



# OBSERVATORIO DE ENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA

## RESUMEN EJECUTIVO

INFORME BASADO  
EN INDICADORES

Edición 2008



# Resumen Ejecutivo



## Resumen ejecutivo

### Energía y desarrollo sostenible

Es indudable que la energía y los servicios que proporciona son un factor esencial para el desarrollo de la humanidad y que su disponibilidad contribuye muy positivamente al bienestar de los pueblos. En España, la historia muestra claramente cómo el fuerte desarrollo económico de las últimas décadas –y particularmente el que se ha dado en los últimos años– ha venido acompañado de un crecimiento de la demanda de energía en sus diversas formas.

Lo anterior no implica, sin embargo, que deba darse por supuesto un crecimiento económico en España que acarree necesariamente una mayor demanda de energía sin que se cuestionen sus implicaciones. Son tres los grandes temas a abordar en relación con la producción y consumo de energía:

- Debe velarse porque las futuras generaciones puedan disponer de abundantes recursos energéticos como los que ahora disfrutamos.
- Deben mantenerse establemente bajo control los múltiples impactos negativos sobre el medio ambiente que causa la producción y consumo de energía.
- No se pueden ignorar las escandalosas diferencias en el acceso a los recursos energéticos entre una sociedad afluyente como la española y una parte muy importante de la humanidad, que no disfruta de ellos en absoluto o insuficientemente para lo que debiera corresponder a una persona en el siglo XXI.

#### ¿Qué se entiende por desarrollo sostenible?

En primer lugar, es preciso tener una visión integral de lo que significa el desarrollo. En la “*Declaración sobre el derecho al desarrollo*” que aprobó la Asamblea General de las Naciones Unidas en diciembre de 1986, se indica que “*el desarrollo es un proceso global económico, social, cultural y político, que tiende a la mejora constante del bienestar de toda la población y de todos los individuos sobre la base de su participación activa, libre y significativa en este desarrollo y en la distribución justa de los beneficios que de él se derivan*”.

El concepto de “*desarrollo sostenible*” fue formulado explícitamente en el informe presentado por la Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas en 1987, –conocido como el Informe Brundtland–, que lo define como “*el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades*”. El desarrollo sostenible descansa sobre la aceptación de que el desarrollo es posible y necesario; de que debe hacerse sostenible, perdurable y viable en el tiempo, y de que la sostenibilidad debe ser triple:

- Sostenibilidad social.
- Sostenibilidad medioambiental.
- Sostenibilidad económica.

La Declaración de Río, adoptada en el seno de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1992 y ratificada 10 años más tarde en la Cumbre de Johannesburgo, situó el desarrollo sostenible como un elemento central y le otorgó una amplia trascendencia política, al establecerlo como marco conceptual de orientación de políticas y estrategias para el progreso mundial. En la actualidad el desarrollo sostenible puede considerarse como un verdadero principio jurídico, que se va incorporando gradualmente en la legislación a todos los niveles.

#### La sostenibilidad en el ámbito de la energía

La energía tiene relaciones profundas y amplias con las tres dimensiones de la sostenibilidad. Es precisamente la producción y consumo de energía realizados de manera que soporten el desarrollo humano en sus aspectos social, económico y medioambiental, lo que en este Informe se entiende por sostenibilidad energética.

Es contundente y coincidente la opinión de muy diversas organizaciones solventes que han examinado la sostenibilidad del actual sistema energético mundial. Por ejemplo, el “*Informe mundial de la energía*”, publicado conjuntamente en el año 2000 por el Consejo Mundial de la Energía (CME), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, dice textualmente: “*Aunque no parece haber límites físicos en el suministro mundial de energía durante al menos los próximos cincuenta años, el sistema energético actual es insostenible por consideraciones de equidad así como por problemas medioambientales, económicos y geopolíticos que tienen implicaciones a muy largo plazo*”.

Los factores que condicionan la sostenibilidad del modelo energético mundial y, en particular, del modelo Español, son básicamente tres:

- La disponibilidad de recursos para hacer frente a la demanda de energía.
- El impacto ambiental ocasionado por los medios utilizados para su suministro y consumo.
- La enorme falta de equidad en el acceso a la energía, que constituye un elemento imprescindible para el desarrollo humano en la actualidad.

## El Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España

El Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España es un estudio, resultado de un amplio trabajo en equipo, que coordina y dirige la Cátedra BP de Desarrollo Sostenible de la Universidad Pontificia Comillas de Madrid. El trabajo se difunde públicamente por medio de un Informe anual que es presentado en un acto público organizado por la Cátedra. La Cátedra se creó en diciembre de 2002 y depende de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Su objeto es el desarrollo de actividades de formación, investigación, desarrollo e innovación de carácter científico y tecnológico en el ámbito del desarrollo sostenible.

El Observatorio tiene como objetivo emitir una valoración sobre la evolución de los acontecimientos en el campo de la energía en España, desde el punto de vista del desarrollo sostenible. El Informe trata de presentar, normalmente con periodicidad anual, la mejor perspectiva posible de la realidad energética española, evaluando dicha situación desde el punto de vista de la sostenibilidad.

El fin último del Informe es divulgar y crear conciencia social sobre estos temas en la sociedad española, estimulando un necesario debate sobre las importantes implicaciones de la energía en la sostenibilidad y sobre las medidas que, en consecuencia, deben adoptarse.

El Informe del "Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España" se basa en un conjunto amplio de indicadores a partir de los cuales se emite una valoración de la situación de sostenibilidad energética en España.

### La segunda edición del Observatorio

La primera edición del Informe fue publicada en Febrero de 2005 y con esta segunda edición, publicada en 2008, se da continuidad al trabajo que se inició en aquella, actualizando la información presentada, incorporando nuevos indicadores en el Informe y evaluando las acciones que se han llevado a cabo en el sector energético español desde la publicación anterior. El panorama energético español, al igual que en la primera edición del Observatorio, se enmarca en el contexto de las actuaciones llevadas a cabo en el ámbito de la Unión Europea y mundial.

La metodología de Fuerzas Motrices, Presiones, Estado, Impacto y Respuestas (FPEIR), que se empleó en la primera edición del Observatorio, se mantiene en esta segunda. Sin embargo, se ha mejorado la distribución de indicadores entre los diferentes pasos del proceso energético, detallando ocho indicadores en cada uno de ellos.

### Estructura general del documento

El Observatorio consta de dos partes principales, claramente diferenciadas. La primera está dedicada a exponer un conjunto de cuarenta indicadores que tratan de representar el estado y la evolución del

sector energético en España y sus múltiples relaciones con los aspectos económicos, sociales y medioambientales que caracterizan la sostenibilidad del desarrollo (capítulo 4). Previamente a la exposición de los indicadores y como marco de referencia para la presentación de los mismos, se exponen brevemente las principales características del consumo energético en España, detallando la producción y demanda de energía por fuentes energéticas, así como la demanda final de los principales sectores consumidores (capítulo 3).

### Primera parte: indicadores

La información sobre los indicadores de la primera parte del documento se ha estructurado tomando como referencia la metodología *DPSIR - Drivers, Pressures, State, Impact, Responses, (FPEIR - Fuerzas Motrices, Presiones, Estado, Impacto y Respuestas)*, que utiliza la Agencia Europea de Medio Ambiente en sus análisis de sostenibilidad medioambiental. La cadena energética se estructura en estos cinco pasos de la siguiente forma:

- El sector energético recibe demandas de la sociedad en forma de servicios y productos que requieren energía (*Drivers* o Fuerzas Motrices).
- La producción y el consumo final de esta energía dan lugar a efectos (*Pressures* o Presiones) sobre el entorno medioambiental, pero también sobre el social y el económico.
- El medio receptor de estas presiones se encuentra a su vez en una determinada situación (*State* o Estado) de deterioro y con una determinada capacidad de carga para admitir las presiones.
- El efecto acumulado de las presiones da lugar a un impacto global sobre el mismo (*Impact* o Impacto).
- Finalmente, la sociedad a través de los diferentes agentes que la componen, reacciona a lo anterior adoptando un conjunto de medidas (*Responses* o Respuestas) que tienen la capacidad de modificar lo anterior, dando lugar a un sistema de interacciones mutuas.

### Segunda parte: evaluación

La segunda parte del Observatorio está dedicada a la valoración crítica de la información que se presenta en la primera parte. A partir de la información de cada uno de los cuarenta indicadores que se presentan en el Informe, se analiza la sostenibilidad del modelo energético español de forma integrada.

En esta segunda parte de evaluación se analiza la evolución conjunta del sistema energético nacional y la senda de sostenibilidad o insostenibilidad recorrida durante los últimos años, así como las medidas que se vienen adoptando y las que se plantean para el futuro.

## Estructura de los indicadores de energía y sostenibilidad

Para la presentación de los indicadores se ha adoptado una metodología según la cual el análisis del impacto del sector energético sobre la sostenibilidad se estructura en cinco pasos: Fuerzas Motrices, Presiones de las Fuerzas Motrices sobre el entorno, Estado del entorno, Impacto global sobre el entorno a consecuencia de los puntos anteriores y Respuestas frente a este Impacto global por parte de los agentes implicados.

### Fuerzas Motrices

Las Fuerzas Motrices (*Drivers*): son las medidas del volumen de demandas que el sector energético recibe de la sociedad en forma de servicios y productos que requieren energía. Los ocho indicadores de Fuerza motriz que se presentan en el Observatorio, son:

- F-1: Consumo de energía primaria y final
- F-2: Actividad y estructura económica: distribución sectorial
- F-3: Construcción de viviendas e infraestructuras
- F-4: Precio de la energía final
- F-5: Eficiencia energética: intensidad energética primaria y final
- F-6: Movilidad y parque de vehículos
- F-7: Población y hogares
- F-8: Nivel de renta y equipamiento residencial

### Presiones

Presiones (*Pressures*) de las Fuerzas Motrices sobre el entorno: son las medidas de los efectos medioambientales, pero también sociales y económicos, de las Fuerzas Motrices sobre el entorno. Los ocho indicadores de Presión que se presentan en el Observatorio, son:

- P-1: Emisión de gases de efecto invernadero
- P-2: Emisión de gases contaminantes
- P-3: Generación de residuos radioactivos
- P-4: Intensidad de carbono de la economía
- P-5: Dependencia energética: autoabastecimiento y diversificación
- P-6: Capacidad de las infraestructuras de suministro energético
- P-7: Balanza comercial: precio de combustibles y de las emisiones de CO<sub>2</sub>
- P-8: Bienestar social: Índice de Desarrollo Humano (IDH) y sostenibilidad

### Indicadores de Estado

Estado del entorno (*State*): es el conjunto de medidas que representan las condiciones que caracterizan al entorno medioambiental, social y económico durante el intervalo temporal de análisis. Los ocho indicadores de Estado que se presentan en el Observatorio, son:

- E-1: Concentración de gases de efecto invernadero
- E-2: Concentración de gases contaminantes
- E-3: Acumulación de residuos radioactivos
- E-4: Condiciones naturales y climatológicas
- E-5: Recursos energéticos mundiales disponibles y ritmo de producción
- E-6: Estado tecnológico
- E-7: Acceso mundial a fuentes modernas de energía
- E-8: Percepción social de la energía y la sostenibilidad

### Impactos

Impacto global sobre el entorno (*Impact*): es el conjunto de medidas que caracterizan las consecuencias que sobre el deterioro medioambiental, la salud de las personas o la economía, tiene el efecto provocado por las presiones al darse un determinado estado del entorno. Los ocho indicadores de Impacto que se presentan en el Observatorio, son:

- I-1: Impacto medioambiental, social y económico del cambio climático
- I-2: Impacto de la contaminación: acidificación y calidad del aire urbano
- I-3: Impacto de los residuos radioactivos
- I-4: Duración de los recursos energéticos: precios internacionales
- I-5: Impacto sobre la competitividad económica
- I-6: Vulnerabilidad energética
- I-7: Impacto sobre la cohesión social nacional
- I-8: Impacto de las desigualdades energéticas mundiales

### Respuestas

Respuestas (*Responses*) frente a este Impacto global: son las medidas adoptadas por los agentes implicados para limitar, reducir o mitigar los impactos no deseados y/o modificar adecuadamente Fuerzas Motrices, Presiones o Estado, con el mismo fin. Las ocho respuestas que se presentan en el Observatorio, son:





- R-1: Medidas regulatorias y de política energética: planificación
- R-2: Ahorro y eficiencia energética
- R-3: Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero
- R-4: Reducción de emisiones contaminantes
- R-5: Fomento de las energías renovables
- R-6: Investigación, desarrollo e innovación en energía
- R-7: Educación y concienciación social
- R-8: Acciones para el acceso universal a la energía

Indicadores del Observatorio









Fig. 1.- Indicadores del Observatorio por categorías. Resumen, ámbito de aplicación y dimensión principal de la sostenibilidad

		Ámbito de aplicación del indicador		Dimensión principal de la sostenibilidad de cada indicador		
		Español	Mundial	M. Amb.	Social	Económ.
<b>OBSERVATORIO DE ENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA - EDICIÓN 2008</b>						
<b>FUERZAS MOTRICES</b>						
F1	Consumo de energía primaria y final <i>En los últimos años, el consumo energético en España ha crecido más que en los países del entorno europeo y, salvo en 2005, con tasas superiores al crecimiento económico. En las dos últimas décadas se ha duplicado el consumo total de energía en España</i>					
F2	Actividad y estructura económica: distribución sectorial <i>La economía española ha crecido en los últimos años por encima de la media europea, en su proceso de convergencia con la UE. Aunque su estructura tiende hacia el sector de servicios (terciario), el peso de sectores productivos intensivos en energía es aun notable</i>					
F3	Construcción de viviendas e infraestructuras <i>Las más de 800.000 viviendas construidas en España en 2005 superan las realizadas en Alemania, Francia y Reino Unido juntos, aunque la tendencia se va moderando. España es el país de la UE en el que más crecieron las infraestructuras de transporte desde 1990</i>					
F4	Precio de la energía final <i>El precio de la energía final en España (básicamente: combustibles para automoción, electricidad y gas natural) es inferior a la media de los países del entorno europeo. El precio de la electricidad ha bajado en términos reales un 31% entre 1995 y 2005</i>					
F5	Eficiencia energética: intensidad energética primaria y final <i>El consumo de energía por unidad de Producto Interior Bruto en España (intensidad energética) ha evolucionado de forma ascendente en los últimos años (hacia una menor eficiencia), excepto en 2005. Esta tendencia creciente es contraria a la de los países de la UE</i>					
F6	Movilidad y parque de vehículos <i>La movilidad de personas y de mercancías en España se ha duplicado entre 1990 y 2003. El parque de vehículos se ha multiplicado por cuatro entre 1975 y 2005, siendo actualmente de los más antiguos de Europa: supera en más de un año la antigüedad media del parque europeo</i>					
F7	Población y hogares <i>En España, a pesar de la baja tasa de natalidad, crece la población a consecuencia de la abundante inmigración. Aumenta también el número de hogares aunque cada vez son menos personas las que forman la unidad familiar, incrementándose así el consumo energético</i>					
F8	Nivel de renta y equipamiento residencial <i>La Renta Nacional Disponible Neta por habitante a precios de mercado ha evolucionado en España desde 13.376 €/hab. en 2000 hasta 17.244 €/hab. en 2005 (+29%). El mayor poder adquisitivo provoca que se vendan en España 23 millones de electrodomésticos al año</i>					
<b>PRESIONES</b>						
P1	Emisión de gases de efecto invernadero <i>Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) han crecido en España un 48% entre 1990 y 2006, pero el Protocolo de Kyoto sólo permite un crecimiento del 15% entre 1990 y la media del periodo 2008-2012. En 2006 las emisiones de GEI han disminuido con respecto al año 2005</i>					
P2	Emisión de gases contaminantes <i>Las emisiones de los principales gases contaminantes en España (acidificantes, eutrofizantes y precursores del ozono) han crecido entre 1990 y 2003, siendo de difícil cumplimiento los objetivos fijados para el año 2010. El SO2 y el CO son los únicos que se han reducido</i>					
P3	Generación de residuos radioactivos <i>En España se producen residuos radioactivos sobre todo como consecuencia de la operación de las ocho centrales nucleares existentes, que producen residuos de alta actividad (los más peligrosos, almacenados de momento en las propias centrales), de baja y de media actividad</i>					
P4	Intensidad de carbono de la economía <i>La intensidad de carbono (la cantidad de carbono -o CO2- producido por unidad de Producto Interior Bruto) ha permanecido estable en los últimos años en España, excepto en 2006 que ha decrecido. Europa, de media, ha disminuido la intensidad de carbono en los últimos años</i>					
P5	Dependencia energética: autoabastecimiento y diversificación <i>La dependencia energética del exterior en España se sitúa en 2006 en el 80%, es decir, España se abastece de energía tan sólo en un 20%. La media europea se sitúa en el 50%. El origen de los suministros de petróleo está bastante diversificado, pero no es así para el gas natural</i>					
P6	Capacidad de las infraestructuras de suministro energético <i>El crecimiento de la demanda de energía en España provoca la necesidad de nuevas infraestructuras de suministro energético: centrales eléctricas, redes de electricidad y gas, estaciones de regasificación, etc. Mientras unas se sobrecargan, otras son infrutilizadas</i>					
P7	Balanza comercial: precio de combustibles y de las emisiones de CO2 <i>La elevada dependencia de recursos fósiles importados que presenta España, la escalada de los precios del petróleo y del gas natural, así como el gran crecimiento de las emisiones de CO2, repercute incrementando el déficit de la balanza comercial nacional</i>					
P8	Bienestar social: Índice de Desarrollo Humano (IDH) y sostenibilidad <i>España, octava potencia económica mundial, ocupa en 2006 el puesto 19 en la relación de países de mayor Índice de Desarrollo Humano (IDH) de Naciones Unidas. En el Índice de Eficiencia Medioambiental de la Universidad de Yale (EPI, en inglés), ocupa el puesto 23</i>					
<b>INDICADORES DE ESTADO</b>						
E1	Concentración de gases de efecto invernadero <i>La concentración de gases de efecto invernadero ha aumentado desde las 280 ppm de la época preindustrial, hasta las 380 ppm que se tienen en la actualidad. Las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero han crecido casi un 30% desde 1990</i>					
E2	Concentración de gases contaminantes <i>La concentración de contaminantes en zonas alejadas de los focos de emisión en España es aceptable, pues no se superan las concentraciones límite. En el medio urbano, la situación es también aceptable y se espera cumplir los objetivos de concentración fijados</i>					
E3	Acumulación de residuos radioactivos <i>Los residuos radioactivos de baja y media actividad que se producen en España (RBMA) se almacenan en El Cabril. Los residuos de alta actividad (RAA) se almacenan en las mismas centrales nucleares, hasta que se construya el almacén temporal centralizado (ATC) para ellos</i>					
E4	Condiciones naturales y climatológicas <i>Las condiciones naturales españolas, por número de horas de sol, amplia zona costera, cauces fluviales y zonas montañosas, son aptas para el desarrollo de las energías renovables. El clima español es cálido en verano, moderado en invierno y con escasas precipitaciones</i>					











E5	Recursos energéticos mundiales disponibles y ritmo de producción  Los recursos fósiles son finitos y están desigualmente distribuidos en el mundo. Los recursos renovables son ilimitados y están muy distribuidos. El ritmo de producción de petróleo está cerca de la saturación. España tiene escasos recursos fósiles y abundantes renovables
E6	Estado tecnológico  La tecnología es un factor clave en el desarrollo del modelo energético mundial. Las tecnologías energéticas presentan actualmente limitaciones de eficiencia en el uso de los combustibles fósiles y limitaciones para un mayor desarrollo de las energías renovables
E7	Acceso mundial a fuentes modernas de energía  Un tercio de la población mundial, entre 1.600 y 2.000 millones de personas, carece en la actualidad de acceso a fuentes modernas de energía como la electricidad o el gas natural. Esas personas consumen básicamente biomasa para cubrir sus necesidades energéticas
E8	Percepción social de la energía y la sostenibilidad  La sociedad española estaba muy poco concienciada hace apenas cinco años sobre los problemas de energía y sostenibilidad. Hoy, a raíz de la mayor importancia que el gobierno y los medios están dando a la situación, la gravedad del problema está llegando a la población

**IMPACTOS**

I1	Impacto medioambiental, social y económico del cambio climático  Los impactos medioambientales asociados al cambio climático que ya se están produciendo y que en el futuro tendrán mayor intensidad, tienen amplias implicaciones sociales y económicas, tanto para España como para el conjunto mundial
I2	Impacto de la contaminación: acidificación y calidad del aire urbano  La contaminación atmosférica en España, principalmente en las ciudades, afecta a la calidad de vida de las personas y puede causar impactos sobre la salud. Las partículas PM10 y el NO2 superan los valores límite establecidos. La acidificación no es hoy relevante en España
I3	Impacto de los residuos radioactivos  En España se producen residuos radioactivos sobre todo como consecuencia de la operación de las ocho centrales nucleares existentes, que producen residuos de alta actividad (los más peligrosos, almacenados de momento en las propias centrales), de baja y de media actividad
I4	Duración de los recursos energéticos: precios internacionales  Los recursos energéticos fósiles del planeta son finitos y su duración depende de la producción, para un determinado nivel de precios. El barril de petróleo Brent (referencia en Europa) supera en otoño de 2007 los 80\$. Los recursos energéticos renovables son ilimitados
I5	Impacto sobre la competitividad económica  La situación energética española (dependencia energética exterior muy elevada, alta participación de los combustibles fósiles en el mix energético, etc.), unida a la situación de los precios internacionales, provoca un impacto sobre la competitividad económica nacional
I6	Vulnerabilidad energética  España presenta vulnerabilidades en materia energética a consecuencia de un modelo basado en los combustibles fósiles, importados del exterior y de precios volátiles. El crecimiento de la dependencia del gas natural, importado por gasoducto o en buques, no alivia esta situación
I7	Impacto sobre la cohesión social nacional  La energía, como necesidad fundamental para la población, puede repercutir notablemente sobre la cohesión social del país. Los precios energéticos en España apenas desarrollan esa función, por la práctica inexistencia de variaciones de precio por nivel de consumo o de renta
I8	Impacto de las desigualdades energéticas mundiales  Las desigualdades mundiales en materia energética ya causan notables impactos en la actualidad. Sin embargo, el crecimiento futuro de los países en vías de desarrollo y su legítima aspiración a un consumo similar al nuestro actual, agravará los impactos los próximos años

**RESPUESTAS**

R1	Planificación energética  El consumo de energía en España se ha multiplicado por 2,5 entre 1973 y 2006, representando el mayor crecimiento de toda la UE. El potencial de ahorro energético se estima entre el 20% y el 30%, según la propia UE. Las medidas tomadas hasta el momento son insuficientes
R2	Ahorro y eficiencia energética  El consumo de energía en España se ha multiplicado por 2,5 entre 1973 y 2006, representando el mayor crecimiento de toda la UE. El potencial de ahorro energético se estima entre el 20% y el 30%, según la propia UE. Las medidas tomadas hasta el momento son insuficientes
R3	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero  Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en España han aumentado un 48% entre 1990 y 2006. El Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión 2005-2007, en el marco del mercado europeo de derechos de emisión, es un instrumento de control de las emisiones
R4	Reducción de emisiones contaminantes  España se encuentra lejos del cumplimiento de los compromisos de emisiones de gases contaminantes adquiridos para el año 2010. El Plan Nacional de Reducción de Emisiones de Grandes Instalaciones de Combustión (PNRE-GIC) aspira a que se cumplan las metas fijadas
R5	Fomento de las energías renovables  Los objetivos para 2010 del Plan de Fomento de las Energías Renovables 1999-2010 se habían superado en 2005 en algunas áreas y, en cambio, en otras apenas se había avanzado. El Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010 reorienta el anterior plan y marca nuevos objetivos
R6	Investigación, desarrollo e innovación en energía  La inversión en I+D+i en España en relación con el PIB ocupa un lugar muy discreto en el conjunto de países de la UE, con el 1,12% del PIB. La inversión en I+D+i energético representa un 0,007% del PIB, lejos de Francia, que dedicó el 0,053% a investigación en energía
R7	Educación y concienciación social  Las acciones tomadas en relación con la educación y concienciación de la sociedad en favor de la sostenibilidad se han centrado en el cambio climático, como referente para lograr un ahorro de energía y una disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero
R8	Acciones para el acceso universal a la energía  La Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD) española en el año 2005 ascendió a 3.011 millones de \$ (el 0,27% del Producto Nacional Bruto –PNB–), un 23,6% más que en 2004. La energía no es un sector específico en la cooperación española y, en 2003, se le asignaron 50 millones de \$

Fuente: elaboración propia

## Evaluación integrada de los indicadores del Observatorio

A lo largo de este estudio se han explicado los procesos de transformación que permiten disponer de energía en forma útil para cubrir nuestras necesidades, y también los diversos impactos sobre la sostenibilidad que de ello se derivan. A través de un conjunto compacto de indicadores se ha ofrecido una descripción completa y precisa de la situación presente, de la tendencia en la evolución de las distintas actividades que demandan energía, y de las tecnologías y energías primarias que utilizamos para satisfacer esas demandas. Se han analizado indicadores más específicos, que muestran lo eficientes que son los distintos procesos de transformación energética, cómo son de contaminantes y cómo se compara la situación española con la de otros países de nuestro entorno económico. También se ha examinado nuestro nivel de dependencia energética y el potencial de los recursos energéticos propios y externos para hacer frente a nuestras necesidades actuales y futuras. Finalmente, se ha presentado un amplio catálogo de las medidas que, tanto la Unión Europea como España, han comenzado a aplicar para integrar la política hacia la sostenibilidad en los distintos ámbitos de la actuación normativa y en todos los sectores económicos.

Toda esta información, presentada en un formato didáctico pero riguroso y con una perspectiva amplia que sobrepasa el marco de lo estrictamente energético, permite formarse una idea de conjunto del modelo energético español, necesariamente integrado en el europeo y el mundial. La reflexión, a partir de este valioso acervo de conocimientos, permite alcanzar algunas conclusiones, que tratan de llegar más allá de lo expuesto hasta el momento.

### **Hay que ser conscientes de la clara falta de sostenibilidad del presente modelo energético y de la necesidad de un profundo cambio de rumbo en las próximas décadas.**

El Informe ofrece una visión muy preocupante del modelo energético español y mundial, pero no es una visión desesperanzada. Por un lado, los indicadores, tanto en su valor actual como en su tendencia, muestran con claridad la falta de sostenibilidad del modelo, en sus tres dimensiones: económica, medioambiental y social. En efecto, la enorme dependencia energética actual de España, y la previsible falta a medio plazo de un suministro confiable y a precios asequibles de los combustibles que previsiblemente vamos a necesitar, ponen en peligro nuestro aprovisionamiento energético, que es imprescindible para mantener e incrementar nuestro nivel de bienestar. Además, los impactos medioambientales, y muy en particular el cambio climático, exceden límites tolerables y compatibles con la calidad de vida a la que aspiramos. Finalmente, es evidente que, tanto la disponibilidad y precio de los combustibles energéticos como las emisiones de gases de efecto invernadero, convierten en global el problema energético, y lo asocian directamente con la falta de equidad en el

acceso a las formas avanzadas de energía y con el inevitable y necesario incremento del consumo energético en los países en desarrollo, que a su vez agrava el impacto ambiental y la escasez de recursos.

Los desafíos mayores que conlleva el modelo energético actual son los siguientes:

- El desarrollo económico está todavía acoplado en exceso al crecimiento de la demanda de energía y de electricidad en particular, con un escaso nivel de utilización del potencial existente en ahorro y eficiencia energética.
- La utilización masiva de combustibles fósiles para el abastecimiento energético es, con mucho, la principal fuente de emisión antropogénica de gases de efecto invernadero, cuyo fuerte y sostenido aumento es factor determinante de un cambio climático con graves efectos potenciales adversos, tanto sociales como medioambientales y económicos.
- La creciente dependencia de las importaciones de recursos energéticos –combustibles fósiles en su mayoría– amenaza la seguridad de suministro en España, así como en la mayoría de los países europeos. Se añade a lo anterior la incertidumbre sobre la disponibilidad de recursos energéticos duraderos, fiables y a un precio asequible.
- Hay que hacer frente al doble reto de conseguir el acceso universal a las formas modernas de energía y de convivir con las implicaciones del correspondiente inevitable crecimiento del consumo energético.

La cara optimista de la moneda es la amplia capacidad de respuesta de la que se dispone, en una multiplicidad de frentes y de líneas de actuación, aunque ninguna de ellas promete –ni de lejos– poderse hacer cargo del problema energético en su totalidad. Centrándonos en España –aunque las medidas a tomar en la mayoría de los países desarrollados tienen necesariamente muchos aspectos en común–, las líneas de actuación más inmediatas, y que serán dominantes durante los próximos diez o veinte años serán el ahorro y la eficiencia energética –entre otras medidas, con un amplio desarrollo de la cogeneración y la trigeneración así como por unas pautas de consumo mucho más racionales–, y la extensión del uso de las energías renovables, incluyendo aquí también los biocombustibles; aunque ambas habrán de abordarse con una intensidad muy superior a la que ha sido empleada hasta la fecha o a la que incluso está prevista en los actuales planes de actuación. También en el corto y medio plazo hay que contar con la sustitución de combustibles (carbón y fuel oil por gas natural) y, a partir de la próxima década, con mayores avances en el ahorro y eficiencia energética en el transporte y en la producción de electricidad, biocombustibles de segunda generación, la energía nuclear –si contase con la aprobación ciudadana, a pesar de sus graves problemas–, y las primeras instalaciones de secuestro y almacenamiento del CO<sub>2</sub> proveniente de grandes instalaciones de combustión. Otros

desarrollos tecnológicos prometedores, a los que habrá que dedicar los recursos necesarios en función de su potencial, pero con los que no se podrá contar masivamente en las dos próximas décadas, incluyen posibles avances en energías renovables –como la utilización a gran escala de una tecnología solar termoeléctrica y fotovoltaica más económica y eficiente que la actual–, el pleno desarrollo de la captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>, nuevas posibles tecnologías nucleares avanzadas que permitan superar los actuales problemas, la introducción del hidrógeno como vector energético una vez que se pueda producir de forma limpia y eficiente y, más adelante, tecnologías cuya aplicabilidad es más especulativa, como la fusión nuclear y otros desarrollos tecnológicos prometedores en fase de investigación.

**Hay que combinar una visión integral estratégica de largo plazo con acciones concretas que produzcan resultados tangibles en el plazo inmediato, siendo concientes de la magnitud del esfuerzo a realizar.**

Sin perjuicio de otros impactos medioambientales de las transformaciones energéticas, que se exponen ampliamente en el presente estudio, estas conclusiones se van a centrar en el cambio climático, como el caso paradigmático para examinar la interacción entre modelo energético y el medio ambiente, a causa de su importancia objetiva y porque ha conseguido captar la atención de los políticos y del público en general.

El conocimiento científico sobre el cambio climático se ha consolidado muy considerablemente durante los últimos años. Se estima que la cantidad global anual de emisiones de gases de efecto invernadero de origen antropogénico tendrá que reducirse a la quinta parte de lo que es ahora, para conseguir estabilizar la concentración de estos gases en la atmósfera en el presente siglo, que es el horizonte relevante para la toma responsable de decisiones por nuestra generación. Será preciso que los países más desarrollados reduzcan del orden del 25 al 40% en el 2020 y de un 80 al 95% en el 2050 sus emisiones de GEI respecto a los valores de 1990, y que el resto de los países se sumen en la medida de sus posibilidades, si se quiere limitar el incremento medio de la temperatura al entorno de los 2°C y minimizar el riesgo de que las consecuencias sean catastróficas. El Protocolo de Kyoto, que tanto nos está costando aplicar, solamente requiere una reducción promedio del 5% y únicamente en los países desarrollados. A España, que lleva varios años experimentando un fuerte crecimiento económico, con una elevadísima dependencia energética, índices de eficiencia y de emisiones poco favorables y más del 80% de combustibles fósiles en la dieta energética (energía primaria), le corresponde realizar un gran esfuerzo, obviamente dentro de un reparto de cargas equitativo en el contexto europeo y mundial.

Los objetivos globales y los compromisos internacionales, frecuentemente expresados como objetivos de medio y largo plazo –como los acordados por el Consejo Europeo de marzo de 2007 para el año 2020–, deben materializarse en

acciones concretas que efectivamente reduzcan la excesiva presión sobre los recursos naturales escasos, mitiguen las emisiones de gases de efecto invernadero y promuevan los necesarios cambios tecnológicos.

**Hay que definir y poner en vigor los instrumentos regulatorios adecuados que permitan trasladar los principios generales y declaraciones de objetivos a medio y largo plazo a acciones concretas.**

Como se ha puesto de manifiesto al inventariar las actuaciones de integración de la política ambiental en la normativa española y europea, los instrumentos que pueden utilizarse son muy variados, e incluyen tanto los mecanismos genuinos de mercado como los de carácter obligatorio, como son los límites y los estándares de eficiencia.

En el entorno actual de mercados energéticos liberalizados y funcionando en régimen de competencia, los precios de la energía debieran constituir la mejor señal económica para que los consumidores adaptasen su demanda a las condiciones del suministro y, por otro lado, para que los inversores eligiesen las tecnologías más apropiadas para satisfacer el consumo. Sin embargo la utilización de señales de precios que correctamente reflejen la realidad de los mercados o los costes subyacentes es solamente una condición necesaria para situarse en una senda de sostenibilidad, pero de ningún modo suficiente. El motivo es, sencillamente, que actualmente no se dan las condiciones para que los precios energéticos recojan los verdaderos costes de las externalidades asociadas a las transformaciones energéticas, como, por ejemplo, el agotamiento a largo plazo de los recursos fósiles, el efecto sobre el cambio climático de las emisiones de GEI o el impacto de otros gases u otros productos contaminantes. Por ejemplo, así seguirá ocurriendo con el precio de los derechos de emisión de los GEI mientras no se impongan objetivos de reducción de emisiones consecuentes con la verdadera magnitud del problema. Éste es el motivo de que, al menos en la actualidad, se tenga que complementar a las señales de precios energéticos con instrumentos regulatorios adicionales, como cuotas y otros límites, estándares de eficiencia o de emisión, o primas y otros mecanismos de promoción de las tecnologías limpias.

Aunque en el corto y medio plazo sean el ahorro y la eficiencia energética y las energías renovables las medidas que se espera tengan mayor eficacia para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, es indudable que la clave del paso a una economía global baja en carbono es la innovación tecnológica. Y para conseguir la necesaria transformación tecnológica, como se acaba de indicar, el precio del carbono probablemente no será una señal económica suficientemente fuerte y estable y se necesitarán mecanismos y políticas públicas específicas, de ámbito nacional o regional: instrumentos de apoyo a las tecnologías más prometedoras libres de carbono, sin que ello signifique escoger prematuramente ninguna de estas tecnologías;

incentivos para la eficiencia energética en sectores difusos clave, como el transporte y la edificación; la transferencia de tecnología apropiada y la financiación adecuada de todas estas actuaciones, en el caso de los países en vías de desarrollo, procedente de los países desarrollados como el nuestro.

**Es imprescindible contar con una visión de futuro, que establezca objetivos, evalúe las diversas líneas de actuación, facilite que los ciudadanos puedan conocer y decidir entre las opciones existentes y permita un seguimiento del cumplimiento de las metas marcadas.**

Acabamos de ver por qué los mercados de energía no proporcionan por sí solos soluciones adecuadas a los grandes problemas estratégicos de seguridad de suministro, agotamiento de los recursos naturales, dependencia energética o mitigación del cambio climático. Pero sí que es posible, y deseable, compatibilizar la existencia de mercados energéticos competitivos, que asignen eficientemente los recursos escasos, con medidas regulatorias de carácter estratégico que establezcan niveles mínimos o máximos de penetración de determinadas tecnologías renovables, o financiación para I+D+i energético de largo plazo, así como límites superiores a las emisiones de gases de efecto invernadero en conjunto o para un sector determinado, o topes al porcentaje de dependencia de un determinado recurso o país de origen. Como las señales de precio, aunque útiles y recomendables, no son capaces de internalizar de forma completa estos objetivos, deben complementarse con instrumentos regulatorios ad hoc para cada caso. Estas medidas complementarias no pretenden sustituir o interferir con la libertad de instalación y operación de las empresas energéticas.

Para poder fijar el alcance y contenido de estas medidas regulatorias suplementarias, es preciso realizar un análisis a medio y largo plazo, que ponga sobre la mesa las cuentas energéticas básicas y las alternativas existentes, con su potencial, sus ventajas e inconvenientes y sus implicaciones en coste y emisiones. Ninguna tecnología debe excluirse a priori y es posible que haya que contar con la contribución de todas ellas. La incertidumbre es grande, pero las alternativas no son muchas y algunas de las decisiones clave serán en definitiva políticas, atendiendo a las preferencias de los ciudadanos. Por el lado del suministro hay que considerar hasta dónde se quiere y se puede llegar en la penetración de renovables, en la sustitución de combustibles fósiles, en la mejora de los rendimientos y en la cogeneración, en el uso de nuevas tecnologías como el secuestro y almacenamiento geológico del CO<sub>2</sub>, y en la extensión de vida y futuro desarrollo de la energía nuclear. Por el lado del consumo está claro que debe incidirse sobre todo en los sectores del transporte y la edificación, e incentivar debidamente al sector industrial. Cada una de las muchas formas de ahorrar energía y de mejorar la eficiencia energética necesita instrumentos específicos de promoción. Muchas líneas de

actividad –en los modos de transporte, la generación eléctrica distribuida o en la operación del sistema eléctrico, por ejemplo– que son imprescindibles en el corto plazo, pueden ser clave en estrategias energéticas en un plazo suficientemente largo.

Este análisis debe tomar en cuenta la actual disponibilidad y la evolución prevista de las distintas tecnologías de generación en sus dimensiones tecnológica y económica, la disponibilidad prevista de los distintos recursos energéticos, las restricciones medioambientales, la capacidad de respuesta de la demanda en sus dimensiones de ahorro y de mejora de la eficiencia energética, las consideraciones geopolíticas, las implicaciones del actual proceso de liberalización de los mercados energéticos, la repercusión de las distintas estrategias sobre la seguridad del suministro, la capacidad de las interconexiones con mercados externos, el precio de la electricidad y la competitividad de industrias y servicios, contando siempre con la percepción del ciudadano de la situación energética.

El objetivo no es otro que diseñar una política o estrategia energética sostenible. Es esencial disponer de una visión de un futuro modelo energético sostenible para poder utilizarlo de alguna forma como referencia para valorar la situación presente, estudiar las tendencias previsibles y determinar las directrices de acción más recomendables, que han de concretarse en planes de actuación para abordar aspectos específicos: el ahorro y la mejora de la eficiencia energética, el régimen especial de generación, la I+D en el sector energético, el futuro papel que haya de desempeñar la energía nuclear, la cooperación internacional para el acceso universal a la energía y la formación y concienciación medioambiental de la población.

Los gobiernos de varios países de nuestro entorno económico han realizado estudios para examinar de qué opciones disponen para transitar hacia modelos energéticos más sostenibles. Estos análisis previos de largo plazo, tanto cualitativos como cuantitativos, son la única base posible para un debate público constructivo que conduzca a una consulta a los ciudadanos sobre sus opciones ante las alternativas que se les presenten y a la adopción de las soluciones que de este debate se deriven.

En el caso español aún no contamos con esta visión integradora. Las medidas, planes e instrumentos regulatorios que se han descrito en este documento todavía tienen horizontes temporales muy limitados y no sirven para fijar orientaciones estratégicas de largo plazo. Por ejemplo, ni siquiera permiten vislumbrar el año 2020, para el que ya el Consejo Europeo ha acordado importantes compromisos orientados a mejorar la sostenibilidad de nuestro modelo energético.

En septiembre de 2006 el Presidente del Gobierno anunció la realización, por parte del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, de un estudio de "Prospectiva Energética en España en el horizonte del 2030", que habrá de servir de base para la toma de decisiones en materia energética en los próximos años. El objetivo del estudio es "investigar



las posibilidades y definir las líneas estratégicas para que España pueda conseguir en el horizonte 2030 el máximo nivel posible de autoabastecimiento energético con energías renovables, garantizando en todo momento la seguridad y calidad del suministro energético y todo ello en un marco que asegure un crecimiento económico sostenible, contribuyendo con ello al bienestar de los ciudadanos... Este estudio de prospectiva permitirá plantear y comparar distintos escenarios energéticos que puedan presentarse en un futuro, facilitando con ello la planificación de políticas energéticas adecuadas, que minimicen en lo posible los efectos de los altos precios energéticos, de la inseguridad de abastecimiento en el mercado energético y del crecimiento insostenible de las emisiones de dióxido de carbono." Es de desear que esta iniciativa dé una respuesta largamente esperada a la necesidad de una visión estratégica del futuro energético español.

**La sostenibilidad del modelo energético actual, aunque requiere de actuaciones a todos los niveles –el personal, el de la comunidad local, el de la comunidad autónoma, el nacional, el europeo–, debe contemplarse desde una perspectiva verdaderamente global, que además considere equilibradamente sus aspectos medioambiental, social y económico.**

El cambio climático constituye la brecha más importante en la sostenibilidad del presente modelo energético. Y el principal reto actual en la lucha contra el cambio climático es diseñar la naturaleza y grado de los compromisos que habrán de asumir los distintos países, sobre todo los grandes emisores de gases de efecto invernadero. Estos compromisos deben ser tales que todos estos países relevantes estén dispuestos a sumarse a un esfuerzo global que sea suficiente para limitar el impacto de la interferencia humana en el clima a un nivel aceptable.

El reto es, por tanto, conseguir que todos los países se unan en un esfuerzo común y muy superior al realizado hasta la fecha. Debido a las enormes diferencias entre los países en lo que respecta a sus emisiones históricas y per cápita, su estado de desarrollo, su vulnerabilidad al cambio climático, sus recursos energéticos, su clima o su capacidad de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, tanto el actual Protocolo de Kyoto como el futuro acuerdo han de partir del principio de "responsabilidad común pero diferenciada". Alcanzar en estas condiciones un acuerdo global de largo plazo sobre el cambio climático es una difícil tarea, pues se trata de una arquitectura de consenso mundial sin precedentes en su complejidad y en la magnitud del empeño. Tendremos que empezar a hablar de una "diplomacia ambiental".