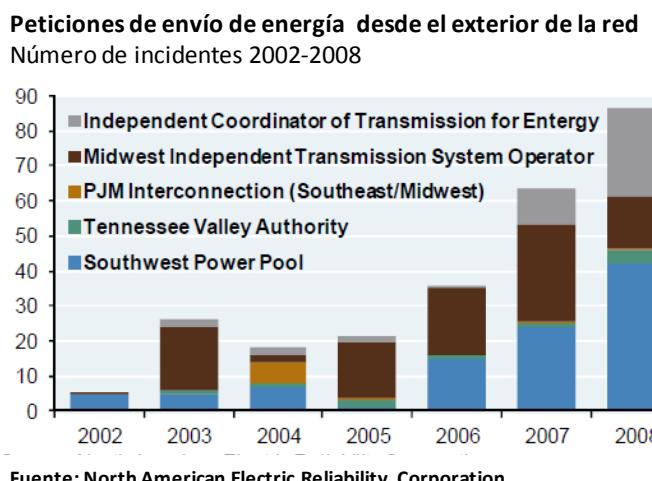
Eos tiene un prototipo de su tecnología de zinc-aire que ya ha superado los 2.000 ciclos (de recarga); deberíamos rezar todos por su éxito o por el éxito de esfuerzos similares que llevan a cabo sus competidores. Considerando los sueños energéticos del comienzo de esta circular, deberíamos ser siempre escépticos respecto de las comunicaciones de hallazgos revolucionarios, dada la complejidad de los retos. Esperemos lo mejor. (NOTA 10)

## He aquí un vistazo a las recompensas financieras para todo el que tenga imaginación.

Véase como la demanda de la red eléctrica de Texas (ERCOT) es casi completa e inversamente proporcional a los frentes de viento. O bien ERCOT se conecta a la red nacional, o se inventan soluciones de almacenamiento o seguirá habiendo una gran cantidad de energía eólica desperdiciada. En el gráfico de la derecha, está representado lo que sucede cuando el 70% de las líneas de transmisión de la red, los transformadores y los interruptores tienen de 25 a 30 años de antigüedad: **problemas crecientes de congestión, que significan crecientes peticiones de envío de energía desde el exterior de la red**. El almacenamiento en la red puede aliviar en potencia parte de esta congestión.



Fuente: Electric Reliability Council of Texas



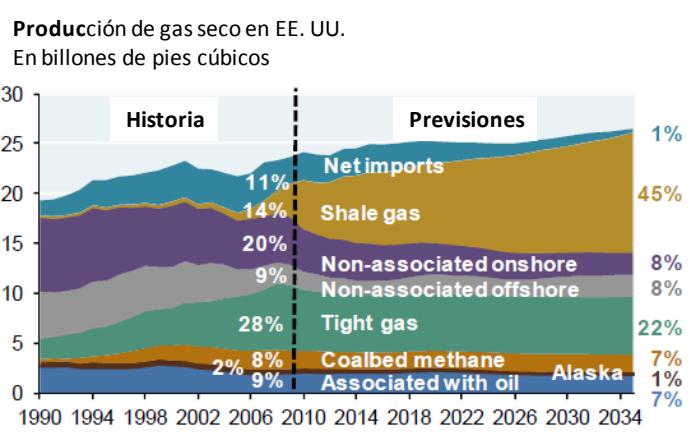
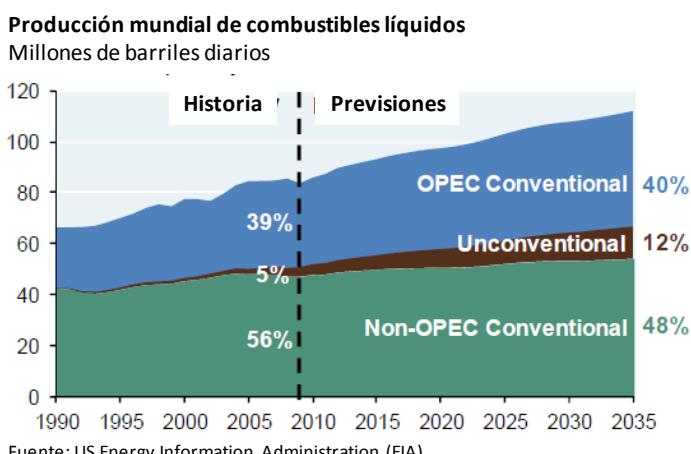
Fuente: North American Electric Reliability Corporation

## Un contratiempo para la industria nuclear y algunas consecuencias sobre las inversiones.

El momento más triste del año fue el del fallo de la central nuclear de Fukushima Dai-ichi en marzo. Ahí se combinaron las debilidades del diseño original y las acciones que se tomaron en los momentos posteriores al caos posterior al gigantesco tsunami para producir un desastre: los últimos estudios muestran que las emisiones de cesio radioactivo son la mitad de las que se liberaron en Chernóbil. El concepto de energía nuclear es uno de los mayores logros humanos, pero generar energía con seguridad y de una forma económica en costes (incluyendo el desmantelamiento) lo convierte en un empeño difícil. Según como se mire, el pato nuclear quedó frito hacia 1992, cuando el coste de construir una planta de 1 GW aumentó en 5 veces (en términos reales) desde 1972. En el último documento que escribió el padre de la bomba atómica, Edward Teller antes de morir, sugería que las plantas nucleares (en concreto los reactores de sales fundidas) no deberían estar emplazadas en la superficie de la Tierra, sino más bien bajo ella, para el caso de fallo y su posterior limpieza si fuese necesario. Y esto proviene de uno de los mayores defensores de este tipo de energía. (NOTA 11)

## Desde una óptica amplia, la era del petróleo barato parece haberse acabado.

Como se muestra más adelante, en el primer gráfico, casi todo el aumento de la oferta de petróleo que prevé la EIA se basa en aportes de petróleo no convencional (de arenas asfálticas, de aguas profundas, mejoras de la producción, petróleo de esquistos, etc.), en la que la frase “*no convencional*” significa “*más caro*”. En lo que respecta al gas natural, como se muestra en el gráfico de la derecha, las previsiones de la EIA suponen el aumento de la producción de gas de esquistos, con todas las incertidumbres de costes asociados que ello implica, podrán compensar las caídas de la extracción de todos los demás tipos de gas. Resulta difícil cuantificar la velocidad del salto en el crecimiento que esto pueda suponer para el mundo, según están ahora las cosas, con las **devoluciones de viviendas, los balances de las Corporaciones y de los Estados soberanos en los EE. UU. y en Europa, que son un riesgo mucho mayor para los mercados financieros**. Cuando escribo esto, Italia ha entrado en un estado crítico de tensión; las primas de riesgo se encuentran en niveles que llevaron a intervenir en los bancos de Grecia e Irlanda. A largo plazo, según se ven las expectativas de ingresos de cara al futuro, las incertidumbres en el campo de la disponibilidad de energía son otra razón por la que la relación precio/ganancias pueden seguir bastante por debajo de sus promedios históricos. Se necesitará romper la cadena de promesas incumplidas de tecnologías promisorias para cambiar estos puntos de vista.



En ausencia de un inesperado renacimiento de una energía nuclear barata y abundante o de también inesperados descubrimientos en energía solar<sup>12</sup>, parece que tendremos que depender de los combustibles fósiles durante otros 20 ó 30 años. Así es como se han posicionado nuestras propias inversiones en este sector. Dados los riesgos y los ingresos asociados a las inversiones en energía, una gran parte de nuestro riesgo se ha realizado mediante inversiones privadas, más que en mercados públicos. Viendo toda la gama de inversiones vinculadas a la energía en nuestras carteras de capital privado, alrededor del 70-80% están relacionadas con la energía convencional y el resto destinadas a varias estrategias renovables. (NOTA 12)

### **Inversiones en energía convencional**

La mayoría de nuestras inversiones en energía convencional son en “upstream” (exploración y producción de petróleo y gas natural). El resto son en activos de “midstream” (oleo o gasoductos y almacenamiento) y en servicios con muy pocos activos en “downstream” (refinado). En gas natural, los nuevos descubrimientos han compensado, incluso con los precios del gas en los (bajos) niveles de precios actuales, dados los volúmenes agregados a las reservas probadas de las grandes compañías de petróleo y gas, que predisponen a pagar un extra por ellos, dados sus horizontes a largo plazo. En petróleo, muchas de nuestras inversiones se han dirigido hacia los llamados lugares de “renacimiento”, que son yacimientos viejos, agotados en gran parte, que las grandes compañías liquidan, para reorganizar su cesta de reservas con activos de mayor crecimiento. Las compañías de servicios incluyen a las que ofrecen mejoras en la recuperación del petróleo, fractura (de esquistos) y gestión de aguas residuales. Otras inversiones en servicios van al área de yacimientos en aguas profundas, recientemente descubiertos en las costas de Brasil. Hemos discutido estos proyectos con anterioridad (Eye on the Market de septiembre de 2009). Los yacimientos de pre-sal (sub-salt, en inglés) de Brasil se encuentran a 7 km. bajo la superficie del océano, bajo una gruesa capa de sal del Terciario Inferior. La extracción puede resultar bastante compleja, debido a la baja permeabilidad y porosidad de la capa de sal y a las bolsas de alquitrán. Nuestras inversiones en esta zona están orientadas a proveer servicios, más que a los activos de propiedades en exploración y producción en sí. En general, nuestra experiencia en inversiones en energía convencional ha sido positiva.

### **Inversiones en energías renovables.**

Nuestra experiencia en inversiones en energía renovable está mucho más mezclada, por las razones antes expuestas en esta circular. Algunos proyectos eólicos han funcionado bien, aunque otros (en el Reino Unido y en el Estado de New York) no lo han hecho, principalmente en función de condiciones de viento que los jefes de proyecto habían anticipado. Al igual que con la energía convencional, algunos de los mejores proyectos son de oferta de servicios (construcción de parques eólicos en plataformas marinas, desarrollos con fines de venta), más que tomar los riesgos de su operación. El clima ha jugado también malas pasadas: precipitaciones mayores de las esperadas en Brasil han afectado de forma negativa nuestras inversiones en etanol de caña de azúcar. Los proyectos solares están en camino (proyectos de gran escala en EE. UU. y en Europa y una compañía que ofrece soluciones solares a los pequeños negocios), aunque ambos son en gran medida dependientes de la continuidad de los subsidios. Los descubrimientos de gas natural han elevado el listón de la tasa de eficiencia a los proyectos renovables y los problemas fiscales en Occidente pueden reducir los subsidios que apuntalan muchos proyectos renovables y sus valoraciones. (NOTA 13)

<sup>12</sup> Sobre energía solar. La EIA prevé que incluso después de unas mayores inversiones y expansiones, la energía solar comercial (no residencial) será menos del 1% de la generación eléctrica de EE. UU. para el 2035. La energía solar padece de intermitencia, bajos porcentajes de conversión de energía a electricidad y el reconocimiento de que las instalaciones en el mundo real tienen mayores costes de operación y mantenimiento de lo que originalmente se había pensado. Un documento presentado este año en la Conferencia sobre Economía Biofísica en Syracuse por un operador de plantas solares en España, estima que una vez tenidos en cuenta todos los costes (energéticos) ignorados, la TRE de la energía solar está más cerca de 3 que de 8.

Michael Cembalest  
Jefe de Inversiones

## Notas

Vaclav Smil es un Profesor Distinguido de la Facultad de Medio Ambiente de la Universidad de Manitoba en Winnipeg y Miembro de la Royal Society de Canadá. Su investigación interdisciplinaria incluye estudios de los sistemas energéticos (recursos, conversiones e impactos), cambio ambiental (particularmente los ciclos globales bio-geo-químicos) y la historia de los avances técnicos e interacciones entre energía, medio ambiente, alimentos, economía y población. Es autor de treinta libros y más de trescientos documentos sobre estos temas y ha dado conferencias por toda América del Norte, Europa y Asia. También figura en Foreign Policy como el número 49 de los 100 pensadores más influyentes del mundo.

## Citas

*"Energy Myths and Realities"*, Vaclav Smil, AEI Press, 2010.

*"Year in Review – EROI or energy return on energy invested"*, Charles Hall and David Murphy, *Annals of the New York Academy of Sciences*, January 2010.

*"National Electric Transmission Congestion Study"*, US Department of Energy, December 2009.

*"Annual Energy Outlook 2011 Reference Case"*, Richard Newell, US Energy Information Administration, December 16, 2010.

*"Energy and the Wealth of Nations: Understanding the Biophysical Economy"*, Charles Hall of SUNY ESF (who was kind enough to review this Eye on the Market) and Kent Klitgaard, Springer NY, 2011.

For more information on Eos and zinc-air battery storage, see [www.eosenergystorage.com](http://www.eosenergystorage.com).

## Siglas en inglés

CAFE	Corporate average fuel economy
ERCOT	Electricity Reliability Council of Texas
EPRI	Electric Power Research Institute
HVDC	High voltage direct current
NIMBY	Not in my backyard!
EROI	Energy return on energy invested
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
CCS	Carbon capture and storage
CO2	Carbon dioxide
EIA	Energy Information Agency
IEA	International Energy Agency
IAEA	International Atomic Energy Agency
PV	Photovoltaic solar
CSP	Concentrated solar power (the parabola version)
Doe	Department of Energy
SUNY ESF	State of New York, College of Environmental Science and Forestry
HVAC	Heating, ventilation and air conditioning

## **Conversiones utilizadas en los ejemplos 1 a 6**

1 megavatio = 1.000.000 vatios  
1 teravatio = 1.000.000 megavatios  
1 petawatio = 1.000 teravatios  
1 megavatio = 1.000 kilovatios  
1 megavatio\*hora = 3.600 megajulios  
1 gigajulio = 1.000 megajulios  
1 litro de gasolina = 35 megajulios  
1 milla = 1,609 kilometros  
1 galón = 3,785 litros  
1 unidad de carbón = 3,7 unidades de CO<sub>2</sub>  
1 tonelada métrica = 2.200 libras  
1 libra = 0,4536 kg  
1 barril = 42 galones de gasolina  
1 btu = 1.055 julios

## NOTAS DEL EDITOR.

**NOTA 1.** El autor, un experto en finanzas internacionales, parece aquí entender que la búsqueda de soluciones energéticas es tan importante como los problemas financieros del mundo actual. Veremos a lo largo del artículo que es sólo una impresión pasajera del autor, seguramente impresionado por los hechos que desvela Vaclav Smil.

**NOTA 2.** El autor, que pertenece a una corporación con proyección internacional, parece finalmente centrarse y retirarse al estudio de lo que pasa en EE. UU., cuando en este mundo globalizado y enormemente interrelacionado, cualquier país se puede ver afectado por lo que sucede en el mundo, con carácter global, tanto en aspectos financieros como energéticos. No obstante, hay que reconocerle una crítica importante a los sueños incumplidos de tanta promesa energética, algo infrecuente en el mundo financiero que propugna siempre el crecimiento infinito.

**NOTA 3.** Aquí parece haber entendido que las plantas de gas cubren principalmente las horas pico de mucha demanda y no sólo sufren por eso y tienen factores de carga inferiores. En las redes con cierto nivel de penetración de renovables intermitentes (especialmente la eólica) entran cuando no hay viento suficiente, aunque no sea hora punta de consumo, sobre todo si la hidroeléctrica no es suficiente.

**NOTA 4.** Resulta curioso que el autor se plantea desarrollar el problema estructural de las limitaciones termodinámicas, estructurales y prácticas de las renovables que frenan su capacidad de representar porcentajes mayores en la electricidad o en la producción de combustibles para el transporte y que los dos primeros ejemplos que plantea son sobre los coches eléctricos y sus limitaciones. Sobre todo, en el segundo ejemplo, para concluir que quizás un poco más de coches de combustión interna (aunque de mayor eficiencia y menor consumo), podrían ser mejores que los eléctricos. Es bastante habitual entre estadounidenses, una sociedad cuyos ciudadanos han nacido virtualmente sobre el coche, que sean impensables, ni siquiera para los conscientes del grave problema energético, ejercicios alternativos al coche privado, para la movilidad y el transporte. Este es un caso paradigmático.

**NOTA 5.** No necesariamente tienen que operar las centrales de gas para cubrir los huecos que deja la eólica cuando no sopla el viento. Más adelante el autor desarrolla alternativas de bombeo inverso, inyección de aire comprimido en cavernas y alguna otra.

**NOTA 6.** El editor no comparte ni comprende los vagos ejemplos que pone el autor sobre la conveniencia de estudiar con calma y serenidad cualquier alternativa energética. Ciertamente es importante hacerlo, cuando la energía escasea. Ciertamente es importante estudiar cada caso, pero poner por ejemplo que si los EE. UU. no explotan a fondo las arenas asfálticas de Canadá, pueden venir los chinos y llevárselas incluso más lejos, con el consiguiente deterioro ambiental adicional por mayor coste energético del transporte, es un ejemplo nacionalista, interesado e inconveniente. Podía haber puesto el ejemplo de explotar esas arenas o no explotarlas con políticas de ahorro en el consumo.

**NOTA 7.** Otro ejemplo más que muestra la incapacidad inherente de muchos estadounidenses, incluso críticos con el problema energético, para entender o pensar en soluciones de movilidad y transporte diferentes al coche privado. En este caso, para el autor, el arte de lo posible, es haber hecho lo que los europeos con los coches privados: hacerlos más eficientes. No se plantea la paradoja de que incluso los europeos están con un problema similar de agotamiento del combustible esencial y que este modelo llevaba indefectiblemente al agotamiento más o menos acelerado del mismo. Lo mismo cuando alaba a una firma comercial (Daimler) por

desarrollar motores de combustión convencional, pero eso si, más eficientes. Es difícil descartar aquí que esto no sea una opinión interesada de inversor interesado.

**NOTA 8.** Aquí comienza una deriva que a juicio del editor es algo lamentable, porque considerar buena noticia la explotación intensiva de gas de pizarra como alternativa a los problemas con el petróleo, deja a las claras que el autor está representando no una opinión objetiva sobre el problema de los combustibles fósiles, sino más bien realizando una defensa de las inversiones que más adelante declara está haciendo en nombre de sus clientes en este sector. Hay muchas críticas ambientales y de la Tasa de Retorno Energético (TRE), que parecen preocuparle mucho en las renovables y que aquí no parecen preocuparle tanto.

**NOTA 9.** Nótese que habla de energía eléctrica barata nocturna. Esto es algo típico de un financiero, pero es circunstancial. Lo esencial del tema que proponía tratar era la necesidad de almacenar energía eléctrica y eso habrá que hacerlo, si se entiende como necesidad global y general, independientemente del precio y no sólo durante la noche. Es más un problema de volumen, como admite más adelante (0,064% en EE. UU. del consumo eléctrico actual, frente al 10-12% que se da en las reservas estratégicas del petróleo), que de que ahora sea más barata la electricidad nocturna, por razones estrictamente comerciales o tarifarias. También es muy optimista respecto del coste energético de almacenar energía eléctrica por bombeo, que cifra en un 10-20%, cuando en España las pérdidas por bombeo están más cerca del 30% .

**NOTA 10.** Después de haber hecho un listado de las promesas incumplidas, parece que ahora le vuelve la fe al autor en otra promesa más con las baterías de zinc-aire. De nuevo, creo que le falta profundidad de análisis. Los ciclos de vida o la escasez o el coste del material (el zinc es un metal más bien escaso). Si bien justifica que hay que seguir siendo escépticos, pone el corazón en la empresa estadounidense, dejando dudas sobre que tal defensa no esté vinculada con algún interés financiero.

**NOTA 11.** El análisis sobre la energía nuclear como alternativa, tantas veces defendida por los que apoyaron y apoyan incluso ahora a esta energía, adolece de superficialidad. Apenas la mención a lo obvio, que es que la tragedia de Fukushima que ha supuesto un freno a las esperanzas, pero ninguna mención a la escasez de combustible o a los clásicos cuatro otros problemas de las nucleares: proliferación, reservas, residuos o seguridad. Apenas señala la del coste admitiendo que éste ha aumentado 5 veces en tres décadas.

**NOTA 12.** Para haber empezado tan claramente a advertir que las energías fósiles y especialmente el petróleo, representaban por su agotamiento un problema de al menos la misma magnitud que la crisis financiera mundial actual, este último canto a que seguirán siendo las energías claves para las próximas tres décadas. Por supuesto, para haber recibido un “crash course” de Vaclav Smil, el autor no parece haberse dado cuenta de que la crisis financiera mundial que pone por delante del problema del agotamiento de las principales energías fósiles, tenga nada que ver en la crisis. Admite, no obstante que el petróleo o el gas “no convencional” será más caro, pero sigue sin leer esto en clave de Tasa de Retorno Energético y de causa indubitable de la crisis financiera. Y es que está preparando el terreno para las conclusiones finales a sus clientes; esto es, gentes del mundo “Business as usual” que siguen sólo preocupadas por dónde colocar su dinero para seguir sacando más dinero del dinero.

**NOTA 13.** Y efectivamente, la consecuencia era ésta: nosotros (J. P. Morgan) invertimos en energías convencionales, pero obviamente en el sector servicios. Es decir, los exploradores pagan y si no descubren algo sustancioso, allá ellos. Ofrecemos tecnología para los servicios en los combustibles no convencionales de nueva factura y si ustedes los explotadores o corporaciones petrolíferas no aciertan, nosotros cobraremos igualmente. Y lo mismo con las renovables: ofrecemos servicios y si luego los explotadores pierden, es su

problema. Quizá sean buenos consejos para inversores, pero no terminan de dejar claro a los ciudadanos qué demonios va a ser de toda la Humanidad si sus previsiones del comienzo de la circular se llegan a cumplir+ y no sale ningún milagro, ni siquiera en forma de batería de zinc-aire.