

# Tendencias globales del consumo de energía y sus implicaciones sobre las emisiones de gases de efecto invernadero

Jorge Blázquez. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

José María Martín-Moreno<sup>1</sup>. Universidad de Vigo, rede y FGSC

“**P**ara evitar daños catastróficos e irremediables al clima mundial se requiere, en última instancia, una importante descarbonización de las fuentes de energía del mundo”<sup>2</sup>. Esta frase tan contundente no está sacada de ningún informe de carácter ecologista, si no del último documento prospectivo de la principal institución internacional sobre temas de energía: la Agencia Internacional de la Energía (AIE). Los economistas que estudian las principales tendencias en materia de energía, en general, se muestran escépticos sobre la capacidad del mundo para generar un punto de inflexión a corto plazo respecto del crecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Y todo ello, a pesar de que el cambio climático es uno de los principales retos al que se enfrenta la humanidad. En este sentido y desde una perspectiva económica,

hay tres mecanismos para intentar abordar este problema. La primera fórmula pasa por “aceptar” un crecimiento mundial sustancialmente más bajo, con la consiguiente moderación en el consumo de energía, que permita controlar las emisiones. El problema de esta “solución” es que no permite a los países más pobres un desarrollo económico suficiente para convertirse en países de renta media o alta. Una segunda opción consiste en una apuesta decidida por las energías alternativas. Sin embargo, todas las estimaciones existentes sugieren que, con la tecnología actual, las energías renovables no son suficientes para cubrir las necesidades energéticas que van a surgir los próximos años -especialmente en los países emergentes-. Además, se trata de una energía más cara que las de origen fósil. La última posibilidad pasa por aumentar sustancialmente la eficiencia de nuestras

<sup>1</sup> El autor agradece la ayuda financiera del Ministerio de Ciencia e Innovación a través del proyecto ECO2008-02752/ECON.

<sup>2</sup> World Energy Outlook 2008. Agencia Internacional de la Energía.

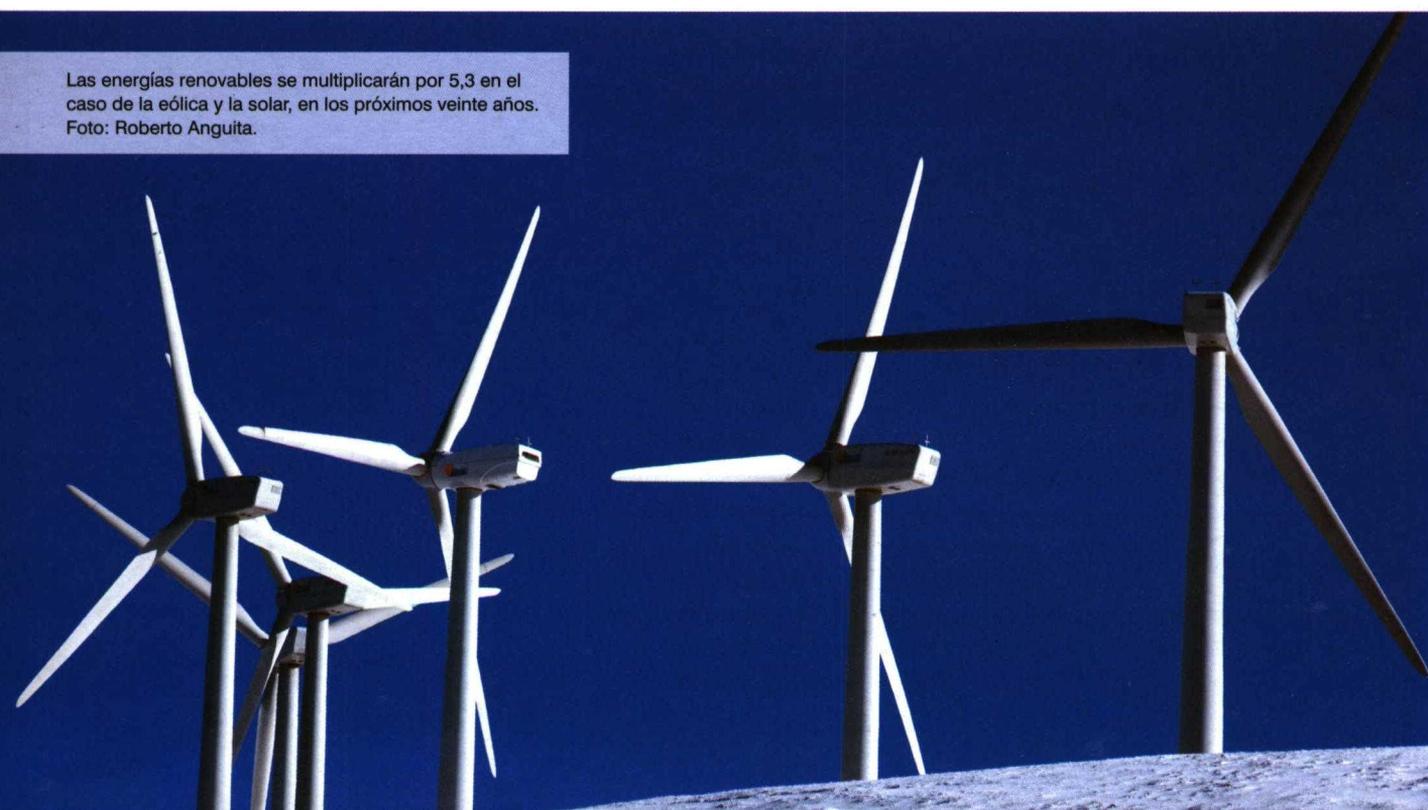
Hay que tener en cuenta que los mayores esfuerzos en el campo de las energías limpias o las nuevas tecnologías como la captura del carbono van a provenir de los países desarrollados, ya que éstas son energías más caras. Por el contrario, los países en vías de desarrollo, particularmente India y China, perciben al carbón como la alternativa más barata, lo que tiene todavía efectos más perniciosos sobre el medio ambiente al ser el carbón más contaminante que el petróleo

economías, es decir, por un agresivo fomento del ahorro de energía. Este último mecanismo es, posiblemente, la mejor alternativa.

Por otra parte, no es posible abordar con éxito el reto del cambio climático sin la participación de los países emergentes. Estas economías son ahora los actores claves en la evolución futura de los GEI.

Quizás merezca la pena señalar que el año 2009 afronta la peor crisis económica desde la Segunda Guerra Mundial según el Fondo Monetario Internacional. De hecho, el estallido global de la crisis financiera está siendo mucho más profundo de lo esperado y está condicionando las perspectivas económicas de medio plazo y, por

Las energías renovables se multiplicarán por 5,3 en el caso de la eólica y la solar, en los próximos veinte años.  
Foto: Roberto Anguita.



supuesto, las de consumo de energía. A modo de ejemplo y de acuerdo con la Agencia Internacional de la Energía, el consumo de petróleo mundial se habría reducido en 1.100.000 de barriles al día, algo que no ocurría desde el año 1982. Para 2009, la AIE espera una caída adicional del consumo de 500.000 barriles por día. Lógicamente la caída la actividad económica y la reducción de la demanda de energía deberían tener, desde la perspectiva de las emisiones de gases de efecto invernadero, elementos positivos.

Sin embargo, la probable reducción del consumo de energía en 2008 y 2009 tiene lugar por una razón poco recomendable: una intensa crisis económica. Sin duda, cuando se haga balance de las emisiones de gases en 2008 y 2009 los resultados serán bastante positivos, pero felicitarnos por este resultado sería poco acertado.

Al contrario, la lucha contra el cambio climático debe seguir siendo prioritario o las emisiones de gases de efecto invernadero retornarán con más fuerza en cuanto los efectos de la crisis económica se disipen.

En este artículo nos vamos a centrar en las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), ya que este gas es el que está contribuyendo de forma más importante a generar lo que se conoce como efecto invernadero. De acuerdo con el Protocolo de Kioto los gases que se consideran culpables del efecto invernadero son seis: dióxido de carbono, metano, hexafluoruro de azufre, los compuestos perfluorinados, óxido nitroso y los hidrofluorocarburos.

## Tendencias mundiales de consumo de energía

El consumo de energía depende, en términos agregados, de dos elementos fundamentales. Por un parte, del crecimiento económico y, por otra, de la eficiencia energética. Asimismo, cada uno de estos dos elementos tienen condicionantes muy significativos para el consumo de energía, dependiendo del modelo de crecimiento (por ejemplo, basado en la industria, en la

construcción, en la agricultura o en los servicios), las políticas a favor del ahorro energético, los precios relativos de las diferentes energías, generación eléctrica, apuesta por las energías renovables, etc. Teniendo en consideración todas estas variables, la Agencia Internacional de la Energía (organismo dependiente de la OCDE) publica todos los años su World Energy Outlook donde analiza la evaluación esperada del consumo de energía a nivel mundial. El último informe publicado, World Energy Outlook 2008, señala que la demanda de energía crecerá a un ritmo del 1,6% anual al año hasta 2030. En otras palabras, la demanda primaria de energía pasará de 11.730.000 Ktep<sup>3</sup> (miles de toneladas de petróleo equivalente) en 2006 a 17.014.000 Ktep en 2030 lo que supone un aumento acumulado del 45%. Este crecimiento de la demanda de energía primaria está fundamentado en un crecimiento anual del PIB mundial para el período 2006 – 2030 del 3,3%, frente a un crecimiento medio de 3,5% en el período 1980 – 2006. Es decir, no se esperan grandes cambios en el crecimiento tendencial del mundo.

Sin embargo, hay un elemento muy relevante a la hora de determinar este crecimiento y, por consiguiente, la demanda de energía y las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI): el fuerte crecimiento de las economías emergentes, en particular de India y China, frente al relativo estancamiento de las economías industrializadas. A partir de los datos del cuadro 1 se puede comprobar que en los últimos 30 años la pauta de crecimiento mundial ha ido cambiando a favor de las economías menos industrializadas.

Cuadro 1 : Crecimiento del PIB (%)

	1980-1990	1990-2006	2006-2015	2006-2030
OCDE	3,0	2,5	2,3	2,0
No OCDE	2,5	4,4	6,7	4,8
Mundo	2,8	3,2	4,2	3,3

Fuente: Agencia Internacional Energía.

<sup>3</sup> La Ktep es una unidad de medida de energía y equivale a la energía de 1.000 toneladas de petróleo.



Las energías renovables, a pesar del fuerte crecimiento esperado en los próximos veinte años, no son suficientes por sí solas para moderar las emisiones de GEI. Foto: Álvaro López

Una vez que se tiene en cuenta el crecimiento económico, la segunda variable que determina el aumento de consumo de energía es la eficiencia energética. En términos macroeconómicos, se define la eficiencia energética como el “consumo de energía por unidad de producto”; es decir, el consumo de energía primaria relativo al nivel del Producto Interior Bruto.

Desde una perspectiva de largo plazo, el mundo es cada vez más eficiente. En 2007 (último dato disponible) se utilizaba un 40% menos de energía que en 1965 para producir una unidad de PIB, lo que implica una ganancia media de eficiencia energética del 1,2% anual. En otras palabras, el mundo hubiera podido crecer un 1,2% al año consumiendo la misma energía que en 1965. Sin embargo, el comportamiento de la eficiencia energética ha sido muy heterogéneo en los últimos 40 años, tal y como se puede comprobar en el cuadro 2.

Cuadro 2 : Ganancia media de eficiencia energética (%)

	PIB	Consumo	Eficiencia
1971-1980	3,8	2,9	-0,9
1981-1990	3,4	2,0	-1,3
1991-2000	3,3	1,4	-1,9
2001-2007	4,3	2,6	-1,7
2006-2030	3,3	1,6	-1,7

Fuente: Elaboración propia en base a FMI, AIE y BP Statistical Review.

Llama la atención que en los últimos años (2001-2007), y a pesar de la preocupación social y política por los temas medioambientales, el esfuerzo para reducir el uso de energía se ha moderado. Aunque como se explicará más adelante, esto está relacionado con el crecimiento acelerado de las economías menos desarrolladas en este periodo. Por su parte, la Agencia Internacional de la Energía espera que la eficiencia energética mejore al ritmo anual del 1,7% en el periodo 2006-2030. Una vez que se conocen cuáles son las necesidades

## Para 2009, la AIE espera una caída adicional del consumo de petróleo de 500.000 barriles por día. Lógicamente la caída de la actividad económica y la reducción de la demanda de energía deberían tener, desde la perspectiva de las emisiones de gases de efecto invernadero, elementos positivos

adicionales de energía (1,6% anual), hay que analizar las fuentes de dicha energía. Desde el punto de vista de las emisiones de GEI, no todas las energías son iguales. El carbón es la energía más contaminante, siendo las energías alternativas o verdes las menos<sup>4</sup>. En este sentido, la AIE determina que el carbón es la energía que, en términos absolutos, más va a crecer en los próximos 20 años, a pesar de la fuerte apuesta por las energías renovables que se multiplican por 5,3 en el caso de la eólica y la solar. Si en el año 2006, el petróleo es la principal fuente de energía primaria, en el año 2030 el carbón y petróleo tendrán un peso similar (29% y 30%, respectivamente).

En consecuencia con esto y desde la perspectiva medioambiental, el escenario descrito por la Agencia es muy pesimista.

Cuadro 3 : Demanda de Energía Primaria (miles de Ktep)

	2006	2015	2030	Aumento
Carbón	3.053	4.023	4.908	1.855
Petróleo	4.029	4.525	5.109	1.080
Gas	2.407	2.903	3.670	1.263
Nuclear	728	817	901	173
Hidroeléctrica	261	321	414	153
Biomasa	1.186	1.375	1.662	476
Otras renovables	66	158	350	284
<b>TOTAL</b>	<b>11.730</b>	<b>14.121</b>	<b>17.014</b>	<b>5.284</b>

Fuente: Agencia Internacional Energía.

El fuerte aumento del consumo de carbón viene explicado por el vigoroso crecimiento de las economías de China e India, que disponen de poco petróleo y muchas reservas de carbón<sup>5</sup>. La mayor relevancia de estas economías pone sobre la mesa un elemento nuevo a la hora de diseñar políticas contra el cambio climático: hace falta involucrar a los países no industrializados. En consecuencia, si la lucha contra el cambio climático deja al margen a estos nuevos actores económicos, los resultados finales serán en el mejor de los casos, insuficientes.

Cuadro 4 : Demanda de Energía Primaria (% total)

	2006	2015	2030
Carbón	26,0	28,5	28,8
Petróleo	34,3	32,0	30,0
Gas	20,5	20,6	21,6
Nuclear	6,2	5,8	5,3
Hidroeléctrica	2,2	2,3	2,4
Biomasa	10,1	9,7	9,8
Otras renovables	0,6	1,1	2,1

Fuente: Agencia Internacional Energía.

<sup>4</sup> La energía nuclear no emite gases a la atmósfera, pero no se la puede considerar como energía no contaminante.

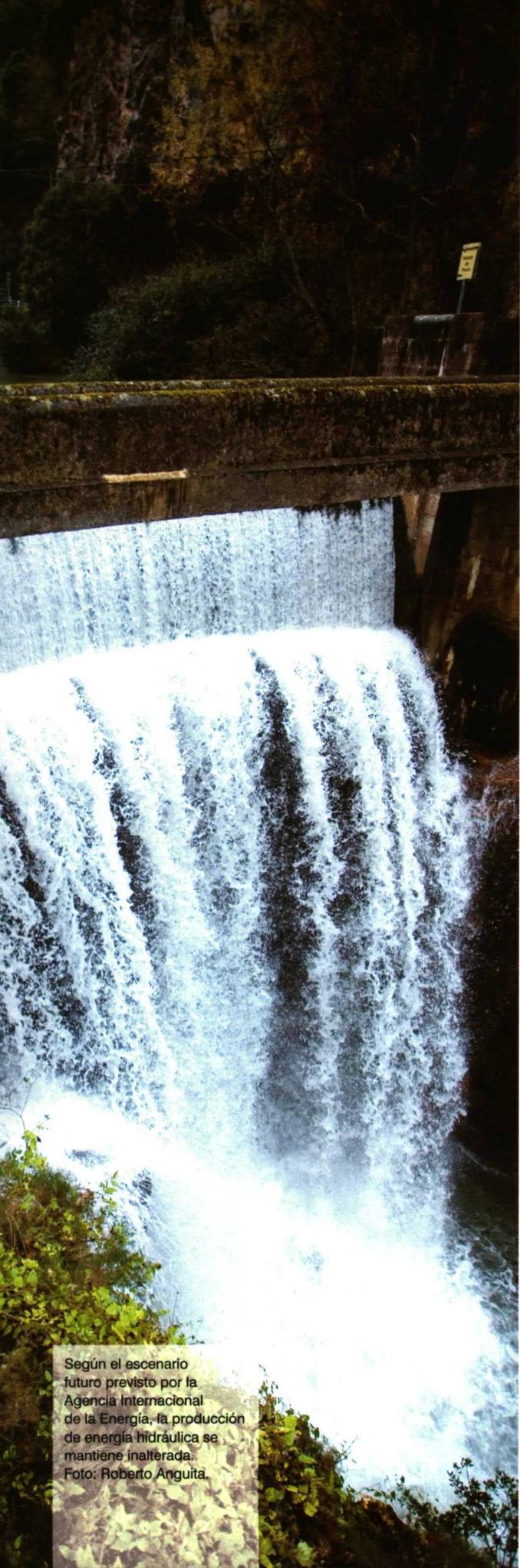
<sup>5</sup> Véase BP Statistical Review World Energy (2008).

## **Evolución prevista de las emisiones de gases de efecto invernadero**

Los supuestos que se manejan sobre la demanda de energía para los próximos 20 años conllevan un escenario en términos de emisiones poco halagüeño, a pesar del esfuerzo de algunos países para reducir sus emisiones. Como se ha mencionado en la sección anterior, el principal reto proviene de las economías emergentes, que son las que más van a aumentar sus emisiones, debido al consumo de carbón entre otros factores. De acuerdo con las previsiones de la AIE, las economías industrializadas (OCDE) en el período 2006 – 2030 van a aumentar sus emisiones de CO<sub>2</sub> en 0,4 gigatoneladas, frente a un aumento de las economías no industrializadas de 11,9.

Tal y como se deriva del cuadro anterior, existe un esfuerzo europeo y norteamericano para controlar las emisiones de CO<sub>2</sub>, pero éste también pone de manifiesto que dicho esfuerzo no es suficiente. A pesar de que Estados Unidos y Europa mantienen sus emisiones constantes, a escala mundial éstas experimentan un incremento considerable debido a los países no industrializados. China y Estados Unidos eran los dos principales emisores de CO<sub>2</sub> en 2006. En los próximos 20 años China multiplicará por dos sus emisiones; en otras palabras, en términos de CO<sub>2</sub> es como si apareciera “otro Estados Unidos”.

En consecuencia, comprometer a las economías emergentes en la lucha contra el cambio climático debe ser una prioridad de política medioambiental y económica. Sin embargo, en este punto hay que abordar un asunto complicado: la “necesidad de contaminar para desarrollarse” que alegan estos países. Y es que los países emergentes indican que en términos per capita contaminan mucho menos que los países desarrollados. Así, en 2006 China y Estados Unidos emitieron cada uno a la atmósfera 5,7 gigatoneladas de CO<sub>2</sub>, pero en términos per capita cada ciudadano norteamericano emitió 18,6 toneladas al año, frente a 4,3 de cada ciudadano chino. Estos países señalan que no es razonable pedir un ajuste similar cuando cada norteamericano



Según el escenario futuro previsto por la Agencia Internacional de la Energía, la producción de energía hidráulica se mantiene inalterada.  
Foto: Roberto Anguita.

## Es necesario mantener la apuesta por las energías renovables, pero a la vez, estimular una política más activa a favor del ahorro energético para luchar con éxito contra el cambio climático

equivale, en términos de CO<sub>2</sub>, a 5 ciudadanos chinos. En otras palabras, piden que el mayor esfuerzo sea asumido por los países desarrollados. Sin duda, el reto político de involucrar más activamente a las economías emergentes en la lucha contra el cambio climático es clave si se quiere combatir con éxito este problema mundial.

Cuadro 5 : Emisiones de CO<sub>2</sub> (Gigatoneladas)

	1990	2006	2020	2030
<b>OCDE</b>	11,0	12,8	13,3	13,2
Estados Unidos	4,9	5,7	5,8	5,8
Europa	3,9	4,1	4,2	4,0
<b>No OCDE</b>	9,3	14,1	21,9	26,0
China	2,2	5,7	10,0	11,7
<b>Mundo</b>	21,0	27,9	36,4	40,6

Fuente: Agencia Internacional Energía.

### Posibles estrategias de lucha contra el cambio climático y las emisiones de CO<sub>2</sub>

La percepción que tienen los expertos económicos en temas energéticos es que las emisiones de CO<sub>2</sub> van a seguir creciendo rápidamente, a menos que tenga lugar un cambio inesperado de escenario económico o un avance tecnológico importante. De hecho, entre muchos economistas ya hay resignación ante un cambio climático que se considera casi inevitable y ha surgido una rama que se denomina “Economía del Cambio Climático” y que analiza la

relación coste/beneficio de las estrategias de lucha frente a este fenómeno<sup>6</sup>.

Algo en que todos los estudios coinciden es en la relación positiva entre crecimiento económico, consumo de energía y, dada la tecnología actual, emisiones de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes.

A mayor crecimiento, mayor consumo de energía y mayores emisiones. Dada una ganancia de eficiencia energética constante como la apuntada por la AIE para el periodo 2006-2030 (1,7% anual), solamente es posible reducir el consumo de energía si el crecimiento cae por debajo del 1,6%. En este sentido, desde 1965 sólo en tres ocasiones (1975, 1982 y 1991) el crecimiento mundial ha caído por debajo de esta cifra, estando –además- asociado a recesiones globales<sup>7</sup>. En consecuencia y según los datos disponibles, la opción de “bajo crecimiento mundial” no es compatible con el desarrollo de las economías menos avanzadas y, por lo tanto, no es una opción razonable para combatir el cambio climático.

Una segunda alternativa son las energías limpias o las nuevas tecnologías como la captura del carbono. A este respecto, hay que tener en cuenta que los mayores esfuerzos van a provenir de los países desarrollados, ya que éstas son energías más caras. Por el contrario, los países en vías de desarrollo, particularmente India y China, perciben al carbón como la alternativa más barata y con menos problemas de suministro, lo que tiene todavía efectos más perniciosos sobre el medio ambiente al ser el carbón más contaminante que el petróleo. No cabe duda que los países industrializados, con España a la cabeza<sup>8</sup>, están haciendo un esfuerzo

<sup>6</sup> Véase, por ejemplo, el reciente libro “Economía del Cambio Climático” de Jaime Terceiro de Editorial Taurus 2009 o el artículo de Juan Inranzo “El coste del presunto cambio climático”, Economistas 113, (2007).

<sup>7</sup> El Fondo Monetario Mundial considera que el mundo está en recesión si crece por debajo del 3%, por lo que 1,7% es una cifra extremadamente baja.

<sup>8</sup> En este campo la energía eólica y los biocombustibles aparecen como las apuestas más importantes. A este respecto, no se puede dejar de destacar el papel de España, que es el segundo país del mundo con más potencia eólica instalada tras Alemania, y un líder reconocido en el campo de energías renovables.

El carbón es la energía más contaminante, siendo las energías alternativas o verdes las que lo son menos.

Foto: Álvaro López.



importante en este campo. De hecho, se estima que el peso de las energías renovables en los países de la OCDE aumentará 10 puntos en los próximos 20 años y se situará en el 26% del total de la energía eléctrica producida. A escala mundial, las fuentes de energía renovables no hidráulica crecerán a un ritmo del 7% anual en dicho periodo.

Sin embargo y a pesar de los esfuerzos que se están haciendo en este campo, estas energías sólo aportarán un 17% de las necesidades adicionales de consumo energético hasta 2030.

Finalmente, la última de las opciones para reducir el consumo de energía y, por consiguiente, la emisión de GEI es la mayor eficiencia energética. Ésta es, a nuestro juicio, la mejor alternativa para luchar contra el cambio climático en los próximos años. Para evaluar la importancia de mejorar la eficiencia energética hemos simulado el consumo de energía bajo diferentes escenarios. En todos ellos se ha mantenido un crecimiento económico tendencial a nivel mundial del 3,3%, tal y como apunta la AIE. Adicionalmente, se ha mantenido inalterado el escenario previsto por esta Agencia en cuanto a la producción de energía procedente de las renovables, biomasa, hidráulica y nuclear. En otras palabras, la energía producida por estas fuentes pasa de 2.241.000 Ktep en 2006 a 3.227.000 Ktep en 2030, como recoge el Cuadro 3.

El Cuadro 6 recoge las diferentes simulaciones realizadas. El escenario base de la AIE, que corresponde al que tiene una ganancia de eficiencia energética del 1,7% anual, muestra que en el periodo 2006-2030 se van a consumir 63,9 millones de Ktep adicionales y acumuladas en dicho periodo, de los cuales el 18,2% corresponderían a las energías no fósiles. Las simulaciones realizadas muestran, que si incrementase la eficiencia energética en tan solo 3 décimas el consumo adicional de energía en dicho periodo se reduciría en 13 millones de Ktep (8,6%), incrementándose el peso de las energías no fósiles alrededor de cinco puntos porcentuales.

Visto desde otro punto de vista, nuestras estimaciones señalan que si el crecimiento de la eficiencia energética avanzase un 2% anual, en lugar del 1,7% que prevé la Agencia Internacional de la Energía, se podrían satisfacer las necesidades adicionales de energía del mundo

**No cabe duda que los países industrializados, con España a la cabeza, están haciendo un esfuerzo importante en este campo. De hecho, se estima que el peso de las energías renovables en los países de la OCDE aumentará 10 puntos en los próximos 20 años y se situará en el 26% del total de la energía eléctrica producida**

sin necesidad de aumentar el consumo de carbón. Por otra parte y dada la evolución de las energías no fósiles previstas por la AIE, sería posible cubrir todas las necesidades adicionales de energía sin emisiones de GEI con una eficiencia energética que creciera a un ritmo del 3% anual.

este escenario, de reducido crecimiento económico, menor consumo de energía y, en consecuencia, de buenas perspectivas para las emisiones de gases de efecto invernadero, el esfuerzo para combatir el cambio climático puede perder impulso. Sin embargo, a medio y largo plazo las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) van a mantenerse como un problema de primera magnitud y sería un error no perseverar en los esfuerzos que se han realizado en los últimos años. En este sentido, se pone de manifiesto en este trabajo la necesidad de involucrar a las economías emergentes en la lucha contra el cambio climático. La apuesta por las energías renovables realizadas por las economías industrializadas se muestra insuficiente para disminuir las emisiones de GEI, ante el fuerte crecimiento de las economías

emergentes. Se necesita una respuesta global y coordinada para que la lucha contra el cambio climático tenga visos de éxito.

En este artículo se pone de manifiesto que la apuesta por el ahorro energético y una mayor eficiencia en el consumo de energía es la mejor opción para controlar las emisiones de gases a la atmósfera. Las energías renovables, a pesar del fuerte crecimiento esperado en los próximos veinte años, no son suficientes por sí solas para moderar las emisiones de GEI. En consecuencia, sería necesario mantener la apuesta por las energías renovables, pero a la vez, estimular una política más activa a favor del ahorro energético para luchar con éxito contra el cambio climático. **a**

Cuadro 6 : Impacto de la eficiencia energética sobre el consumo de energía 2006-2030

Eficiencia energética (% anual)	Energía primaria consumida adicional (miles ktep)	Peso energías no fósiles (%)
1,7	63.862	18,2
1,8	59.389	19,6
1,9	54.986	21,1
2,0	50.651	22,9

Fuente: Elaboración propia.

Por último, para dejar claro la importancia que tiene el ahorro energético señalar que toda la energía adicional procedente de fuentes no fósiles en los próximos veinte años equivale a una mejora de la eficiencia energética anual en torno 2-3 décimas. Si se considerase únicamente la energía solar y eólica, estaríamos hablando de menos de una décima de mejora en dicha eficiencia.

## Conclusiones

Según el Fondo Monetario Internacional, el mundo se enfrenta en 2009 a las peores perspectivas económicas desde la Segunda Guerra Mundial. En