

33

CAPÍTULO 3

Desafíos y aspectos energéticos

3

Desafíos y aspectos energéticos



La situación actual de la energía nos coloca ante dos desafíos energéticos derivados de la insostenibilidad del modelo existente. La superación de estos desafíos dependerá del desarrollo e implicación de los diferentes aspectos que influyen en la energía.

3.1. Desafíos energéticos

La existencia de una energía barata y eficiente ha permitido un desarrollo económico constante durante las últimas décadas. Esto podría resumirse con la siguiente fórmula:

Energía eficiente = Desarrollo económico

Sin embargo, el actual modelo energético comienza a no ser sostenible. Nos enfrentamos a una situación que no puede perdurar en el tiempo: en primer lugar, por la dependencia casi exclusiva de fuentes energéticas finitas y, en segundo lugar, por los efectos dañinos que producen en el medio ambiente.

Los esfuerzos, por tanto, deben centrarse en mantener la capacidad de atender las necesidades futuras de energía desarrollando nuevas formas energéticas que permitan la accesibilidad, disponibilidad y aceptabilidad de la energía, es decir, garantizar el suministro energético compatible con el respeto al medio ambiente. Podríamos decir que la fórmula ha cambiado a la siguiente:

Energía eficiente + Energía **limpia** = Desarrollo económico **sostenible**

Mis notas

Así, se podría resumir que los grandes desafíos energéticos a los que hay que enfrentarse son dos:

- Garantizar el suministro energético.
- Respetar el medio ambiente.

A continuación vamos a profundizar en la definición de estos dos retos. En el siguiente apartado se verán los distintos aspectos que hay que tener en cuenta para abordar la situación crítica de la energía y conseguir el cambio hacia un modelo limpio y sostenible.

Garantizar el suministro energético

La seguridad del suministro energético es una cuestión que produce una creciente preocupación ante el horizonte de oferta y demanda que plantean los expertos.

Si los gobiernos continúan con las políticas vigentes, las necesidades energéticas del mundo serán un 60% más altas en el año 2030 de lo que lo son ahora¹⁷. Los combustibles fósiles continuarán dominando el panorama energético, provocando la mayor parte del incremento en el uso energético, y las aportaciones de la energía nuclear y las fuentes energéticas renovables seguirán siendo limitadas. Ante tal escenario, todo hace pensar que el suministro energético no está asegurado.

No obstante, muchos países ya han comenzado a otorgar gran importancia en sus agendas políticas al aseguramiento energético como consecuencia de esta insostenibilidad, en una situación actual caracterizada por las siguientes características¹⁸:

- Precio del petróleo elevado y volátil que repercute directamente en el crecimiento económico de los países.
- Creciente demanda energética de fuentes no renovables intensificada por el auge económico de nuevos competidores con inmensas poblaciones (China, la India, etc.).
- Aumento de la dependencia de importaciones energéticas para el abastecimiento de numerosos países.
- Inestabilidad política de grandes productores de combustibles fósiles, desastres naturales como el huracán Katrina y otras amenazas.

Por tanto, nos encontramos ante un panorama que debe ser abordado con celeridad si se quiere satisfacer las necesidades energéticas de hoy asegurando las de mañana. Para ello se deben adoptar varias medidas o comportamientos que competen a las empresas, a los gobiernos y a cada uno de los ciudadanos con el fin de mantener el equilibrio entre la oferta y la demanda de energía.

Esas medidas se concretan¹⁹, en primer lugar y más a corto a plazo, en asegurar el comercio internacional de energía, entendiendo que ningún país puede alcanzar la autosuficiencia energética, por lo que no se va a buscar minimizar la dependencia energética, sino reducir los riesgos asociados con tal dependencia. Las cuestiones políticas en el aseguramiento energético van a ser de gran relevancia y de carácter internacional.

En segundo lugar, buscan la máxima diversificación de las fuentes de suministro.

17. Información obtenida de World Energy Outlook 2004.

18. Retos energéticos globales identificados por el G8 en su reunión de San Petersburgo (16 de julio de 2006).

19. Medidas obtenidas del artículo "La seguridad del suministro energético: experiencias mediterráneas de una empresa global". Autor: Luis Javier Navarro Vigil, presidente de BP España.

tro y de la infraestructura requerida para traer esas fuentes al mercado mediante el desarrollo tecnológico y la combinación de apoyo público e inversión privada.

En tercer lugar, tratan de reducir la volatilidad y el riesgo existentes hoy día en el suministro energético adaptando la dirección de la Agencia Internacional de Energía²⁰ -como consejera de política energética de sus miembros- a la coyuntura actual, influida por la entrada de importantes consumidores como China y la India.

Por último, los gobiernos deben animar a la sociedad y al sector privado a ser más eficientes energéticamente, y a que innoven y desarrollen tecnologías en el área de las energías alternativas para reducir el consumo de combustibles fósiles hasta que se produzca una transición definitiva.

Respetar el medio ambiente

El modelo energético actual basado en combustibles fósiles posee repercusiones medioambientales negativas a causa, entre otras razones, de la emisión a la atmósfera de grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂), que parecen conllevar un cambio climático. Debe proponerse una nueva cultura de sostenibilidad energética que permita garantizar el bienestar medioambiental de las futuras generaciones.

Este nuevo modelo debe estar basado en tres pilares principales:

1. La "descarbonización" del actual consumo de energía con el reforzamiento y la concesión de incentivos al uso de fuentes de energía renovables. Tanto las medidas adoptadas por el poder político como el desarrollo de nuevas tecnologías (captura y secuestro del CO₂) deben permitir el paso hacia un mix energético de emisión cero.
2. El fomento de una mayor eficiencia energética que implique un ahorro energético traducido en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Las medidas de eficiencia propuestas por los gobiernos sobre empresas y consumidores, junto con las mejoras tecnológicas en eficiencia, ayudarán a la sostenibilidad del medio ambiente.
3. El conocimiento y la concienciación global sobre el problema medioambiental y las consecuencias de su no resolución, con el fin de que la sociedad en su conjunto ejerza sobre los sectores políticos y económicos la presión necesaria para llevar a cabo las medidas oportunas.

Por tanto, cumplir los dos desafíos energéticos exigirá, primero, una profunda implicación del sector público a través de regulación y relaciones geopolíticas; segundo, inversión privada y pública para conseguir el desarrollo tecnológico necesario; y, tercero, el apoyo de toda la sociedad.

20. Véase <http://www.iea.org/>.

3.2. Diferentes aspectos energéticos

La superación de los desafíos energéticos a los que nos enfrentamos precisa la implicación y el tratamiento de diferentes aspectos relacionados con la energía determinantes para la consecución del desarrollo económico sostenible.

La energía está íntimamente relacionada con aspectos **económicos**. Por un lado, la disponibilidad y el coste de la energía influyen decisivamente en el crecimiento económico debido a la alta dependencia de ella que presentan las actividades económicas; por otro lado, la energía supone la apertura a un nuevo mercado en el que la inversión pública y privada debe marcar la transición hacia una energía eficiente y limpia, por lo que el análisis de las tendencias en energía es un factor clave para alcanzar la sostenibilidad económica.

Los gobiernos, mediante acciones **políticas**, también van a desempeñar un papel decisivo para atajar la escasez energética respetando el medio ambiente. El sector público actúa en la energía de diferentes formas: entablando relaciones comerciales entre gobiernos para garantizar el suministro y regulando para aumentar o disminuir el consumo de un tipo de energía, así como para restringir las emisiones dañinas para el medio ambiente.

Otro de los principales agentes para lograr la sostenibilidad energética es la **sociedad** en su conjunto. La concienciación de todos y cada uno de los ciudadanos de que existe un problema medioambiental y de que estamos ante el posible agotamiento de las fuentes tradicionales debe provocar un gran paso hacia el desarrollo sostenible de la energía.

Como se puede ver, el tratamiento de todos los aspectos tiene la llave para conseguir la energía eficiente y limpia que ayude a resolver el desafío **medioambiental**. En este capítulo se profundiza en la dimensión que tienen los aspectos medioambientales en los que influye la energía y en las razones por las que deben ser tratados con la mayor rapidez posible.

Por último, son los aspectos tecnológicos los que van a marcar el paso definitivo hacia el desarrollo económico, junto con una energía limpia. La tecnología permitirá una mayor eficiencia energética con ahorros en el consumo y, por tanto, una reducción de las emisiones, así como la producción de una energía limpia que siga permitiendo el funcionamiento de todas las actividades económicas.

En la ilustración 22 se muestra el grado de importancia que los expertos del FTF han asignado a cada uno de los aspectos, dependiendo de si es tratado desde la oferta o desde la demanda energética.

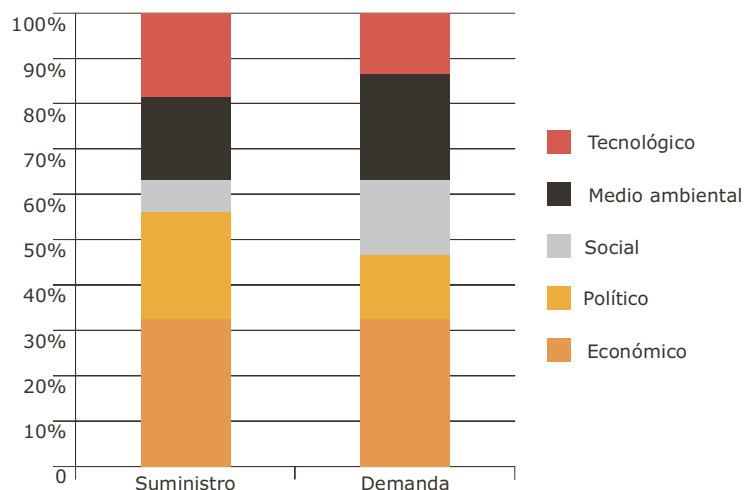


Ilustración 22: Importancia de los diferentes aspectos en la energía.
Fuente: *Elaboración propia.*

El aspecto dominante en la oferta y en la demanda es el económico, ya que el coste resulta decisivo en el crecimiento económico tanto para los productores como para los consumidores de energía.

En la oferta destaca el aspecto político por la clara repercusión que tendría para los productores de energía cualquier acción entre gobiernos o la fijación de incentivos a la producción, así como por lo que pueden aportar los aspectos tecnológicos para conseguir sistemas de producción limpios y eficientes.

En la demanda cobran mayor importancia los aspectos sociales y medioambientales debido a que una eficiencia en el uso de la energía por parte de la sociedad causaría reducciones en las emisiones y un menor consumo energético.

En los siguientes apartados se analiza en profundidad cada uno de los aspectos comentados anteriormente.

3.2.1. Energía y economía

Desde la Revolución Industrial, el desarrollo económico ha ido de la mano del aumento del consumo energético, ya que las fábricas, las centrales eléctricas, los vehículos y los hogares consumen cada vez más carbón, petróleo y gas natural. Estos incrementos en la demanda están causando un posible agotamiento de las fuentes energéticas tradicionales, lo que provoca tensión económica en el desarrollo, los precios, las divisas, los inversores y las empresas.



El papel de la energía en el crecimiento económico

La energía es la base de la economía. Actualmente, concebir un mundo sin energía sería algo utópico, ya que desde actividades primarias como la agricultura hasta los servicios comerciales se sustentan en ella para su puesta en marcha.

La cercana relación existente entre la demanda de energía y el crecimiento económico viene medida por el crecimiento del PIB. Sin embargo, el hecho de que la economía sea más eficiente que antes en cuanto a su uso del combustible, junto con el mayor protagonismo del sector servicios, hace que se necesite menos energía para producir cada unidad de PIB.

Admitiendo la dependencia energética de los combustibles fósiles que tiene la sociedad, es necesario tener presente que el posible agotamiento de éstos puede causar un aumento de la volatilidad de los precios de la energía, lo que puede provocar una disminución del crecimiento económico mundial y un aumento de la inflación. De hecho, los elevados costes del crudo y su carácter volátil, junto con los desequilibrios internacionales, están causando la preocupación de los países más industrializados por el riesgo que representan para el crecimiento económico mundial.

Los precios de los combustibles fósiles

La estabilización de los precios en los combustibles fósiles resulta muy compleja debido a los continuos cambios en las reservas y al incremento imparable de la demanda.

a) Petróleo

No hay duda de que los mercados de petróleo han cambiado significativamente en los últimos años. El gradual aumento de la tensión en la cadena de la oferta de petróleo se viene observando durante algún tiempo, pero ha sido sólo a partir de los dos últimos años cuando la mayoría de los analistas sectoriales ha comenzado a aceptar la idea de que estamos ante el mayor cambio estructural del mercado de petróleo de todos los tiempos.

Mis notas

Area for taking notes, represented by a grid of small dots.

Precio del petróleo crudo desde 1861

Dólares USA por barril
Acontecimientos en el mundo

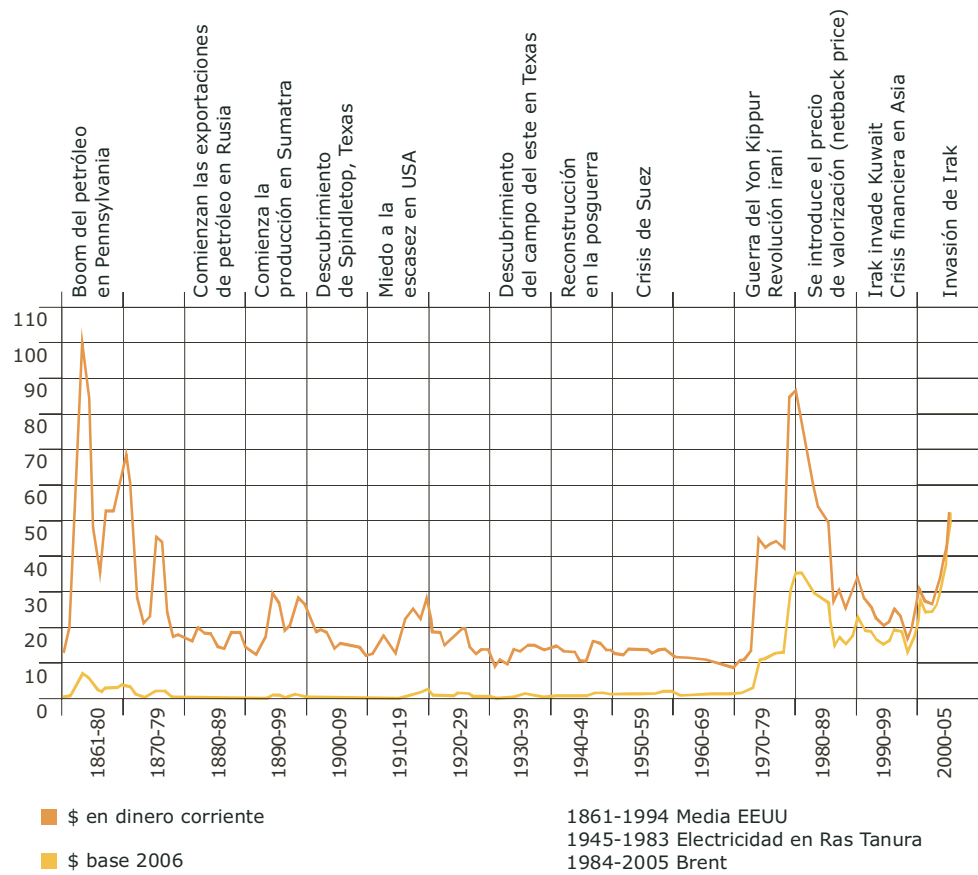


Ilustración 23: Evolución de los precios del petróleo desde 1861.
Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2006.

A lo largo de la historia, el precio del petróleo ha sufrido una evolución marcada por distintas circunstancias sociopolíticas y económicas. Si se realiza un recorrido histórico desde el año 1970 hasta hoy, se comprueba que los mayores picos en el precio del petróleo han ido acompañados de distintas guerras que han afectado a los países productores o, más recientemente, han estado relacionados con el atentado terrorista del 11 de septiembre en Nueva York, que dio lugar a una guerra que aún tiene repercusiones. Actualmente, la línea que marca el precio del barril en la ilustración 23 se vería repuntada y llegaría a los 78 dólares.

El actual aumento del precio del crudo difiere del de crisis anteriores en un aspecto fundamental: no es fruto de una restricción de la oferta dirigida por la OPEP ni se debe al temor de que una guerra en Oriente Medio afecte al suministro, si bien la crisis nuclear con Irán puede estar acentuando este incremento de precios. El precio del crudo se está elevando por dos razones bien conocidas:

1. La cantidad de petróleo que la industria puede bombear y refinar es limitada.
2. La demanda está viviendo un boom por la creciente necesidad de petróleo que tienen países en rápido crecimiento como China y la India, y por la recuperación económica de Estados Unidos.

Los repentinos aumentos del precio del petróleo pueden afectar a las economías actuando como un impuesto al consumo, forzando a la gente a gastar menos en otros bienes, elevando sus costes y obstaculizando las ganancias de las compañías. Sin embargo, por ahora, parece que el crecimiento económico no se ha ralentizado de forma significativa, ya que existen otras fuerzas económicas que compensan el shock petrolero, como la competencia global, por ejemplo, que ha ayudado a mantener la inflación en niveles moderados.

b) Gas natural

El gas natural es una fuente energética muy cercana al petróleo. Sus ofertas están muy relacionadas y sus precios fuertemente correlacionados, por lo que causas similares a las que provocan variaciones en el precio del petróleo pueden originar fluctuaciones en el precio del gas natural.

El mercado internacional de gas natural se compone de diferentes mercados regionales, por lo que no es posible hablar de un mercado mundial para este producto. Aunque exista una tendencia hacia una cierta liberalización del mercado en todo el mundo, el mercado sigue estando muy regulado en muchas regiones.

En América del Norte, por ejemplo, donde el mercado está altamente liberalizado, los precios son muy competitivos y fluctúan en función de la oferta y la demanda. Tras la apertura del mercado a la competencia, los precios disminuyeron significativamente. Por el contrario, en Rusia, donde existe una situación de monopolio, los precios internos se han mantenido artificialmente bajos mientras que el gas se vende en los mercados extranjeros a precios más elevados, lo que permite compensar las pérdidas. En Europa, el precio del gas natural está más a menudo influido por la competencia con combustibles alternativos.

Los precios del gas natural se caracterizan por ser cíclicos. Sus movimientos al alza son consecuencia de una fuerte demanda, que alienta la exploración y la

perforación. El estado actual del mercado parece indicar que en el futuro los precios del gas natural no alcanzarán los bajos niveles de estos últimos años.

c) Carbón

En estos momentos en los que la economía internacional reconoce a las materias primas energéticas un precio más elevado, el precio del carbón comienza a tener también un papel relevante. Como dicen muchos expertos de economía, la era de la "energía barata" comienza a finalizar.

El carbón, al igual que el resto de los combustibles fósiles, se está viendo afectado por todos los movimientos económicos internacionales y se ha podido comprobar que en los últimos años ha experimentado una gran subida en los índices internacionales de precio. McCloskey, por ejemplo, alcanzó casi los 80 dólares por tonelada y, aunque fue corrigiendo el precio durante 2005, los "futuros" advertían que volvería a subir hasta rozar los 65 dólares, como está haciendo actualmente²¹.

La divisa en el comercio energético

Otro rasgo distintivo importante y de gran influencia en la economía es la divisa utilizada para el comercio de petróleo.

Por tradición, las cotizaciones se señalan en dólares de Estados Unidos. Se puede pagar por la mercancía en cualquier moneda, pero la valoración siempre se realiza en dólares. En tal situación, tanto los vendedores como los clientes prefieren efectuar pagos en dólares para evitar gastos superfluos. Precisamente, el dólar estadounidense debe su condición de moneda mundial de reserva a este sistema de cotizaciones y pagos por el petróleo (y por la mayoría de las restantes fuentes energéticas).

No obstante, las variaciones de fuerzas de los agentes que se han producido en los últimos tiempos en el mercado de petróleo, junto con un déficit presupuestario y comercial que se observa en Estados Unidos y la creciente importancia de la moneda europea, están originando intentos de revisar este sistema de comercio, lo que provocaría sustanciales cambios en la política mundial²².

En septiembre de 2000, Irak anunció que no iba a aceptar más dólares por el petróleo y ordenó convertir en euros los 10.000 millones de dólares transferidos a la cuenta de la que dispone la ONU. Fue un paso político orientado a obtener beneficios en vistas de la incesante caída del dólar. Cuando los marines estadounidenses entraron en Bagdad, el petróleo iraquí volvió a venderse en dólares.

En 2006, Irán ha hecho de dominio público sus planes de abrir una bolsa de petróleo en la que el hidrocarburo se cotea en euros. La noticia ha provocado una seria preocupación en los círculos petroleros, sobre todo en los estadounidenses, ya que Irán es el segundo mayor productor de la OPEP. Estados Unidos

21. Información obtenida del Índice MCIS (dólares/tonelada), 30 de junio de 2006. Federación Nacional de Empresarios de Minas de Carbón.

22. Información obtenida del Centro de Estudios Energéticos del Instituto de Economía Mundial y Relaciones Internacionales de la Academia de Ciencias de Rusia.

teme que la OPEP transfiera sus transacciones internacionales de un estándar dólar a un estándar euro, lo que amenazaría su hegemonía económica.

El tipo de cambio del dólar se vería afectado ante un cambio masivo de los pagos a otra divisa. Intentos como el de Irak e Irán, además de los guiños que países como Venezuela o Rusia están haciendo a esta posibilidad, marcan la creciente tendencia de revisar el actual sistema de cotizaciones y pagos en el mercado de petróleo. Esa tendencia puede llevar al surgimiento de una o varias divisas del contrato.

El papel de las grandes compañías petroleras

Durante la década de los noventa, la liberalización económica, las reformas de economía de mercado y la gestión corporativa al estilo occidental han caracterizado a las industrias de gas y petróleo de los mayores países productores de energía, así como a las industrias energéticas de los países en vías de desarrollo que más consumen. Hoy día, la economía está siguiendo la misma tendencia.

Entre los actores más importantes dentro de la industria del petróleo, destacan las compañías petroleras nacionales (NOC, por sus siglas en inglés) y las compañías petroleras internacionales privadas (OIC).

Las NOC²³, junto con los monopolios tradicionales de gas y petróleo que aún quedan, controlan la gran mayoría de las reservas probadas de petróleo; sin embargo, no controlan en la misma medida la producción.

23. Según Petroleum Intelligence Weekly, NOC como Saudi Aramco (Arabia Saudí), PDV (Venezuela), NIOC (Irán), PEMEX (México) o Petrochina (China) se sitúan entre las diez primeras tanto en reservas de petróleo como en producción de petróleo. IOC como ExxonMobil, Royal Dutch Shell, BP o ChevronTexaco se sitúan entre las diez primeras, pero en términos de reservas caen varios lugares hasta situarse entre la 10.^a y la 20.^a posición.

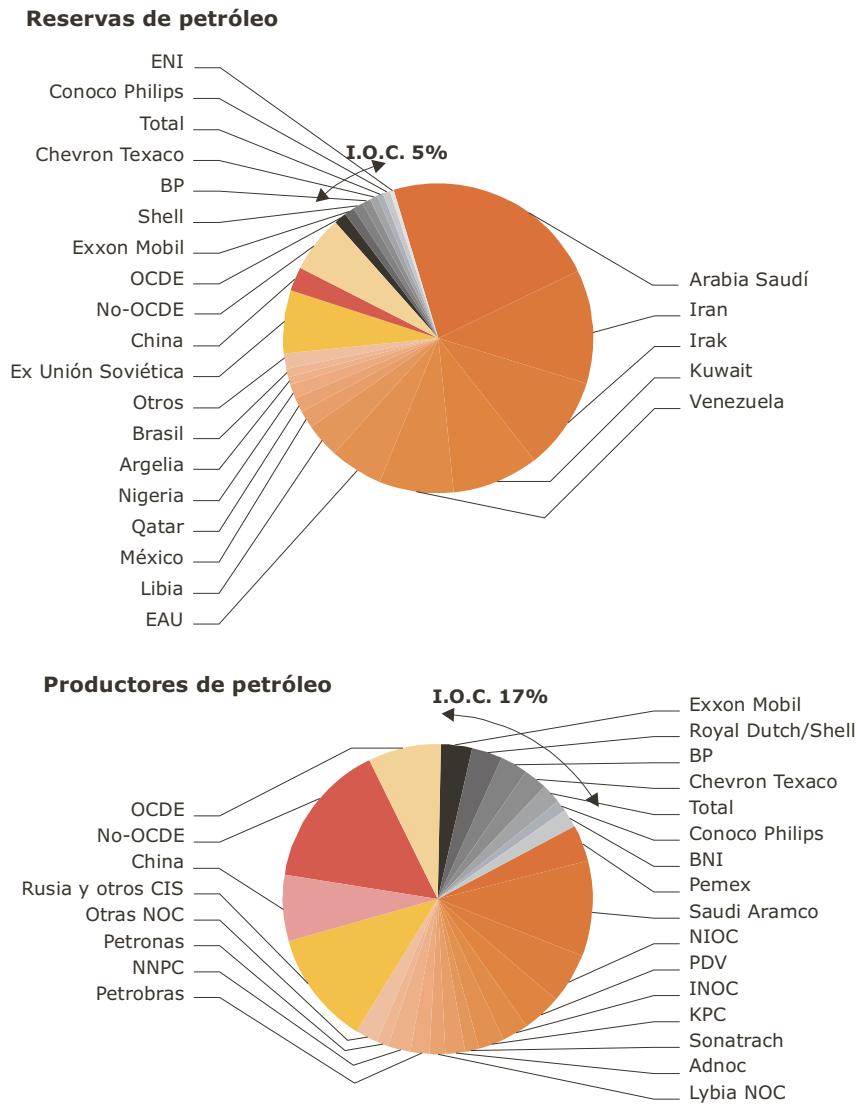


Ilustración 24: Reservas de petróleo y productores de petróleo.
Fuente: 2002 BP Statistical Review.

Mis notas

Basándose en ese control de las reservas y en las nuevas iniciativas estratégicas en la inversión y comercio de gas y petróleo, las NOC han ganado influencia hasta tal punto que es imposible tener una visión global de la energía en el mundo sin hacer referencia a sus objetivos futuros, estrategias y comportamientos.

En un principio, su misión consiste en incrementar los beneficios del Estado y ser su motor de desarrollo económico. Sin embargo, debido a la fuerte presión del sector público, han desviado su atención de los intereses corporativos para centrarse en aspectos más estatales y han acabado ostentando responsabilidades sociales y políticas. Así, se han convertido en una especie de macroempresas muy burocratizadas que controlan el monopolio de hidrocarburos del país y, a menudo, cubren una función reguladora.

De esta manera, aunque la necesidad de reformar las NOC para mejorar su actuación, ser competitivas y crear valor es reconocida extensamente, se han llevado a cabo pocos progresos. Todo esto requiere como mínimo una clara separación de tareas entre defender los intereses nacionales y defender los intereses corporativos. Las NOC deberían centrarse en esto último, mientras que el Estado debería ocuparse de lo primero.

Volviendo a la ilustración 24, centremos la atención en las IOC. Éstas tienen una importancia considerable como productores de petróleo; sin embargo, si observamos las reservas, su importancia desciende considerablemente. Aparentemente surge aquí un alineamiento de intereses entre IOC y NOC. Las IOC ofrecen tecnología, capacidad de gestión de proyectos complejos, eficiencia o acceso a mercados diversificados. Las NOC, por su parte, ofrecen reservas de petróleo, apoyo de proyectos a largo plazo o rendimientos de la inversión potencialmente atractivos.

Sin embargo, a pesar del claro alineamiento de intereses existente, se han logrado avances limitados en su conjunción, por lo que aún queda un largo camino por recorrer.

El transporte

El transporte siempre ha tenido una gran importancia en la economía debido a su repercusión en el comercio y a la necesidad de su participación en muchos otros sectores (turismo, desplazamientos privados, etc.). Este valor ha crecido de manera exponencial con la progresiva globalización a la que estamos asistiendo. Hemos sido testigos del extraordinario impulso de las relaciones económicas internacionales, con lo que el transporte se ha convertido en uno de los pilares de la economía actual, tanto para los países desarrollados como para los subdesarrollados.

A lo largo del siglo XX, la demanda del sector transporte se ha incrementado exponencialmente en los países de la OCDE. Las claves principales de este crecimiento han sido el transporte por tierra y, más recientemente, el transporte aéreo. A medida que los países emergentes sigan desarrollándose y el mundo se enfrente a la amenaza del cambio climático, este sector representará un gran desafío a largo plazo. Además, su conexión con la energía es innegable: el sector del transporte consume un tercio de la energía total.

La principal fuente de energía que consume el sector del transporte es el petróleo, que alcanza más de la mitad del total consumido en el mundo (concretamente, el 51,51%²⁴). El consumo de petróleo por parte del sector del transporte está experimentando un fuerte incremento en los países desarrollados durante los últimos años, como puede observarse en la ilustración 25.

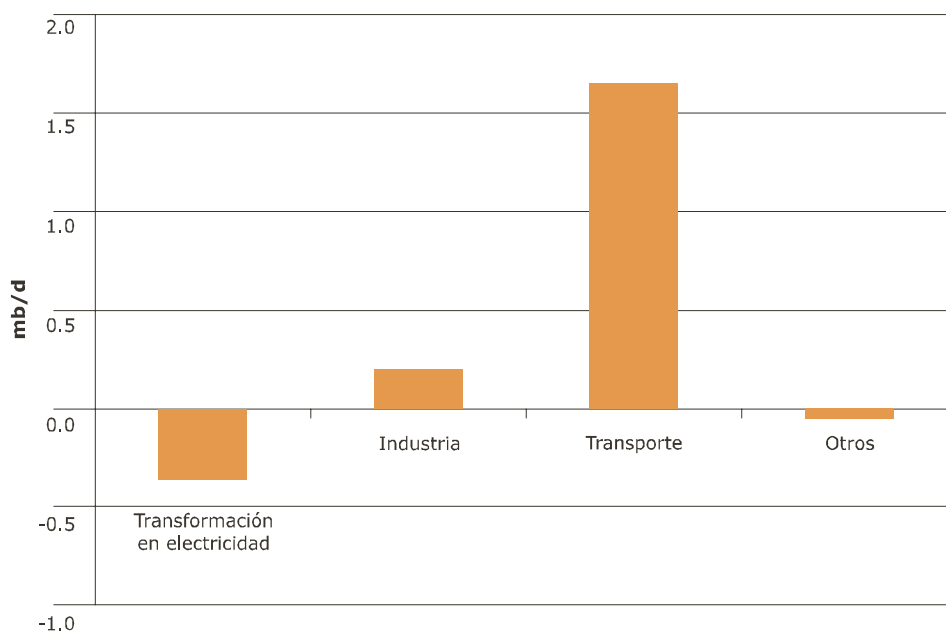


Ilustración 25: Incremento de la demanda de petróleo del transporte 1999-2004.

Fuente: *World Energy Outlook 2005*. International Energy Agency.

El transporte terrestre es el dominante dentro del sector, ya que representa el 90% de los viajes de pasajeros y el 75% de los transportes de carga²⁵. En los últimos 25 años, la flota de vehículos se ha más que duplicado en los países OCDE, que agrupan el 80% de la flota. En 2004 había cerca de 600 millones de automóviles privados y 209 millones de camiones registrados en el mundo.

En cuanto al consumo de energía, el transporte terrestre vuelve a aparecer como dominante (representa el 81% de la demanda de energía relacionada con este sector) y, a pesar de los recientes avances en la eficiencia energética, todavía se trata del modo de transporte más intensivo en energía.

24. International Energy Outlook 2006.

25. Energy Consumption in the Transport Sector. IFP, Panorama 2005.

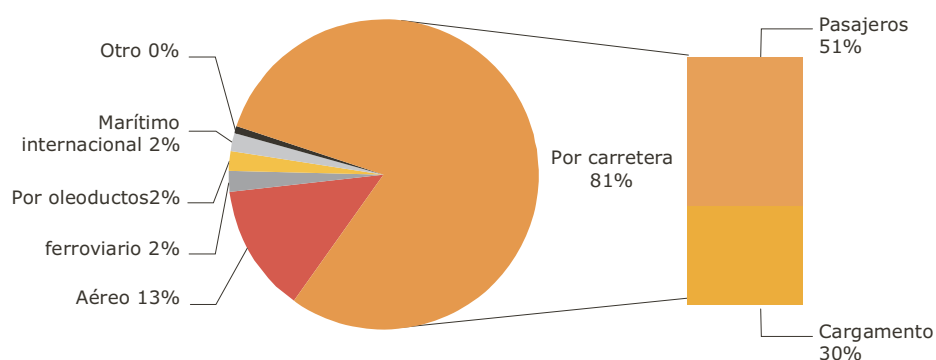


Ilustración 26: Desglose consumo energía sector transporte.

Fuente: "Energy Consumption in the transport sector"
IFP, Panorama 2005.

El alto crecimiento del transporte terrestre limita el impacto de las continuas políticas de conservación de energía y protección del medio ambiente. Un factor dominante en esta tendencia paradójica es que los sistemas de transporte que consumen menos energía o energía más limpia no son suficientemente competitivos o carecen de la infraestructura necesaria.

Si bien durante los últimos treinta años han sido los países de la OCDE los que han liderado el crecimiento del transporte por carretera, se espera que los países emergentes como China o la India tomen el relevo. De hecho, eso ya está ocurriendo en China, donde en el período 1997-2003 la producción de vehículos aumentó hasta multiplicarse casi por nueve, con una cifra que llegó hasta los 4,4 millones de vehículos en 2003, equivalente a más del 20% de la producción europea. La tasa de propiedad de vehículos en China está situada solamente en 10 vehículos por cada 1.000 habitantes, así que esto parece ser sólo el principio.

Por último, no se puede obviar el efecto del transporte en el medio ambiente, ya que es, principalmente, consumidor de combustibles fósiles, que son los que más CO₂ emiten. Esta cuestión se trata de forma más amplia en el apartado dedicado a energía y medio ambiente.



3.2.2. Energía y política

Los aspectos políticos son de gran relevancia en la energía, ya que suponen la vía necesaria para asegurar un suministro sostenible compatible con el respeto al medio ambiente mediante una regulación que fomente el uso eficiente de las energías no renovables y promueva el desarrollo de las renovables. Todo ello mediante relaciones geopolíticas estables que garanticen el comercio internacional de la energía.

Regulación

En una situación actual marcada por los altos precios del petróleo y por los pre- visibles problemas en el suministro, se hace necesario que los organismos públi- cos entren en escena para promover una utilización más eficiente de los com- bustibles fósiles y una transición hacia la energía renovable.

La clave para la promoción de la eficiencia energética es dar a las regiones, a los ciudadanos y a la industria los incentivos y los instrumentos necesarios para llevar a cabo las actuaciones y las inversiones necesarias con el fin de conseguir un mayor ahorro energético.

Una de las funciones de los poderes públicos, nacionales o comunitarios, es compensar las deficiencias del mercado. En este sentido, los gobiernos se sirven de ayudas estatales (subvenciones o concesiones), de la fiscalidad (variaciones en los impuestos) y de campañas de concienciación con el fin de garantizar una mayor eficiencia energética.

La Comisión Europea lanzó en 2005 su Libro Verde sobre la eficiencia energéti- ca²⁶, en el que invita a las autoridades públicas a responsabilizar al conjunto de los ciudadanos y las empresas, y a recompensar los comportamientos de aho- rro. El objetivo marcado en el Libro Verde es "definir opciones y abrir un amplio debate sobre cómo conseguir un ahorro de energía de manera rentable e iniciar el proceso para establecer rápidamente un plan de acción concreto, que incluya actuaciones a nivel comunitario, nacional, regional, local e internacional, así como al nivel de la industria y los particulares, a fin de explotar el potencial de eficiencia energética detectado".

El desarrollo de medidas de eficiencia energética debe ir unido a la promoción de energías renovables. Los gobiernos deben integrar en sus políticas objetivos que impulsen el consumo de energías renovables.

Ya en 1997, la Comisión Europea publicó un Libro Blanco sobre las energías renovables (Energía para el futuro: fuentes de energía renovables), en el que proponía una estrategia y un plan de acción comunitarios con el objetivo de duplicar la participación de las fuentes energéticas renovables en el consumo energético de la Unión Europea antes del año 2010²⁷: del 6% del mix energéti-

26. Véase http://www.mma.es/secciones/ca mbio_climatico/documentacion_cc /normativa_cc/pdf/com2005_026 5es01.pdf.

27. Véase http://ec.europa.eu/energy/librar y/599fi_es.pdf.

co al 12%. En 2005, el peso relativo de las energías renovables en el total del consumo europeo seguía siendo el 6%. De hecho, se ha desarrollado un nuevo plan de energías renovables 2005-2010 para lograr el objetivo propuesto.

La promoción de la electricidad producida a partir de fuentes de energía renovables es otra de las iniciativas que se están llevando a cabo y que fijan objetivos comunitarios y nacionales de consumo eléctrico (Directiva de 2001).

Ante el incremento del precio del petróleo de los últimos tiempos, los gobiernos están otorgando cada vez mayor importancia al desarrollo de los biocarburantes para el transporte. Así, en el ámbito europeo, se tiene como objetivo aumentar la proporción de combustibles obtenidos de la biomasa del 1% actual al 5,75% antes de 2010.

El apoyo político de los poderes públicos es vital para estimular el cambio tecnológico y para obtener una absorción más rápida de las tecnologías en las energías renovables, así como un despliegue más amplio de éstas²⁸.

Otras cuestiones en materia de regulación giran en torno a la influencia del cambio climático en el suministro diario de energía a los consumidores. El Protocolo de Kyoto marca la mayor iniciativa en este aspecto y se tratará con profundidad en el capítulo sobre medio ambiente.

Geopolítica

Mientras se toman nuevas medidas para fomentar el uso de las energías renovables, los países se preocupan por mantener los niveles energéticos actuales mediante vínculos comerciales que les aseguren el abastecimiento de hidrocarburos. De la inteligencia de los actores políticos y de sus estrategias internacionales dependerá que el mundo se enfrente a un panorama de tensiones y choques de intereses o a un escenario de cooperación global o regional, con las consiguientes repercusiones que estas situaciones tienen sobre los precios.

La geopolítica cobra gran importancia en los países desarrollados (Estados Unidos y los países de la Unión Europea principalmente) "adictos" al petróleo, ya que éste con frecuencia se importa de regiones políticamente inestables.

Por ejemplo, países de la OPEP como Nigeria, Irak, Irán, etc. producen petróleo, pero son inestables políticamente, lo que provoca cambios en la producción, de la cual dependen muchas de las naciones consumidoras de petróleo. Otros, como Venezuela, amenazan con revisar los contratos de suministro firmados en los años noventa con el fin de diversificar su oferta y utilizar el petróleo para desarrollar sus propios intereses socialistas.

Otro agravante de la situación es la sed de crecimiento de países en vías de desarrollo como *China* y la *India*, traducida en aumentos considerables de la

28. Información obtenida del artículo "Energías Renovables en Europa: cifras, políticas, investigación y desarrollo tecnológico".

demanda energética cuya repercusión internacional provoca tensiones por asegurarse el suministro energético.

China se ha convertido ya en el segundo consumidor mundial de crudo y el consumo indio crecerá un 50% en los próximos ocho años tras las importantes reformas acometidas en los años noventa por Nueva Delhi en su sector energético²⁹. Este aumento de la demanda no parece alterar significativamente las previsiones sobre las reservas, pero contribuirá sin lugar a dudas a mantener altos los precios durante los próximos años.

El hecho de que ambos gigantes emergentes obtengan la mayor parte del petróleo de la OPEP también está influyendo en que las economías occidentales busquen nuevas fuentes de suministro que permitan reducir la enorme dependencia que actualmente tienen de esta organización. De hecho, durante los últimos años se han buscado alternativas mediante la diversificación en el Golfo de Guinea, los yacimientos siberianos y la cuenca del Caspio, que se han convertido en las nuevas estrellas de la geopolítica petrolífera.

No obstante, a pesar de esto, no parece que la dependencia de la Unión Europea con respecto a la OPEP vaya a disminuir drásticamente en los próximos años. Europa importa en la actualidad casi el 80% del petróleo que consume, el 45% del cual proviene de la OPEP. *Estados Unidos*, por su parte, confía en su comercio energético con sus vecinos geográficos, Canadá y México, además de realizar importaciones a la OPEP.

Unos lazos comerciales más estrechos con *Rusia* pueden ayudar a aumentar el peso de este país en los suministros petrolíferos que recibe la Unión Europea, por no hablar del incremento de la presencia europea en *Asia Central* y el *Cáucaso*. Sin embargo, los estudios indican que el Caspio no es ese nuevo Golfo Pérsico que muchos creían a mediados de los noventa. La realidad es que la producción regional no superará los 4,7 millones de barriles diarios en 2010, apenas la mitad del petróleo que produce actualmente Arabia Saudí.

Lo mismo ocurre con *África Occidental*, cuyo porcentaje en las importaciones europeas bien podría haber tocado ya techo en torno al 25%. No hay que olvidar que la producción conjunta de Nigeria, el Congo, Gabón, Camerún y Guinea Ecuatorial suma 4,5 millones de barriles diarios. Para desarrollar los recursos energéticos africanos se necesita inversión extranjera directa, ya que casi todos los nuevos yacimientos están en aguas profundas frente a las costas y requieren instalaciones de explotación avanzadas, así como gran inversión de capital.

Todo hace indicar que *Oriente Medio* (miembros de la OPEP) continuará ostentando el liderazgo en el petróleo. Arabia Saudí y los productores del Golfo poseen alrededor de las dos terceras partes de las reservas probadas mundiales de petróleo. El tamaño de sus reservas, combinado con su bajo coste de producción, garantiza que Oriente Medio seguirá desempeñando un papel crucial en el

29. Información obtenida del artículo "Geopolítica del petróleo: ¿cambios existenciales?". Autor: Ángel Alonso Arroba. Marzo de 2005.

mercado energético mundial.

Aún más, Arabia Saudí apoya la seguridad energética internacional al mantener una considerable capacidad de producción excesiva, que puede ser puesta en acción rápidamente ante la eventualidad de una perturbación grave de la oferta en cualquier parte del mundo³⁰.

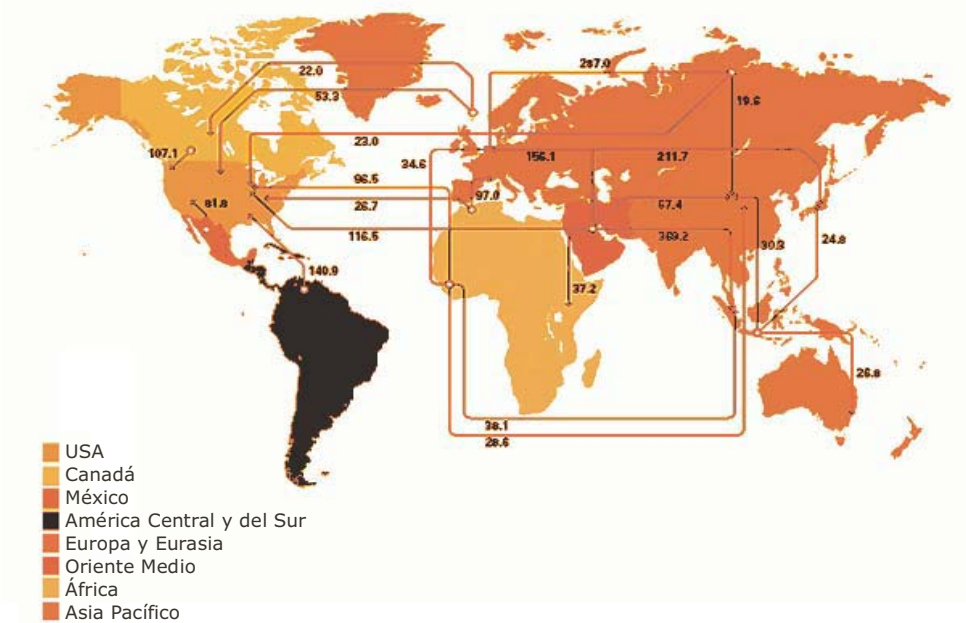
La gran dependencia mundial de la producción de petróleo de esta región tiende a buscar una mayor diversificación de la oferta mundial, aunque con ello no se pretenda alejarse de estos productores. De hecho, se les alienta a que aumenten su oferta permitiendo la entrada de una mayor inversión extranjera.

En este sentido, los productores del Golfo podrían cosechar mayores beneficios si abrieran sus economías a una mayor inversión privada, de modo que la capacidad de producir petróleo y gas pudiera crecer y las ofertas de energía pudieran responder más plenamente a los cambios de la demanda. La inversión en gas natural es un sector en el que ya ha comenzado este proceso. Qatar trabaja con importantes compañías internacionales de energía para convertirse en un exportador importante de gas natural licuado (GNL).

En la ilustración 27 se observan gráficamente los principales movimientos comerciales de petróleo entre las diferentes regiones nombradas.

Mayores movimientos comerciales

Flujos comerciales alrededor del mundo (millones de toneladas)



30. Información obtenida del artículo "La geopolítica del petróleo y el gas natural". Autor: Alan Larson, subsecretario para Asuntos Económicos, Empresariales y Agrícolas del Departamento de Estado de Estados Unidos.

Ilustración 27: Movimientos comerciales de petróleo a nivel mundial.

Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2006.

Este conjunto de relaciones comerciales nos muestra los flujos de exportación/importación que se producen entre las distintas regiones con el fin de asegurarse el suministro energético de hidrocarburos. Estos flujos suponen hoy día gran parte de la energía necesaria para el desarrollo económico.

A largo plazo, la promoción de las energías renovables o el desarrollo de nuevas tecnologías como la que utiliza el hidrógeno o la captura total del carbono permitirán el progreso económico minimizando el impacto medioambiental sin necesidad de la mayor parte de los hidrocarburos que se consumen hoy día. Sin embargo, hasta entonces, la política energética internacional debe garantizar el suministro de hidrocarburos procedentes en gran parte de regiones problemáticas.

Diversificar el suministro energético, mejorar las oportunidades de inversión y garantizar que las fuerzas de mercado actúan con la mayor transparencia y eficiencia son algunas de las medidas políticas que pueden ayudar a sostener un mercado energético estable.

Mis notas



3.2.3. Energía y sociedad

Partimos del axioma de que la sociedad humana no puede sobrevivir sin el uso continuo de energía y, por tanto, de las fuentes de energía. A lo largo de la historia, éstas han ido cambiando desde la energía humana hasta las fuentes que conocemos en la actualidad, pero su importancia se ha mantenido intacta. Las economías modernas son tan dependientes de la energía que la energía consumida per cápita se ha convertido en un indicador de la modernidad y el progreso de un país.

Como vamos a ver a continuación, existen conexiones entre el uso de la energía y el crecimiento de la población, la pobreza, la urbanización y la conciencia social. Estos aspectos influyen en el consumo de energía del mismo modo que los sistemas de energía influyen en ellos. Así, la energía también está en posición de solucionar problemas globales, particularmente los relacionados con los factores citados.

En realidad, el objetivo global de la energía puede resumirse en una expresión muy corta que se menciona en innumerables ocasiones: "desarrollo sostenible del mundo".

Energía y población

Muchos de los problemas actuales provienen de la disponibilidad y uso de los recursos naturales, los cuales tienen una estrecha relación con la población humana, que es la que ejerce presión sobre ellos. La población mundial se ha incrementado de manera explosiva en los últimos cien años. "Costó millones de años llegar a los 1.000 millones de personas, 123 años llegar a los 2.000, 33 años llegar a los 3.000, 14 años llegar a los 4.000 y 13 años llegar a los 5.000"³¹.

La influencia de la población en la demanda de energía es evidente: cuanta más población hay, más energía se requiere. Ésta es, quizá, la base sobre la que se asienta la idea de que el incremento de la población en países en desarrollo representa la amenaza más seria para el crecimiento y el calentamiento global.

Sin embargo, según avalan las estadísticas, los hábitos de utilización intensiva de la energía tienen un impacto aún mayor: el 49% del incremento en la demanda de energía en el mundo entre 1890 y 1990 se debió al crecimiento de la población y el 51% restante, al incremento per cápita en el uso de la energía. Por tanto, la población, tanto por su volumen como por sus hábitos, tiene un impacto directo en el consumo energético mundial.

31. Sen, 1994. A estas cifras podemos añadir que la Organización de Naciones Unidas calculó que la población mundial alcanzó la cifra de 6.000 millones el 13 de octubre de 1999. Ese día, en una maternidad de Sarajevo, un niño fue designado la persona 6.000 millones del planeta.

Energía y urbanización

Hace un siglo, ni siquiera los visionarios podrían haber imaginado una ciudad con más de un millón de habitantes. Se prevé que en el año 2010 más de 500 ciudades superen esa barrera y que incluso 25 de ellas, las llamadas "megaciudades", superen los 10 millones de habitantes. La disponibilidad de fuentes energéticas, en combinación con los fenómenos de motorización e industrialización, se ha visto sustancialmente alterada por la manera en la que la gente se relaciona con el entorno. Además, cabe destacar que el número de personas que viven en las ciudades sobrepasará en un breve período de tiempo al de las que viven en el medio rural³².

Según la conferencia de 1996 de la ONU sobre asentamientos humanos sostenibles, conocida como "Habitat II"³³, la manera y la escala de desarrollo urbano afectarán enormemente al consumo futuro de energía. La urbanización tiene un efecto muy profundo en la cantidad y el tipo de energía consumida. Otros factores como el desarrollo económico, la industrialización o las características socioculturales también impulsan el incremento global de la demanda energética. Mientras que las sociedades rurales se basan principalmente en la energía animal o humana y en la madera como combustible, las sociedades urbanas se basan en la electricidad y en combustibles fósiles.

Sin embargo, a pesar de los consabidos efectos negativos para el medio ambiente que se producen en las áreas urbanas, la realidad es que la prosperidad económica de un país depende de la actuación de sus ciudades.

En los países en desarrollo, el consumo per cápita de energía se mantiene bajo. A medida que se vayan urbanizando, la demanda de energía se incrementará y los combustibles tradicionales (madera y carbón vegetal), la comida y otros materiales consumidos en zonas urbanas podrán ser transportados a mayor distancia. Además, la industria y el comercio urbano requieren más energía e infraestructuras que la agricultura tradicional. Por tanto, el uso de la energía se incrementa rápidamente en los países en desarrollo según van industrializándose.

No obstante, la energía puede ser un instrumento para el desarrollo sostenible si se pone el énfasis en el uso más eficiente de la energía y en el incremento del uso de energías renovables, entre otras medidas.

Las estrategias energéticas en torno a la urbanización pueden ser muchas. Por ejemplo, un balance adecuado entre movilidad y accesibilidad basado en la gestión de la demanda daría como resultado una estrategia de transporte más eficiente energéticamente. Se trata de poner en conjunción las necesidades que tiene la gente de moverse en la ciudad con las posibilidades reales que ésta ofrece en cuanto a suelo e infraestructuras desarrolladas.

32. World Energy Assessment: Energy and the challenge of sustainability. Chapter 2: Energy and social issues. Amulya K.N. Reddy (India). 2000 UNDP.

33. Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos (Habitat II). Naciones Unidas. 7 de agosto de 1996.



Las áreas urbanas ofrecen un potencial enorme para reducir la demanda de materiales intensivos en energía e incrementar la eficiencia del uso de recursos. La aglomeración de redes sociales fomenta un ambiente más accesible a campañas de concienciación pública y crea un entorno de aprendizaje favorable al cambio en los patrones de mal gasto en el consumo. Además, la aplicación de nuevas tecnologías eficientes en energía es más rápida gracias a las inversiones que realizan las empresas privadas, forzadas por la competitividad del mercado.

Energía y pobreza

La pobreza se refiere a la imposibilidad de los individuos de acceder a necesidades humanas básicas como comida, agua, techo, ropa, sanidad o educación. También cubre la falta de oportunidades y posibilidades de elección vitales para el desarrollo humano (incluyendo una vida larga, sana y creativa, nivel de vida, dignidad, autoestima o respeto).

Los servicios de energía son un input crucial para el reto de proveer de las necesidades básicas a las personas, es decir, para propiciar un desarrollo primario. La energía es uno de los determinantes de la pobreza y del desarrollo. El consumo de energía por habitante constituye uno de los indicadores más fiables del grado de desarrollo económico y de bienestar de una sociedad determinada. En este sentido, la demanda energética se asocia de forma generalizada con el Producto Nacional Bruto (PNB) de un país, con su capacidad industrial y con el nivel de vida alcanzado por sus habitantes.

Se podrían destacar muchos ejemplos de la importancia de la energía; entre otras funciones, sirve para cocinar alimentos, lograr una temperatura confortable, alumbrar, bombear agua, comunicarse o transportar. Carecer de acceso a la energía contribuye a la pobreza y a la privación, y puede contribuir al declive económico.

La dimensión energética de la pobreza ("pobreza energética") puede definirse como la ausencia de oportunidades suficientes para acceder a servicios energéticos que apoyen el desarrollo humano y económico de manera adecuada, asequible, segura, confiable, ambientalmente benigna y con una alta calidad. Los números hablan por sí solos: 2.000 millones de personas no tienen combustibles limpios y seguros para cocinar y dependen de las fuentes tradicionales de biomasa; en 2002, 1.600 millones de personas no tenían electricidad, la gran mayoría de ellas, como se observa en la ilustración 28, en países en desarrollo; si no se toman medidas, en 2030 todavía 1.400 millones de personas vivirán sin electricidad.

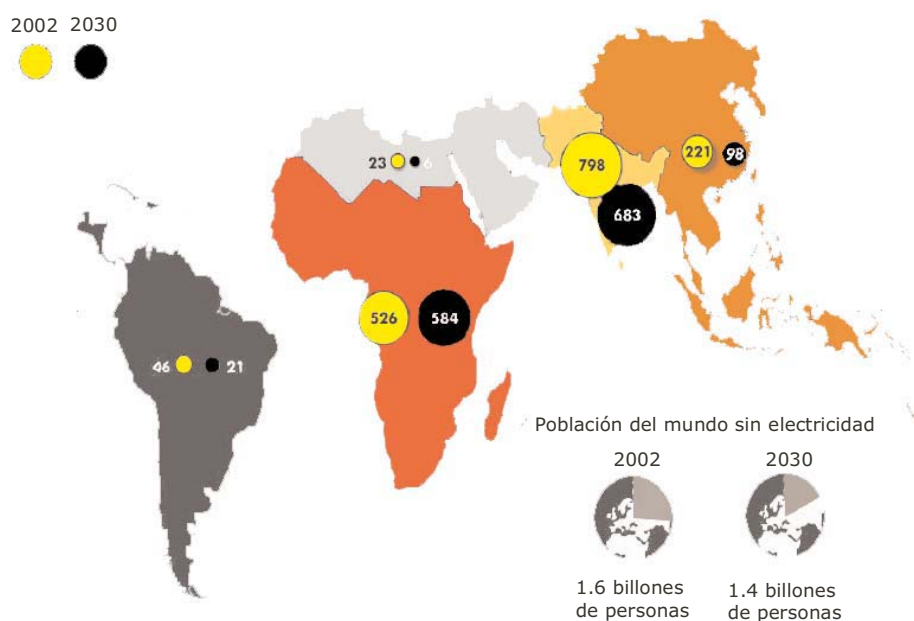


Ilustración 28: Población sin electricidad.

Fuente: *World Energy Outlook 2004*:"Key trends and strategic challenges" *International Energy Agency*.

Todo esto no quiere decir que incrementar el acceso a servicios energéticos, por sí solo, vaya a conseguir el desarrollo económico o social. Sin embargo, la falta de inputs energéticos adecuados sí puede suponer un freno importante. Por tanto, el acceso universal a estos servicios es una condición necesaria, pero no suficiente, para el desarrollo.

También hay que tener en cuenta que todos los países industrializados tienen población en el umbral de la pobreza, aunque los aspectos energéticos de la pobreza son muy distintos de los de los países en vías de desarrollo. Los países industrializados no sufren "pobreza energética" en términos absolutos.

La parte de la sociedad encuadrada en la pobreza en los países industrializados gasta el mayor porcentaje de sus ingresos en energía con relación a la media. En este caso, el problema no es la falta de acceso a la energía suficiente para satisfacer sus necesidades, sino que sus circunstancias individuales les hacen consumir demasiada energía y, por tanto, gastar en ella un porcentaje demasiado elevado de sus ingresos.

En los países industrializados se necesita una estrategia alternativa para la pobreza energética que consiga que los individuos o familias de ingresos muy bajos sean menos vulnerables a los altos costes de la energía. Se puede resumir en que el reto principal en los países en desarrollo es la extensión del acceso a la energía, mientras que en los países desarrollados es mantener el acceso.

Energía y conciencia social

La conciencia social desempeña un papel fundamental en el ámbito de la eficiencia energética. Según los expertos del FTF, uno de los instrumentos más importantes que puede utilizar un gobierno para lograr el control de la demanda de energía es la concienciación social (además de actuar sobre la regulación y promoción de energías limpias).

Asimismo, el impulso que se está dando en los últimos años a las cuestiones relacionadas con el medio ambiente, fruto de la creciente preocupación de la sociedad, se ha visto traducido en movimientos de diferentes entes públicos y privados.

A finales de la década de los sesenta, la gravedad de los problemas medioambientales provocados por sustancias tóxicas se hizo más clara. A esto le siguió el conocimiento por parte de la sociedad del fenómeno conocido como "lluvia ácida". Los problemas de la contaminación atmosférica urbana ya eran conocidos desde hacía tiempo, a lo que se unió la intensificación de los debates sobre el cambio climático, ya a mediados de los setenta. Las crisis del petróleo de 1973 y 1979 acabaron por concienciar a los países sobre el problema energético. Por último, la acumulación en la atmósfera de gases de efecto invernadero resultantes del consumo de energía ha abierto los ojos con respecto a otro problema: el cambio climático.

Para servir de la mejor manera posible al futuro de la humanidad, el sistema energético debería ayudar a conseguir los objetivos fijados en la Conferencia de Medio Ambiente y Desarrollo celebrada por la ONU en Río de Janeiro en 1992 (también llamada "Cumbre de la Tierra"). Estos objetivos incluyen la promoción de sociedades económicamente viables, socialmente armoniosas y ambiental y estratégicamente seguras. Desde esta cumbre, se han tomado otras muchas medidas para promover la energía sostenible, como incrementar la eficiencia energética, apoyar las fuentes de energía renovables o realizar planes integrales de recursos energéticos.

A pesar de todo lo citado, parece que las personas no son conscientes de la dimensión real del problema de la energía o no le otorgan la importancia que merece. Según el barómetro de mayo de 2006 del CIS, los españoles no mencionan la energía como un problema entre los 29 que destacan. Es posible que esté implícito en varios de ellos, pero el hecho de no ser mencionado en solitario ya es un indicador bastante significativo.

Para encontrar otro punto de vista sobre cómo la conciencia de la sociedad desempeña un papel importante en la energía, basta con desviar la mirada hacia la energía nuclear. En la última reunión del G8 (San Petersburgo, julio de 2006) se evidenció una importante división dentro de los países más industrializados del mundo. Según la declaración aprobada sobre energía, "el desarrollo nuclear

ayuda a hacer frente al cambio climático reduciendo la contaminación atmosférica, y los países que tienen o consideran planes para el uso y desarrollo seguro de la energía nuclear creen que contribuirá a la seguridad energética global". Países como Francia o el Reino Unido apuestan claramente por ella.

Sin embargo, a pesar de todos esos datos que parecen inclinar la balanza hacia la proliferación de la energía nuclear, la sociedad está empujando en dirección contraria en algunos países como Alemania, que se ha comprometido a ir abandonándola progresivamente, o Italia, donde el desarrollo nuclear fue rechazado por referéndum.

Mis notas



3.2.4. Energía y medio ambiente

Uno de los objetivos estratégicos con respecto al desarrollo sostenible de la energía gira en torno al medio ambiente. Esta creciente preocupación se está traduciendo en acciones con las que se pretende prevenir, afrontar, controlar y revertir los problemas derivados del calentamiento global y la degradación de los sistemas naturales.

Para ello es necesario racionalizar las pautas de producción y consumo energético, definir nuevos enfoques en materia de movilidad y concebir nuevos métodos de gestión de los recursos naturales, basados en una mejor comprensión y capacidad de predicción de los impactos y repercusiones que ejercen en el entorno, especialmente a escala global.

Las acciones políticas y de investigación que se están desarrollando para atajar este problema de impacto global versan sobre el desarrollo de sistemas energéticos sostenibles, la gestión de las emisiones de CO₂ provocadas por los combustibles fósiles y la gestión de los residuos derivados de la energía nuclear.

Emisiones de CO₂ derivadas de la producción energética

Las emisiones de CO₂ afectan de manera directa al calentamiento global del planeta y a la calidad del aire y el agua. Las acciones que limiten las emisiones de gases de efecto invernadero pueden alterar el nivel y composición de las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía.

El CO₂ es uno de los gases de efecto invernadero con más presencia en la atmósfera. Las emisiones de CO₂ causadas por el hombre se producen principalmente a consecuencia de la combustión de los combustibles fósiles³⁴. El debate sobre el cambio climático ya ha comenzado con el objetivo de paliar las consecuencias de un panorama poco alentador.

En 2005, las emisiones de CO₂ provocadas por los combustibles fósiles aumentaron un 2,6%, una tasa elevada, pero no tanto como el 4,49% de incremento de 2004³⁵, si bien es superior a la media anual del 1,69% durante el período 1990-2004³⁶.

Evidentemente, no todas las regiones y países contribuyen de la misma manera en estas emisiones. En la ilustración 29 se presentan las emisiones de carbono producidas por los diferentes combustibles fósiles y por regiones.

34. La combustión de un millón de toneladas equivalentes de petróleo como unidad energética común a todas las fuentes energéticas en los combustibles fósiles producen: para el petróleo, 19,9 millones de toneladas de carbono; para el gas natural 13,8 millones de toneladas; y para el carbón, 24,1 millones de toneladas.

35. 2005 Carbon Dioxide Fact Sheet.

36. Energy Information Administration. World Carbon Dioxide Emissions from the Consumption and Flaring of Fossil Fuels, 1980-2004.

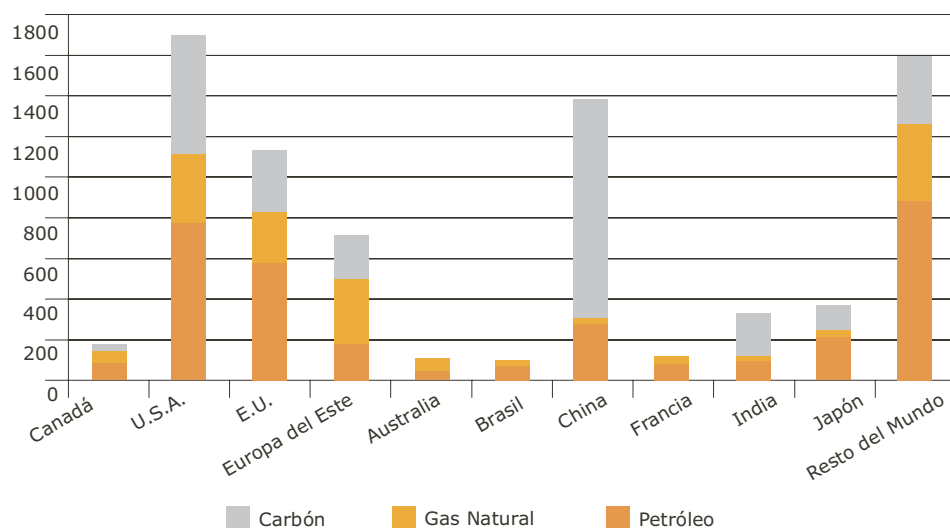


Ilustración 29: Emisiones de carbono derivadas de los combustibles fósiles por países en millones de toneladas, 2005.
Fuente: 2005 Carbon Dioxide Fact Sheet.

Entre los *países desarrollados*, Estados Unidos es el que produce mayor cantidad de emisiones de CO₂ provenientes de los combustibles fósiles, con el 22,38% del total mundial (en 2005), si bien en los últimos años está siguiendo una tendencia descendente. En Europa es necesario distinguir entre las emisiones de Europa del Este, que se incrementaron un 1,74% en 2005, y las de los países de la Unión Europea, que disminuyeron ligeramente (0,10%). Países como Francia y Canadá, en concreto, producen reducidas cantidades de CO₂ derivadas del carbón gracias a que la mayor parte de su suministro eléctrico proviene de la energía nuclear e hidráulica, respectivamente.

Dentro de los *países en vías de desarrollo*, China aumentó sus emisiones un 9,1%, si bien la cifra es menor que el 14,96% que aumentó en 2004 como resultado de su rápido crecimiento económico. En la India, la tendencia es similar, pero a menor escala.

Las emisiones per cápita a escala mundial en 2005 fueron de 1,18 toneladas de carbono por persona. Con una población mundial de 6.450 millones de personas en 2005, las emisiones se habrían tenido que reducir 0,43 toneladas por persona (lo que supone un 36%) para estabilizar las concentraciones de CO₂ en la atmósfera.

Como hemos visto, el carbón es el combustible fósil que más emisiones de CO₂ produce para una misma unidad energética (millones de toneladas equivalentes de petróleo); sin embargo, la mayor producción de petróleo hace que la cantidad de CO₂ emitida por este combustible sea prácticamente igual a la emitida por la combustión de carbón.

La combustión de combustibles fósiles aporta prácticamente la totalidad de las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía; tan sólo el 0,4% del total es emitido por otros motivos³⁷.

Si nos centramos en los sectores que más CO₂ emiten a la atmósfera, después de la generación eléctrica destaca el transporte, ya que es el principal consumidor de combustibles fósiles.

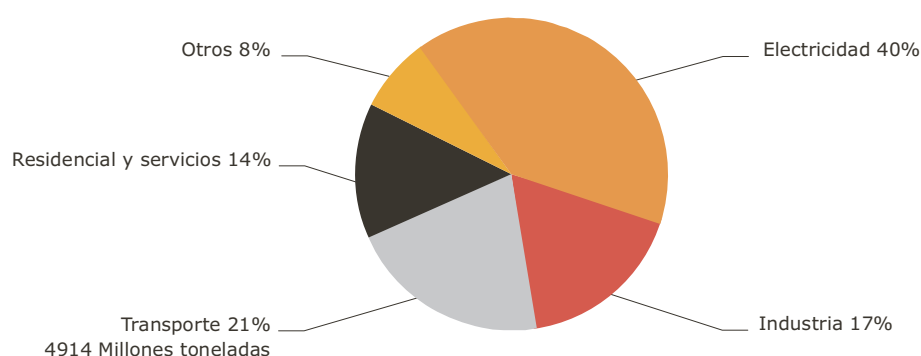


Ilustración 30: Emisiones de CO₂ por sectores 2002.
Fuente: *World Energy Outlook 2004*. International Energy Agency.

Precisamente en este sector del transporte es en el que las medidas que se deben adoptar para conseguir una reducción de las emisiones de CO₂ parecen más complicadas. La entrada de tecnologías que se desarrollan para reducir las emisiones necesitan tiempo hasta su generalización. Suelen pasar 13 años para lograr un 50% de penetración y 24 para llegar al 95%³⁸. Habría modos de acelerar el proceso, como imponer estándares de implementación para que los vehículos con la nueva tecnología entren antes en circulación, pero estas medidas únicamente lograrían reducir tres años la tasa de penetración.

37. Key World Energy Statistics 2005. International Energy Agency.

38. Energy Consumption in the Transport Sector. IFP, Panorama 2005.



Otras medidas complementarias que incentiven el cambio (como ventajas fiscales o la mezcla de combustibles alternativos de origen vegetal con combustibles convencionales) también podrían ayudar a solventar el problema. Sin embargo, es necesario un impulso de los gobiernos hacia estas tendencias, ya que el petróleo sigue siendo el combustible más barato a pesar de sus altas emisiones de CO₂.

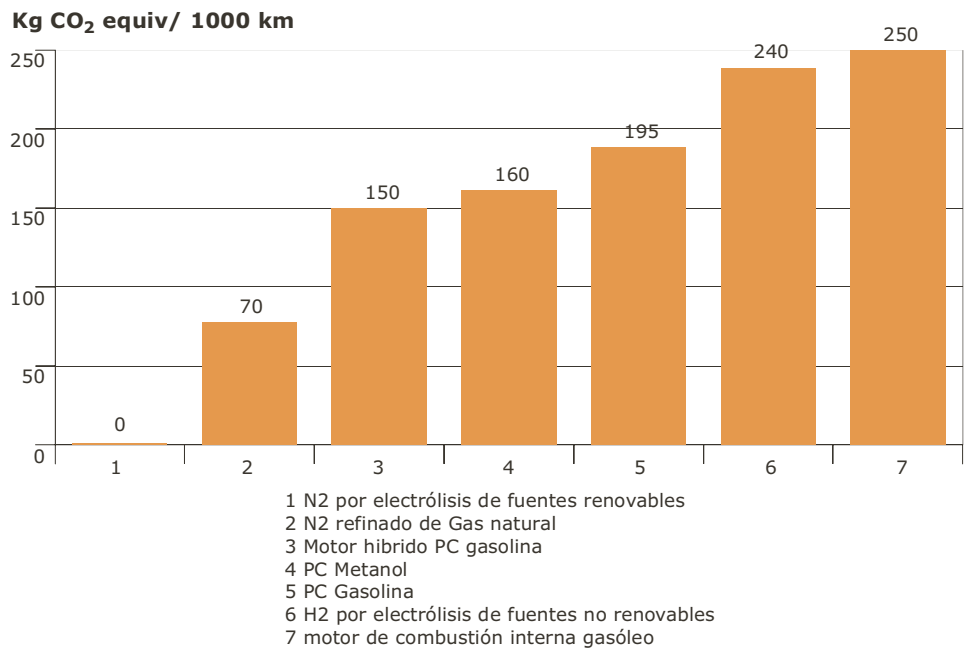


Ilustración 31: Nivel de emisión de CO₂ en función del combustible por cada 1000 km.

Fuente: Methanol Research Institute.

En un plano más general, para lograr reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera, los expertos del FTF proponen una serie de medidas que tendrían diferentes impactos en función de su aplicación en países desarrollados o en vías de desarrollo.

Una mejora del uso eficiente de la energía provocaría un mayor descenso de CO₂ que otras medidas, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. Además, los expertos consideran que una mayor inclinación hacia la energía nuclear podría ser una medida efectiva para reducir las emisiones de CO₂ en los países desarrollados.

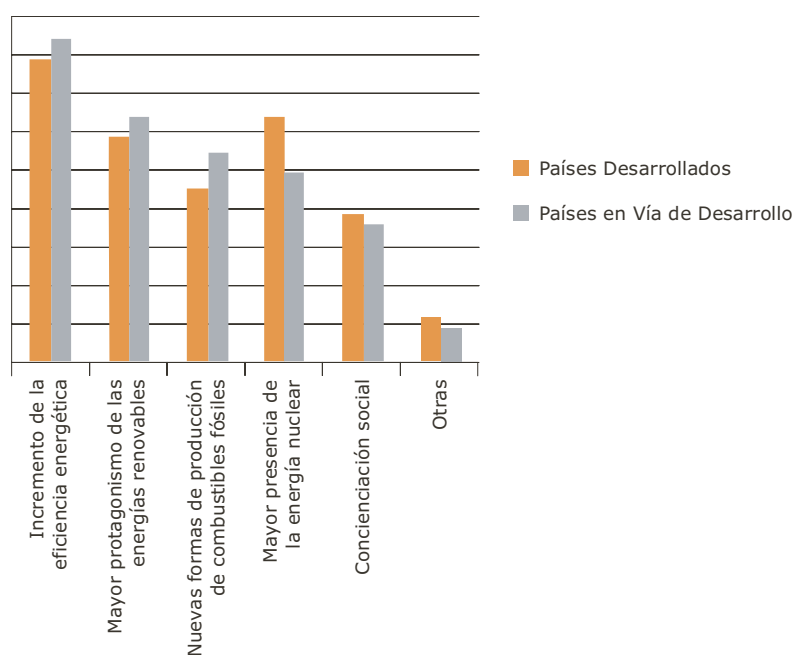


Ilustración 32: Factores que contribuyen a la reducción de CO₂, actualmente.

Fuente: *Elaboración propia.*

Además de los factores señalados, algunos expertos destacan la producción de carbón limpio mediante su secuestro y confinamiento como otra medida que podría contribuir a la reducción de las emisiones de CO₂.

Gestión de residuos nucleares

Los residuos nucleares o radiactivos son material de desecho generado en el ciclo nuclear, que comienza con la propia extracción del mineral utilizado en las centrales nucleares (uranio).

Estos residuos generan una gran controversia social por la alta toxicidad que suponen para la salud humana. La probabilidad, escasa pero existente, de un accidente nuclear por una mala gestión de los residuos provoca cierto recelo en la sociedad con respecto a la implantación de este tipo de energía. No obstante, la energía nuclear es una tecnología que evita las emisiones y como tal debe reconocerse en los debates sobre el cambio climático. La cantidad anual de CO₂ que se deja de producir gracias a la energía nuclear en Europa asciende a 800 millones de toneladas, por lo que cerrar las centrales nucleares es incompatible con los esfuerzos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero³⁹.

39. Conferencia de las Naciones Unidas sobre cambio climático COP 6. 13-24 de noviembre de 2000. La Haya.

El mayor volumen de residuos radiactivos se produce en las etapas que atraviesa el combustible nuclear para producir energía eléctrica y en el desmantelamiento de las centrales nucleares. Todos estos residuos suponen alrededor del 95% de la producción total; el resto pertenece a aplicaciones no energéticas.

Actualmente existen diferentes métodos de tratamiento de los residuos para provocar la menor contaminación radiactiva posible:

- **Ciclo abierto:** los combustibles gastados, procedentes de los reactores nucleares, se consideran residuos de alta radiactividad y se almacenan definitivamente en almacenamientos geológicos profundos (AGP); por ejemplo, en el desierto entre Nuevo México y Nevada en Estados Unidos.
- **Ciclo cerrado:** esos combustibles gastados se manipulan (reproceso) para recuperar el uranio y el plutonio presentes en ellos, de modo que puedan ser utilizados como materiales energéticos.
- **Ciclo cerrado avanzado:** desde comienzos de la década de los noventa se investiga y desarrolla la separación y transmutación de determinados residuos radiactivos de vida larga. Así, se disminuyen los componentes tóxicos a largo plazo de los residuos de alta actividad.

Estas tres opciones tienen en común dos etapas fundamentales: el almacenamiento temporal de los combustibles gastados y su posterior almacenamiento definitivo.

Protocolo de Kyoto

El Protocolo de Kyoto es un convenio sobre el cambio climático auspiciado por la ONU dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Mis notas

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) ha estimado un aumento medio global de la temperatura de entre 1,4 y 5,8 grados entre 1990 y 2100. Las predicciones indican que, si el Protocolo de Kyoto se implanta correctamente, el aumento de la temperatura se reducirá entre 0,02 y 0,28 grados para el año 2050.

El 11 de diciembre de 1997, los países industrializados se comprometieron en la ciudad de Kyoto (Japón) a ejecutar un conjunto de medidas para reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero. Los gobiernos firmantes pactaron reducir un 5,2% de media las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012 (la Unión Europea, una reducción del 8%; Estados Unidos, del 7%; Japón, del 6%; etc.), tomando como referencia los niveles de 1990 para el conjunto de países industrializados (el nivel esperado de emisiones para 2010 sin el Protocolo sería un 29% mayor que con él).

El Protocolo de Kyoto no obliga en una primera fase a los países en desarrollo, dadas sus reducidas emisiones por habitante. Se estableció que el compromiso sería de obligatorio cumplimiento cuando lo ratificaran los países industrializados responsables de, al menos, el 55% de las emisiones de CO₂. Tras ser ratificado el 18 de noviembre de 2004 por Rusia, después de conseguir que la Unión Europea pagara la reconversión industrial y la modernización de sus instalaciones, en especial las petroleras, el Protocolo de Kyoto entró en vigor el 16 de febrero de 2005.

Desde el punto de vista del cambio climático, es irrelevante dónde se reduzcan las emisiones, porque los efectos del cambio climático se producen -y sus causas se combaten- a escala global. Sin embargo, desde el punto de vista económico, es más rentable reducir las emisiones allí donde salga más barato hacerlo. El esfuerzo que los países desarrollados tendrían que hacer para modificar su industria nacional es mayor que el que les supondría ayudar a la implantación de tecnologías limpias en países de baja eficiencia energética, como los países del Este, o en países en vías de desarrollo.

Con este planteamiento, el Protocolo de Kyoto fija, junto con medidas de acción interna para contener las emisiones y con carácter accesorio a ellas, unos "mecanismos de flexibilidad" de tres tipos: Mecanismo de Desarrollo Limpio, Aplicación Conjunta y Comercio de Emisiones.

En primer lugar, se recoge el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el cual consiste en que países con el objetivo de reducir las emisiones (incluidos en el Anexo I del Protocolo) puedan invertir en países no incluidos en el Anexo I para alcanzar los objetivos de reducción y limitación de emisiones. El país receptor de la inversión consigue un desarrollo sostenible a través de la transferencia de tecnologías limpias y, al mismo tiempo, contribuye a alcanzar el objetivo último de la Convención de Cambio Climático, mientras que el inversor recibe certificados de emisión que le sirven como suplemento a sus reducciones internas⁴⁰.

En segundo lugar, aparece el mecanismo denominado Aplicación Conjunta (AC), según el cual un país industrializado puede invertir en otro país industrializado para la ejecución de un proyecto encaminado a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o incrementar la absorción por los sumideros. El país inversor obtiene certificados para reducir emisiones a un precio menor del que le habría costado en su ámbito nacional y el país receptor de la inversión recibe la tecnología. Este mecanismo es similar al MDL, con la salvedad de que los proyectos se realizan entre países industrializados con objetivos de reducción dentro del Protocolo de Kyoto.

En último lugar, se establece la posibilidad del Comercio de Emisiones, es decir, una compraventa de emisiones de gases de efecto invernadero entre países que tengan objetivos establecidos dentro del Protocolo de Kyoto. De esta manera, los países que reduzcan sus emisiones más de lo comprometido podrán vender

40. El inversor puede intercambiarlos por derechos de emisiones, que puede usar para cumplir sus objetivos de reducción o que puede vender en el sistema europeo de comercio de derechos de emisión.

los certificados de emisiones excedentarios a los que no hayan conseguido cumplir su objetivo. El comercio de derechos de emisión no reduce por sí mismo las emisiones, sino que puede suponer una redistribución de las emisiones entre los países industrializados. La única manera de que tenga algún beneficio medioambiental es establecer una cuota total estricta de los derechos de emisión que garantice el cumplimiento del Protocolo de Kyoto. Este comercio de emisiones entrará en pleno funcionamiento a escala internacional en 2008.

En la ilustración 33 se muestra un mapa del mundo con la posición de cada país en relación con la firma y ratificación del Protocolo de Kyoto.

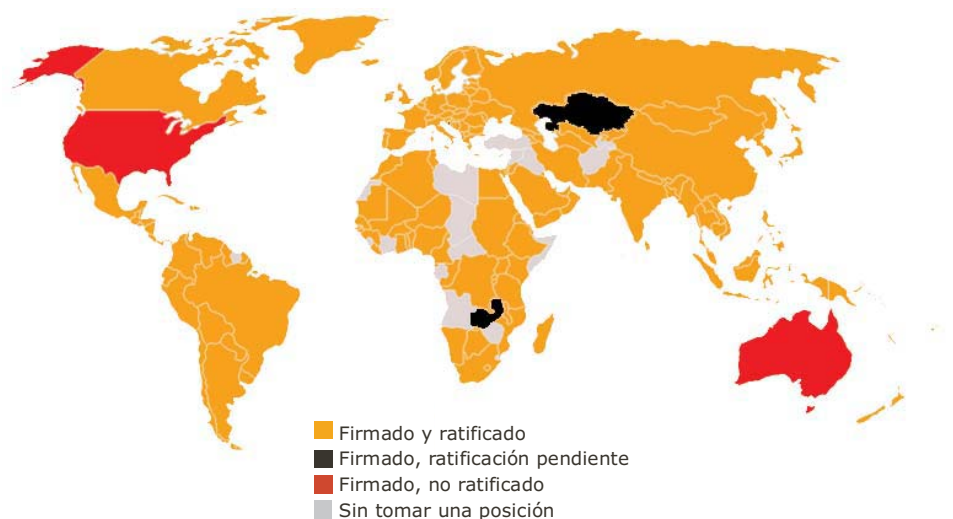


Ilustración 33: Posición de los diversos países en 2005 respecto al protocolo de Kyoto.

Fuente: Wikipedia.

Mis notas

Estados Unidos se niega a ratificarlo alegando que resultaría perjudicial para su economía firmar un protocolo que no afecta a los países en vías de desarrollo como China, segundo mayor emisor de gases de efecto invernadero, o la India.

Un gran número de delegados pro-nucleares han intentado boicotear el Protocolo de Kyoto en cada una de las cumbres, tratando de que la energía nuclear sea incluida en la lista de medidas del Mecanismo de Desarrollo Limpio. Su objetivo es que los países desarrollados puedan descontar emisiones de CO₂ invirtiendo en la construcción de centrales nucleares en los países en vías de desarrollo, pero la energía nuclear ha sido excluida de las políticas y medidas propuestas para combatir el cambio climático.

Algunas líneas de investigación o mejora para la reducción de las emisiones de CO₂

Las energías renovables podrían solucionar muchos de los problemas ambientales generados por las fuentes energéticas no renovables, como el cambio climático, los residuos radiactivos, las lluvias ácidas o la contaminación atmosférica, como ya se ha comentado.

Las energías renovables deben ir integrándose paulatinamente en el sistema energético con un incremento de iniciativas para promover la innovación e inversión en este tipo de tecnologías. Las políticas energéticas deberían estar orientadas a demostrar que los retos medioambientales pueden ser superados con una enorme contribución de las energías renovables sin que por ello se vea mermado el desarrollo socioeconómico.

El objetivo de la Unión Europea para 2010 está establecido en un 22% de consumo de electricidad procedente de fuentes de energía renovables, con la consiguiente reducción de emisiones que atentan contra el medio ambiente. Actualmente, en la Unión Europea, el 14% de la electricidad producida ya proviene de energías renovables⁴¹.

Un ahorro del 20% de la energía permitiría a la Unión Europea cumplir sus compromisos de Kyoto, reduciendo las emisiones de CO₂ para preservar un medio ambiente sano para los ciudadanos de hoy y mañana.

En este sentido, ya hay algunas tecnologías (probadas o en desarrollo) que podrían ayudar a mejorar el impacto que el consumo energético tiene sobre el medio ambiente. En el siguiente apartado se tratará con más detalle cómo la tecnología puede ayudar a usar biocombustibles en el transporte o a desarrollar centrales de ciclo combinado que aprovechan el calor que se desprende en la generación de la electricidad o, incluso, el uso de pilas de combustible en el sector residencial. Todos estos avances ayudarían a la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera.

41. "Promoción de Energías Renovables en la Unión Europea". Buenos Aires, 21-22 de febrero de 2005.

3.2.5. Energía y tecnología

La tecnología, a lo largo de la historia, ha supuesto para la energía la llave de acceso a nuevas fuentes de mayor rendimiento que han permitido el desarrollo económico. Hoy día, los nuevos avances tecnológicos permiten alargar el tiempo estimado de las reservas de combustibles fósiles, pero esto es tan sólo una solución temporal. El mayor reto al que se enfrenta la tecnología consiste en desarrollar nuevas fuentes que permitan la sostenibilidad energética, es decir, el abastecimiento energético mundial respetando el medio ambiente.

Una de las claves para conseguir esa sostenibilidad es el desarrollo de nuevos avances que permitan el protagonismo de las energías renovables, así como el incremento de la eficiencia en el uso de las energías no renovables, si bien el bajo coste que todavía suponen éstas últimas se perfila como una gran barrera a la inversión en tecnología de energías renovables.

En el desafío de **asegurar el suministro energético**, los combustibles fósiles continúan siendo la solución más viable a corto plazo por coste y rendimiento. Por ese motivo, parte de los esfuerzos de la tecnología se ha centrado en alargar su protagonismo en el mix energético.

La capacidad de la industria energética para identificar sedimentos portadores de hidrocarburos debajo del fondo oceánico a profundidades extremas se está mejorando mediante nuevas tecnologías. En los últimos años, la industria se está centrando en operaciones en alta mar, en aguas profundas, con nuevos descubrimientos que pasan evaluaciones con el fin de justificar los altos costes de estos proyectos.

El potencial de desarrollo de hidrocarburos en las profundidades del mar es considerable. Se estima que las posibles reservas de yacimientos en el Mar Caspio podrían llegar a los 210.000 millones de barriles de petróleo, es decir, aproximadamente el 20% de las reservas probadas actuales a escala mundial⁴².

El desarrollo de estos recursos, junto con el perfeccionamiento de las tecnologías de explotación de los depósitos de petróleo no convencionales, permitiría prolongar la vida del petróleo y del gas natural como fuentes energéticas. La tecnología es vital para conseguir la viabilidad económica.

Otro de los avances tecnológicos para la identificación de reservas son los "superordenadores", buscadores de petróleo que emplean un sistema sísmico tridimensional para identificar las estructuras geológicas que contienen petróleo, con lo que la ubicación es mucho más precisa. Una segunda tecnología consiste en cavar primero hacia abajo y después hacia los lados, buscando las reservas horizontalmente, con lo cual se reduce el número de excavaciones y, por tanto, los costes.

42. Información obtenida de "Reservas y transporte de petróleo en el Mar Caspio: El oleoducto Bakú-Tbilisi-Ceyhan". UNISCI Discussion Papers. Octubre de 2004.

Con ese objetivo de continuar asegurando el suministro energético mundial, la tecnología también centra sus investigaciones en las energías renovables, si bien continuarán suponiendo un escaso porcentaje del mix energético. Algunas de estas tecnologías están ya maduras (la eólica y la hidráulica), pero existen otras con un gran potencial, como la energía solar fotovoltaica o la biomasa, que pueden ayudar a continuar restando pequeñas cuotas de protagonismo a los combustibles fósiles.

El otro gran desafío al que se enfrenta la tecnología es desarrollar nuevos avances que permitan el **respeto del medio ambiente**.

Las plantas de combustión centran los mayores esfuerzos de la tecnología para reducir aún más el nivel de emisiones. La principal tecnología consiste en la captura y fijación del CO₂ para después transportarlo y confinarlo. Dependiendo de la parte del proceso en la que se produzca dicha captura, se habla de captura en post-combustión y captura en pre-combustión. En post-combustión, se aísla el CO₂ directamente de la corriente de gases una vez que se ha producido la combustión. En pre-combustión, se pretende aumentar la concentración de CO₂ en los gases (del 4% al 14% en tecnologías de carbón y gas natural) para mejorar el proceso de captura.

Una vez aislado el CO₂ de la corriente de gases, debe ser llevado al lugar en el que se consumirá en procesos industriales como viene haciéndose en la actualidad en pequeñas cantidades, o debe ser desplazado hasta los potenciales sumideros que se están estudiando actualmente; por tanto, el transporte es otro de los pasos importantes en el secuestro de CO₂. El último proceso consiste en disponer el CO₂ de modo que quede retenido y aislado de la atmósfera durante un largo período de tiempo.

Entre las diversas tecnologías en desarrollo que se utilizan en estos momentos, cabe citar la *gasificación de carbón*⁴³. Algunas tecnologías de ciclo combinado híbrido utilizan las mejores características de las tecnologías de gasificación y combustión, y alcanzan eficiencias superiores al 50%. Las empresas propietarias de plantas de combustión todavía no están adoptando mayoritariamente estas tecnologías porque les causan un mayor coste que no quieren soportar y no existe ninguna regulación que las obligue a adoptarlas.

En el *sector del transporte* existe una búsqueda continua por obtener *combustibles alternativos* que contaminen menos y sean más baratos. La industria automovilística se ha incorporado, todavía de forma lenta, a la concepción y producción en serie de vehículos accionados por biocarburantes, electricidad o hidrógeno que respeten el medio ambiente.

La producción y utilización de los biocarburantes en el transporte ofrece una serie de ventajas medioambientales con respecto a los combustibles de origen fósil. La combustión de bioetanol puede reducir las emisiones de gases de efec-

43. Este sistema consiste en transformar el carbón sólido en un gas sintético compuesto principalmente por monóxido de carbono e hidrógeno. El carbón es gasificado controlando la mezcla de carbón, oxígeno y vapor dentro del gasificador.

to invernadero entre un 40% y un 80%⁴⁴. Aunque los biocarburantes generan CO₂ al quemarse, los cereales convertibles en alcohol o los cultivos oleaginosos para producir biodiésel son sumideros de CO₂ que equilibran las emisiones de los automóviles.

Los vehículos híbridos, que combinan un motor de gasolina con uno eléctrico, consumen hasta un 40% menos de combustible y son respetuosos con el medio ambiente. En una ciudad como Sevilla, con 750.000 coches, si sólo el 10% fuera híbrido, se ahorrarían 30,4 millones de litros de combustible y se dejarían de emitir a la atmósfera 74.000 toneladas de CO₂⁴⁵.

La *pila de combustible* es otra de las tecnologías que pueden tener gran relevancia en el sector del transporte por su alta eficiencia energética, su bajo nivel de emisiones y de ruido, y la cogeneración de electricidad y calor, principalmente.

Las ventajas medioambientales de las pilas de combustible son uno de los principales factores que han contribuido en la fuerte apuesta que están haciendo instituciones públicas y privadas por esta tecnología. Las pilas de combustible tienen un enorme potencial en cuanto a la reducción de emisiones contaminantes y de esta forma contribuyen al desarrollo sostenible de los países.

En la utilización de pilas de combustible para la generación de electricidad en los sectores industrial y residencial, la reducción de emisiones frente a las centrales térmicas tradicionales puede ser del orden del 30% en emisiones de CO₂ y de unos dos o tres órdenes de magnitud en óxidos de nitrógeno y de azufre, monóxido de carbono y partículas si se emplea hidrógeno obtenido a partir de gas natural⁴⁶.

Sus principales inconvenientes se centran hoy día en el elevado coste que supone, al tratarse de una nueva tecnología con escasa implantación y que todavía no ha generado un mercado suficiente para abaratar los precios. Además, existen problemas técnicos en aspectos que necesitan seguir perfeccionándose, como su elevado peso.

El *hidrógeno* del que hace uso la pila de combustible representa otro de los enfoques de investigación para sustituir a los combustibles fósiles como carburantes. Con el hidrógeno se conseguiría el combustible más limpio, por encima de los biocarburantes, aunque todavía plantea una serie de problemas que deben ser resueltos, como su producción, transporte y almacenamiento.

Otra de las tecnologías que se están desarrollando con el fin de obtener un mayor respeto por el medio ambiente que repercuta en una menor emisión de gases contaminantes es la llamada "producción combinada", que permite el aprovechamiento del calor generado por la electricidad en lugar de desecharlo, lo que supone un considerable ahorro de combustible y el consiguiente impacto posi-

44. Artículo "Energías renovables: los Biocarburantes" (<http://www.publispain.com/revista/energias-renovables-los-biocarburantes.htm>).

45. Información obtenida de la Junta de Andalucía (<http://www.andaluciajunta.es/aj-not-.html?idNot=98801&idCanal=214411>).

46. Según datos del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial.

vo sobre el medio ambiente. Se aumenta la eficiencia en el consumo de combustible y al mismo tiempo se reduce la producción necesaria.

Por último, cabe citar la *energía nuclear* por su importancia medioambiental, ya que, como hemos visto en el capítulo anterior, ayuda a lograr una menor cantidad de emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Las investigaciones se están centrando en el desarrollo tecnológico de nuevos reactores más eficientes y seguros que los anteriores con el objetivo de lograr un suministro energético compatible con el medio ambiente. En la ilustración 34 se muestran los principales reactores en construcción e investigación.

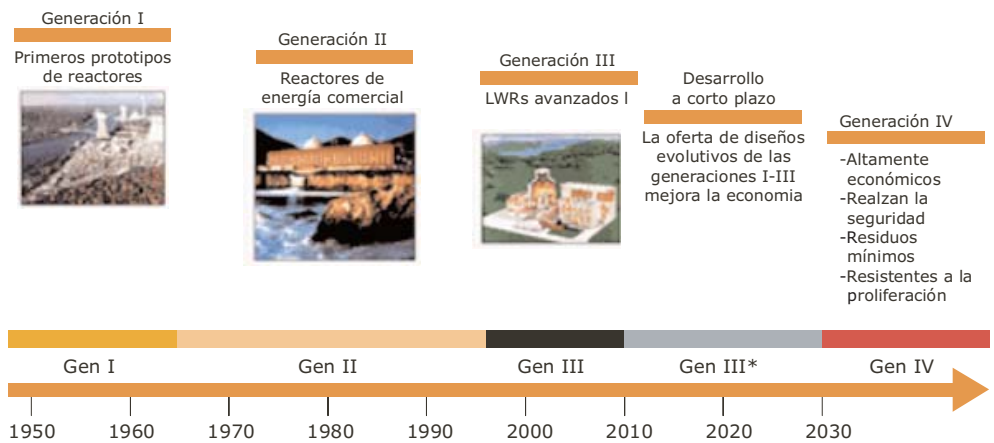


Ilustración 34: Evolución de los reactores nucleares.
Fuente: Foro de la Industria Nuclear Española.

Mis notas

Francia, junto con Alemania, está desarrollando la construcción de un nuevo reactor de tercera generación conocido como "Reactor Europeo de Agua Presurizada" (EPR), que integra los últimos progresos en seguridad, protección del medio ambiente, capacidad técnica y rentabilidad económica.

Para 2010 se espera que estén desarrollados los denominados "reactores de Generación III+", que incluirán diseños de seguridad pasivos y, en su mayoría, estarán basados en reactores de gas. Los reactores de cuarta generación, más a largo plazo, tendrán mayor seguridad, minimizarán los residuos y serán de bajo coste.

Todos estos desarrollos tecnológicos, tanto para conseguir un suministro energético garantizado como para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, aparecerán en el mercado antes o después dependiendo de la inversión pública y privada, de la superación de problemas técnicos y de la presión de la demanda.

Las nuevas formas de producción de los biocarburantes se perfilan como el adelanto que veremos desarrollado en el plazo más corto. La necesidad de medidas en el transporte debido a su alta dependencia del petróleo exige innovaciones en este sector, si bien parece que el petróleo seguirá ostentando la hegemonía.

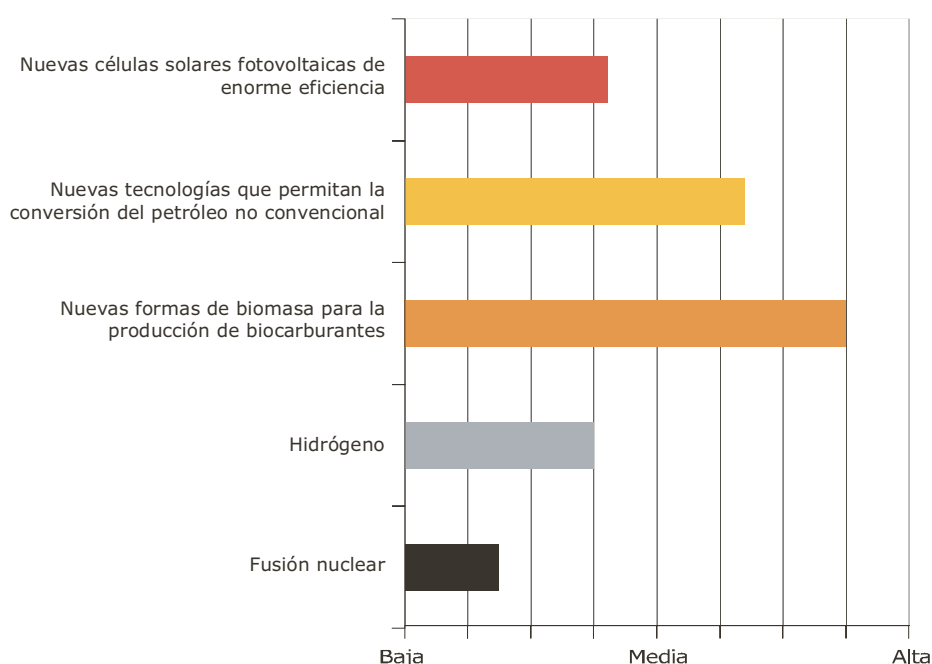


Ilustración 35: Probabilidad de aparición de las tecnologías en el corto-medio plazo.
Fuente: *Elaboración propia.*

En cuanto al hidrógeno o a las células solares fotovoltaicas, los expertos del FTF opinan que no verán la luz a medio plazo, ya que todavía plantean ciertos problemas técnicos que deben ser superados. La gran esperanza puede ser la fusión nuclear, pero actualmente parece que puede ser una solución para el siglo XXII.

Posiblemente, sólo cuando el agotamiento de los combustibles fósiles comience a ser una amenaza tangible y, por tanto, el precio de la energía alcance límites poco soportables para la economía mundial, se producirá un cambio radical en cuanto a la inversión para la innovación y desarrollo de alternativas energéticas. Mientras tanto, los expertos del FTF opinan que se pueden ir tomando algunas medidas o iniciativas tanto públicas como privadas que ayuden a realizar una transición más suave hacia un nuevo modelo de abastecimiento energético sostenible.