

# CAMBIO GLOBAL ESPAÑA 2020/50

ENERGÍA, ECONOMÍA Y SOCIEDAD

RESUMEN EJECUTIVO

## **Cambio Global España 2020/50. Energía, economía y sociedad**

Si deseas colaborar con la difusión de este informe, puedes enviarlo en versión digital o enlazarlo desde tu web en

[www.conama10.es](http://www.conama10.es)

[http://www.ucm.es/info/fgu/pensamiento/cceim/index\\_cceim.php](http://www.ucm.es/info/fgu/pensamiento/cceim/index_cceim.php)

Este informe forma parte del Programa Cambio Global España 2020/50 del Centro Complutense de Estudios e Información Medioambiental

Se permite su reproducción, siempre que se cite la fuente.

Diseño y maquetación: decomunicación, S. L.

Impresión: Gráficas SUMMA

Depósito legal: AS-5577-2010

El papel utilizado para la impresión de este informe es Renovaprinte 100% reciclado. Impreso con tintas de origen vegetal.

Editan:



Centro Complutense de Estudios  
e Información Ambiental



Fundación  
Conama

Patrocina:



Fundación  
Caja Madrid

01

**Créditos**

### El contexto del informe

En 2008, la *Fundación General Universidad Complutense de Madrid (FGUCM)* y la Fundación CONAMA, presentan el primer **Informe Cambio Global España 2020's** en el marco de una iniciativa compartida entre ambas fundaciones a medio plazo que pretende proyectar en las sucesivas ediciones del Congreso Nacional del Medio Ambiente, cada dos años, una línea de trabajo continuado de reflexiones y propuestas realizadas por equipos de expertos independientes que, versando sobre visiones multitemáticas o sobre temas centrales, aborde el estado de la cuestión del fenómeno del Cambio Global en España, plantee escenarios en el horizonte de 2020-2050 e impulse el debate sobre el "qué hacer" hacia el futuro.

Esta iniciativa se inscribe en un amplio **programa de trabajo** que, bajo el epígrafe **Cambio Global España 2020/50**, está llevando a cabo la *Fundación General Universidad Complutense de Madrid*, con el patrocinio de la *Fundación Caja Madrid*. El objetivo del programa es impulsar un proceso continuado de información, anticipación y propuestas de acción sobre el *Cambio Global* en España con una visión de medio plazo, con el fin de alimentar un debate integral que se estimule y fortalezca desde la sociedad civil. Para el desarrollo del programa, la Fundación General de la Universidad Complutense de Madrid ha creado el *Centro Complutense de Estudios e Información Medioambiental (CCEIM)*, entre cuyos objetivos figura la creación de un sistema de conocimiento/divulgación compartido en red en torno al "Cambio Global en España con el horizonte 2020/50" para lo que se programa, entre otras actividades, un proceso de trabajo acumulativo con la realización de informes y convenciones sobre los campos y temas clave.

Uno de esos **temas clave**, de forma indiscutible, para el desarrollo de nuestra sociedad, es la **energía**, sobre el que trata este quinto informe. Para abordarlo se ha constituido un equipo multidisciplinar con el objetivo de plantear un escenario posible de transición hacia un modelo energético coherente con el cambio de época que estamos viviendo. Una propuesta que pretende promover desde la sociedad civil el debate necesario sobre el futuro energético del país, con el propósito de llegar a una estrategia energética ambiciosa y sostenible, con objetivos de medio y largo plazo. Este objetivo se instrumenta en torno a la realización de este informe, y a la difusión de estos objetivos en el décimo Congreso Nacional del Medio Ambiente (Madrid, del 22 al 26 de octubre de 2010) como foro de referencia del sector ambiental en España.

**Informes publicados hasta la fecha.** Disponibles en: [http://www.ucm.es/info/fgu/pensamiento/cceim/index\\_cceim.php](http://www.ucm.es/info/fgu/pensamiento/cceim/index_cceim.php)

Cambio Global España 2020's. Informe 0. El reto es actuar (2008). CCEIM / Fundación Conama.

Cambio Global España 2020/50. Programa Ciudades. Hacia un pacto de las ciudades españolas ante el cambio global (2009). CCEIM / Fundación Conama / OSE.

Cambio Global España 2020/50. Programa Transporte: La urgente necesidad de otras prioridades en los objetivos, planes e inversiones (2010). CCEIM / Fundación Fundicot.

Cambio Global España 2020/50. Programa Edificación (2010). CCEIM / GBCE / ASA.

## Autores

### DIRECCIÓN Y REDACCIÓN FINAL

#### **Joaquín Nieto.**

Presidente de honor de Sustainlabour; colaborador de ISTAS; asesor en sostenibilidad de los ayuntamientos de Vitoria-Gasteiz y de Rivas-Vaciamadrid; miembro del Think Tank Innovación sobre Energía del Club Español de la Energía y del Grupo de Trabajo sobre Políticas Energéticas Sostenibles, GTPES; patrono de la Fundación Renovables; experto en la redacción del informe Comercio Internacional y Cambio Climático del Comité Económico y Social Europeo.

#### **Pedro Linares.**

Profesor Propio Agregado del Departamento de Organización Industrial de la Universidad Pontificia Comillas, e investigador del Instituto de Investigación Tecnológica (IIT) y de la Cátedra BP de Desarrollo Sostenible. Investigador Asociado en la Harvard Kennedy School, Massachusetts Institute of Technology (MIT), Center for Energy and Environmental Policy Research (CEEPR) y Fundación de Estudios de Economía Aplicada (FEDEA).

### RELACIÓN DE AUTORES Y MATERIAS EN LAS QUE HAN COLABORADO

#### ENERGÍA Y DESARROLLO ECONÓMICO

#### **María Mendiluce.**

Gerente de Energía y Cambio Climático del World Business Council for Sustainable Development.

#### **Carlos de Miguel.**

Profesor asociado en el Departamento de Economía de la Universidad de Vigo.

#### **Baltasar Manzano.**

Profesor asociado en el Departamento de Economía de la Universidad de Vigo.

#### ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

#### **Heikki Willstedt Mesa.**

Director de Políticas Energéticas. Asociación Empresarial Eólica.

#### ENERGÍA Y VERTEBRACIÓN SOCIAL

#### **Ana Belén Sánchez.**

Iniciativa Empleos Verdes de la Organización Internacional del Trabajo, OIT.

#### EL MODELO ENERGÉTICO GLOBAL

#### **Mariano Marzo.**

Catedrático de Recursos Energéticos en la Facultad de Geología de la Universidad de Barcelona.

### EL MODELO ENERGÉTICO ESPAÑOL

#### **Pedro Linares.**

Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad. Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Universidad Pontificia Comillas.

#### **Álvaro López Peña.**

Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad. Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Universidad Pontificia Comillas.

#### **Ignacio Pérez Arriaga.**

Director de la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad. Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Universidad Pontificia Comillas.

### URBANISMO SOSTENIBLE

#### **Salvador Rueda.**

Director de la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona.

### EDIFICACIÓN SOSTENIBLE

#### **Albert Cuchí.**

Profesor de la Universidad Politécnica de Cataluña y autor del informe Cambio Global España 2020/50-sector edificación.

### GESTIÓN DE LA DEMANDA DE ELECTRICIDAD

#### **José Arrojo.**

Director de tecnología e innovación de Endesa.

### TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA Y ELÉCTRICA

#### **Antonio Valero Capilla.**

Director del CIRCE.

#### **Alfonso Aranda Usón.**

Director de la División de Eficiencia Energética de CIRCE.

### TECNOLOGÍAS DE TRANSPORTE Y TRANSPORTE SOSTENIBLE

#### **Andrés Monzón.**

Catedrático del Departamento de Transportes de la Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos de la UPM. Director del Centro de Investigación del Transporte, TRANSyT.

#### **Françesc Robusté.**

Catedrático de Transporte de la Universidad Politécnica de Cataluña. Presidente del Foro de la Ingeniería del Transporte de España.

## REVISIÓN DE ESCENARIOS EXISTENTES

**Juan Carlos Ciscar.**

Instituto de Prospectiva Tecnológica (IPTS) del Centro Común de Investigación de la Comisión Europea.

## ESCENARIOS ENERGÉTICOS DESEABLES 2020 Y 2030 PARA UN ESCENARIO RESPONSABLE DE REDUCCIÓN DE EMISIONES EN 2050

**Helena Cabal Cuesta.**

Investigadora titular. Unidad de Análisis de Sistemas Energéticos. Ciemat.

**Yolanda Lechón Pérez.**

Investigadora titular. Unidad de Análisis de Sistemas Energéticos. Ciemat.

**Domingo Jiménez Beltrán.**

Asesor del Observatorio de la Sostenibilidad en España. Vicepresidente de la Fundación Renovables. Fue el primer Director de la Agencia Europea de Medio Ambiente.

## EL PAPEL DE LOS AGENTES SOCIALES

**Mercedes Pardo Buendía.**

Profesora Titular del Departamento Ciencia Política y Sociología. Universidad Carlos III de Madrid.

**Jordi Ortega.**

Universidad Carlos III de Madrid.

## POLÍTICAS FISCALES Y REGULACIÓN

**Xavier Lavandería Villot.**

Catedrático del Departamento de Economía Aplicada de la Universidad de Vigo. Experto del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático de la ONU.

## INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

**Agustín Delgado Martín.**

Director de Innovación, Medio Ambiente y Calidad Corporativa de Iberdrola.

## EL MARCO INSTITUCIONAL

**Ignacio Pérez Arriaga.**

Director de la Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad. Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Universidad Pontificia Comillas.

## Comité asesor

### **Fernando Prats Palazuelo**

Arquitecto urbanista. Asesor del CCEIM de la Fundación Universidad Complutense de Madrid para el Programa Cambio Global España 2020/50. Socio de AUIA

### **Jorge Riechmann**

Escritor y profesor de filosofía moral en la Universidad Autónoma de Madrid. Asesor del Centro Complutense de Estudios e Información Medioambiental para el programa de energía.

### **Gonzalo Echagüe Méndez de Vigo**

Físico y diplomado en sociología. Presidente de la Fundación Conama y del Colegio Oficial de Físicos.

### **Marta Seoane Dios**

Física. Directora del área técnica de la Fundación Conama y coordinadora de los grupos de trabajo sobre energía en el Congreso Nacional del Medio Ambiente.

### **Alicia Torrego Giralda**

Física. Gerente de la Fundación Conama y responsable de la organización del Congreso Nacional del Medio Ambiente.

02

**Presentación**

*Presentation*

#### Presentación

Cuando en 2008 publicamos el informe 0 de esta serie, Cambio Global España 2020. El reto es actuar, partíamos de la base de que el cambio global al que nos enfrentamos es una realidad constatada. Hay suficiente conocimiento científico y técnico que demuestra cómo nuestro modelo de desarrollo va generando una huella ecológica que sobrepasa con creces la biocapacidad del planeta, sobre un patrón que alimenta además, la desigualdad y la pobreza.

Cuestiones como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad o el agotamiento de recursos forman ya parte habitual de la agenda de reuniones internacionales de líderes mundiales o de los grupos que plantean las estrategias de las grandes corporaciones. Parece claro que desde la Cumbre de la Tierra en 1992 a nuestros días ha habido un cambio, y es que ya se sabe y se acepta lo que está pasando, aunque aún quede mucho camino por andar para que se actúe en consecuencia y con la suficiente contundencia y urgencia.

Porque el tiempo es un factor clave. Los impactos sobre la biosfera se van agravando día a día, y a pesar de la concienciación, la realidad económica y social se mueve más rápidamente que la política. El desafío que nos plantea el cambio global exige respuestas más decididas, rápidas y coherentes a todos los niveles, especialmente a nivel político.

Cuando descendemos del nivel global al nivel local, el panorama es más que preocupante: parece que muchas de nuestras administraciones y empresas ven las cuestiones sociales y ambientales como graves amenazas a su desarrollo y no son capaces en la mayoría de los casos de planear la forma de cambiar su actividad para actuar en consonancia con los retos globales que afronta nuestra civilización, para convertir estos retos en una oportunidad de desarrollo. Aunque existe la capacidad para poder cambiar, estos agentes no se perciben así mismos como los que deben liderar el cambio. Y esto puede convertirse en un verdadero problema para el país.

Por esta razón, seguimos avanzando en el programa “Cambio Global España 2020/50” con la idea inicial de impulsar el debate sobre nuestro futuro desde reflexiones y propuestas de expertos independientes, y continuamos con el compromiso de proyectar en las sucesivas ediciones del Congreso Nacional del Medio Ambiente, cada dos años, un informe sobre el cambio global y sus cuestiones centrales, en este caso, la energía vista no sólo técnicamente, sino desde sus relaciones intrínsecas con la economía y el modelo de sociedad.

La energía está íntimamente unida a la forma actual de desarrollo, ajeno a los límites de la biosfera, y el actual modelo de producción y consumo es una de las principales causas del calentamiento del planeta, uno de los retos más importantes del cambio global al que estamos asistiendo.

La Unión Europea reconoce esta importancia incluyendo el cambio climático y la energía entre los cinco objetivos que marca su Estrategia 2020 para establecer el rumbo de desarrollo de Europa.

En España también es necesario establecer el rumbo, a medio y largo plazo de nuestro modelo energético como base del desarrollo de nuestro país. Y para ello, al igual que se está haciendo en Europa, hay que marcar objetivos cuantificables, ambiciosos y alcanzables.

Este informe pretende contribuir a este proceso a través de la propuesta de objetivos viables e ilusionantes, que den respuesta al reto energético creando capacidad de desarrollo y bienestar al país a la vez que propician un nuevo paradigma de respeto a los límites de carga de los ciclos vitales de la biosfera. Objetivos que implican una reducción del consumo de energía y la transición hacia una economía descarbonizada.

Estos objetivos se conectan con las propuestas que se plantean en los demás informes de Cambio Global España 2020/50 como retos para las ciudades y los sectores del transporte y de la edificación. Son visiones parciales que van complementándose y manteniendo una línea de coherencia y profundidad, compatible con otro modelo de desarrollo para España, que requiere no sólo instituciones con capacidad y voluntad de liderar el cambio, sino también de una sociedad civil activa, organizada y exigente.

La conclusión principal de este informe es que el cambio hacia un modelo energético sostenible no sólo es deseable, sino también posible.

Pero esto implica un debate energético serio y profundo que aún no se ha puesto en marcha, en el que deben participar todos los agentes implicados, no sólo empresas y partidos políticos. Ahora, más que nunca -como dice el lema del Conama 10 en el que se presenta este informe- las organizaciones sociales tenemos que estructurarnos y afrontar los desafíos del cambio.

Este trabajo pretende ser una aportación para fomentar este proceso, y por eso, hacemos desde aquí un llamamiento a cuantas personas y organizaciones puedan estar interesadas en colaborar y difundir este informe, para que ayuden a convertirlo en un instrumento que fortalezca el debate y el posicionamiento de la sociedad civil en un tema como la energía, que creemos que es y será determinante para el futuro del país.

Madrid, noviembre de 2010

**Ángel Martínez  
González-Tablas**

Director General  
Fundación General Universidad  
Complutense de Madrid

**Gonzalo  
Echagüe Méndez de Vigo**

Presidente  
Fundación CONAMA

#### Presentation

In 2008, when we published issue 0 of this series entitled *Cambio Global España 2020. El reto es actuar* (**Global change Spain 2020. Action is the challenge**) the underlying assumption was that the existence of global change is indisputable. The wealth of scientific and technical knowledge on the matter shows that our development model is not only generating an ecological footprint far in excess of the planet's biocapacity, but is based on a pattern that fuels inequality and poverty.

Issues such as climate change, the loss of biodiversity or the depletion of resources are routinely included on the agendas for international meetings attended by world leaders or strategy planners for large corporations. Clearly, what has changed since the 1992 Earth Summit is that today we are aware of and accept what is happening, although we are still a long way from taking the action needed, with the conviction and urgency warranted by the circumstances.

Time, after all, is a key factor. The impact on the biosphere is worsening day by day, and despite our awareness, economic and social realities evolve more dynamically than political decision-making. The challenge posed by global change calls for more conclusive, speedier and consistent answers in all dimensions, and particularly in the political domain.

When we lower our sights from the global to the local level, the scenario is disheartening: many governments and companies appear to view social and environmental issues as serious threats to their development. In most cases they seem to be unable to plan ways to re-steer their activity in accordance with the global challenges facing civilisation, or to turn those challenges into development opportunities. While the potential for change exists, these actors fail to see themselves as drivers of that change. And that may eventually prove to be a substantial problem for the country.

For this reason, we continue to further the "Global Change Spain 2020/50" Programme, in pursuit of the initial aim of encouraging debate on our future based on the ideas and proposals of independent experts. And we continue to be committed to reporting to each new edition of the biennial National Environment Congress on global change and its pivotal issues: in this case, energy viewed not only technically, but from the perspective of its intrinsic relationship to the economy and the social model.

Energy is closely related to development as understood today, oblivious to the biosphere and its limitations. Our present production and consumption model is one of the primary causes for global warming, which is in turn one of this generation's foremost environmental challenges.

The European Union, acknowledging the importance of this issue, has included climate change and energy as one of the objectives of its 2020 Strategy for charting the course of European development.

Spain also needs to chart the medium- and long-term course of its energy model as the mainstay of its development. To that end, like its European counterparts, the country must define quantifiable, ambitious and attainable objectives.

The present report aims to contribute to that process with a dual approach. Feasible and inspiring objectives are proposed to respond to the energy challenge by creating capacity for development and welfare. And a new paradigm is put forward that abides by the limits to the life cycle load that can be borne by the biosphere. Such objectives entail reducing energy consumption and making the transition to a decarbonised economy.

These aims are fully consistent with the proposals set out in the other Global Change Spain 2020/50 reports on the challenges facing cities and the transport and construction industries. These partial but complementary, consistent and in-depth visions are compatible with a new development model for Spain that calls not only for institutions with the capacity and determination to drive change, but also for an active, organised and demanding civil society.

The main conclusion reached in this report is that the change to a sustainable energy model is not only desirable, but possible.

That possibility, however, is subject to a serious, in-depth debate on energy that has yet to be initiated, in which all the stakeholders, not only companies and political parties, should participate. Now more than ever, to cite the Conama 10 slogan under which this report is submitted, social organisations need to structure their resources and rise to the challenges of change.

This paper aims to further that process. An appeal is therefore launched from this platform to all people or organisations interested in cooperating by disseminating this report. Such cooperation will enhance its effectiveness as a tool for intensifying debate and position-taking in society at large around a subject such as energy, which we believe is, and will continue to be, a determinant for the country's future.

Madrid, November 2010

**Ángel Martínez  
González-Tablas**

Director General  
Fundación General Universidad  
Complutense de Madrid

**Gonzalo  
Echagüe Méndez de Vigo**

Presidente  
Fundación CONAMA



03

**Prólogo**

del Comité Directivo

***Introduction***

*from the Steering Committee's*

### Prólogo

#### ENERGÍA Y CAMBIO GLOBAL - 10 IDEAS PARA EL DEBATE

Extracto de la introducción del comité de dirección<sup>1</sup>

El Programa “Cambio Global España 2020/50”, parte de la idea de que, más allá de la grave recesión económica, **afrontamos un auténtico cambio de época inducido por el desbordamiento de los límites biofísicos del planeta**, la alteración de ciclos de la biosfera, con especial énfasis en la regulación del clima y el deterioro de los principales ecosistemas, y la crisis del modelo energético provocada por el final de la era del petróleo/gas abundante y barato<sup>2</sup>. Indudablemente, estos hechos afectarán a las dinámicas socioeconómicas de las sociedades.

Por ello, los diversos informes vinculados al programa han desarrollado sus contenidos tomando en consideración entre otros factores, que **la dimensión y “tiempos del cambio” nos obligan a desplegar escenarios con objetivos de reducción de múltiples impactos a 2020/30/50** que contemplen el ahorro inducido por la revisión de ciertos patrones de producción/distribución/consumo, multipliquen la ecoeficiencia<sup>3</sup> y apuesten por la “renovabilidad” de las fuentes energéticas y los sumideros de carbono.

**La energía se configura como uno de los componentes estructurales del sistema humano dominante en el último ciclo histórico**, en el que se ha producido ese salto cualitativo en la alteración de los ciclos vitales de la biosfera. **Más allá de las tendencias al agotamiento de los combustibles de origen fósil y la consiguiente subida de sus precio<sup>4</sup>, la energía incide de forma determinante en otras dos claves del cambio global provocado por la actividad humana en el planeta: la huella ecológica (HE) y el Cambio Climático (CC) de origen antropogénico.**

La respuesta ante el llamado “reto energético” no puede basarse en pretender alargar la vida de procesos insostenibles, sino **en contribuir a crear nuevos paradigmas energéticos y socioeconómicos capaces de posibilitar el bienestar social respetando los límites de carga de los ciclos vitales de la biosfera. Y en esas claves, la reducción del consumo de energía, la “descarbonización” y los “sumideros” de CO<sub>2</sub> han de constituir las bases del nuevo sistema energético.**

<sup>1</sup> Por parte del CCEIM: Fernando Prats, Sagrario Herrero, Jorge Riechmann. Por parte de la Fundación Conama: Gonzalo Echagüe, Alicia Torrego, Marta Seoane.

<sup>2</sup> Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE) en 2007 el petróleo y el gas representaban alrededor del 55% de todo el abastecimiento de energía primaria en el mundo y, según el OSE, el 62,4% en España (2008).

<sup>3</sup> Es muy importante la distinción entre ahorro (reducción de la energía demandada por medidas orientadas a reducir el despilfarro y el sobreconsumo) y la eficiencia (reducción de la energía necesaria para producir un producto o servicio por mejoras técnicas). Y ambas son complementarias y necesarias para alcanzar un acoplamiento sistémico con la biosfera.

<sup>4</sup> Según un análisis comparativo de catorce pronósticos elaborados entre 2006 y 2008 (UKERC, 2009), el cenit del petróleo podría producirse entre las décadas 2020/30 y según la AIE el del gas podría hacerlo en torno a 2030/40. Y los precios reales del crudo (entendemos que sin imputar las interferencias de los mercados), según la AIE (WEO-2008) se situarían en el entorno de los 100 \$/b en 2010 -2015 para llegar a los 110 \$/b en 2020 y 120\$/b en 2030. Lógicamente los precios nominales serían bastante mayores 148\$/b y 206\$/b para 2020 y 2030 respectivamente).

Por eso, parece necesario afrontar la crisis actual con nuevas visiones y diagnósticos sistémicos y, a partir de ahora, hablar en términos de bienestar debería requerir, más allá del PIB, considerar la evolución de otras variables como la salud de los ecosistemas vitales, el consumo energético, las emisiones de GEI o la situación de inclusión social y pobreza en el conjunto del planeta.

### **ALGUNAS IDEAS PARA UN DEBATE ENERGÉTICO NO REDUCCIONISTA**

Con ese marco de referencia, apuntamos algunas consideraciones que nos parecen sustanciales a la hora de abordar la cuestión de la energía en nuestro país.

- 1. El debate sobre la cuestión energética sólo puede plantearse de forma interrelacionada con el conjunto del sistema socioeconómico**, la situación frágil y desbordada del planeta y la consideración de la justicia en el acceso a los recursos de toda la humanidad.
- 2. Las estrategias tradicionales de "oferta" energética indiscriminada han alimentado durante las últimas décadas un crecimiento insostenible de la presión humana sobre la biosfera.** A escala mundial, la HE superó la biocapacidad terráquea<sup>5</sup> en los ochenta y, entre 1970 y 2007, el consumo de energía primaria se duplicó y las emisiones de CO<sub>2</sub> crecieron en torno al 50%<sup>6</sup>.
- 3. Nos aproximamos al final de la era del petróleo/gas abundante y barato, habiendo alterado profundamente ciclos naturales de los que dependemos y proyectando un futuro insostenible para la especie humana.** Además, las tendencias actuales de emisiones de GEI nos conducirían a aumentos de temperatura entorno a los 6°C a final de siglo<sup>7</sup>, un panorama inviable para la biodiversidad actual y para las condiciones de vida de nuestra propia especie.
- 4. Sin embargo, los compromisos energéticos y climáticos adoptados hasta el momento para reconducir los procesos descritos se muestran claramente insuficientes.**
- 5. Abordar el cambio con la escala y en los tiempos requeridos, exige asumir que afrontamos una nueva época determinada por la existencia de límites de biocapacidad global que es necesario respetar y en los que también habrá que incardinar el nuevo sistema energético.**
- 6. En el campo energético/climático, NNUU y la AIE ya han avanzado escenarios que permitirían afrontar con posibilidades de éxito el cambio de ciclo histórico, indicando**

<sup>5</sup> Ver el "Informe Planeta Vivo 2008" (WWF).

<sup>6</sup> Ver la información estadística de la AIE para consumo de energía primaria y emisiones de CO<sub>2</sub>.

<sup>7</sup> Según diversos escenarios y simulaciones realizados por NNUU y la AIE. En España, ver las nuevas proyecciones regionalizadas de la Agencia Estatal de Meteorología con estimaciones similares. En todo caso las perspectivas de la AIE (WEO-2008) apuntan a incrementos de los GEI globales del 35% en 2030 con relación a 2005 inducidos, principalmente (97%), por China, India y el Medio Oriente.

**que sería necesario alcanzar en 2050 reducciones globales del orden del 50% en las emisiones de los GEI con relación a 1990.**

**7. España, debido a unos patrones de desarrollo muy poco sostenibles, afronta los retos descritos desde posiciones energéticas más difíciles y comprometidas que la de otros miembros de la Unión Europea.** Las especificidades del modelo de desarrollo español situó su HE en 5,7 Ha/hab (2005), con una participación del carbono del 60% y un factor (de insostenibilidad) HE/Biocapacidad = 4<sup>8</sup>, el doble del de la UE-25 y el triple del mundial en ese año<sup>9</sup>. Con un “mix” energético muy dependiente de los hidrocarburos (72% de la energía primaria en 2008), altas tasas de importación (en torno al 80% en 2008) y una intensidad energética (energía consumida por unidad de PIB) todavía superior a la de la UE, el país presenta una dependencia excesiva y una especialización económica muy vinculada a sectores de alto consumo energético, como el transporte, la construcción (además, dispersa) o el turismo masivo de bajos ingresos<sup>10</sup> y carencias estratégicas en educación y desarrollo tecnológico (muy especialmente en el campo de la sostenibilidad).

**8. A pesar del esfuerzo realizado en los últimos años, las medidas energéticas y climáticas adoptadas hasta el momento en España, también resultan claramente insuficientes.** El consumo de energía primaria en el país ha crecido un 156% (2,9% anual) y las emisiones de GEI un 144% entre 1990 – 2008<sup>11</sup>, siendo cierto, sin embargo, que desde 2005 (año de máximos), el consumo, la intensidad y las emisiones han iniciado un ciclo de decrecimiento<sup>12</sup> por razones diversas (medidas, incidencia de la crisis, renovables, etc) aún pendientes de diseccionar. En todo caso, el país ha implementado y enmendado demasiados planes de forma dispersa y poco sistémica sobre el tema<sup>13</sup> (y con excesiva recurrencia a la compra de derechos de emisión<sup>14</sup> mediante mecanismo de flexibilidad) y tiene todavía mucho camino que recorrer para reposicionarse adecuadamente y para cumplir con solvencia los correspondientes escenarios planteados por la UE y NNUU para 2020/30/50.

**9. Es imprescindible concretar un Pacto y una auténtica Estrategia/país coherente con los escenarios de cambio energético y climático que se están diseñando a medio y largo plazo en los foros europeos e internacionales.** Y en esa Estrategia, que habría de realizarse estableciendo a priori los “objetivos de cambio necesarios” para, a partir de ellos, identificar las hojas de ruta que permiten alcanzarlos, habrá que incorporar con fuerza, además de los sectores ya regulados, a los difusos (55% de los GEI), muy especialmente, el transporte, el territorio y las ciudades, la edificación o el turismo.

<sup>8</sup> Se han utilizado las informaciones del “Informe Planeta Vivo 2008” (WWF) para su comparación con otros países, aunque existen otras estimaciones más favorables para España (HE de 6,4 H/habcap, Biocapacidad de 2,6 y un factor de 2,45) realizadas por el Ministerio de Medio Ambiente, “Análisis preliminar de la HE en España en España” (julio 2007), para esas mismas fechas.

<sup>9</sup> Ver el “Informe Planeta Vivo 2008” (WWF).

<sup>10</sup> Ver estos datos en este informe sobre Energía o en “Escenarios Energéticos en España” realizado por diversas universidades españolas para UGT.

<sup>11</sup> Informe 2009 del Observatorio de Sostenibilidad Español (OSE)

<sup>12</sup> Los últimos datos de CCOO para 2009 apuntan a una reducción del 0,1% entre 2000-2009.

<sup>13</sup> Según uno de los trabajos más recientes (Escenario Urbano 2009-2020), elaborado por el Gobierno de España, aumentaría la energía primaria en un 4,5% en dicho período con incrementos de las fuentes renovables de un 130%.

<sup>14</sup> A su vez, los derechos de emisión concedidos para 2009 a las empresas españolas fueron sobreestimados, lo que se ha traducido en negocios con las ventas de capacidades no utilizadas y descrédito del correspondiente sistema regulador.

**10. Y en el marco de esa Estrategia Concertada, España tiene que aspirar a reformular su modelo económico y a reducir la demanda de energía, resolver el consumo eléctrico<sup>15</sup> al 100% con sistemas renovables y decrecer, en torno al 80% - 90%, sus emisiones de GEI en 2050.**

Es posible alumbrar nuevos paradigmas y establecer hojas de ruta y tiempos de transición en un nuevo proceso de creatividad social; porque será difícil convertir los retos en oportunidades sin la capacidad de proyectar esas nuevas visiones de otro futuro en el que sea posible vivir respetando los límites de la biosfera. El reto no es obtener cuanto más energía mejor y de dónde sea, sino centrarse en la satisfacción racional de las necesidades de todas las personas y, para ello, planificar un abastecimiento energético compatible con el funcionamiento de los sistemas naturales.

La cuestión energética se sitúa en el centro de la elaboración y aplicación de esos nuevos paradigmas y a través de procesos que no pueden sino estar llenos de contradicciones, afortunadamente se empiezan a vislumbrar los objetivos y tiempos por los que transitar con la ventaja de que, por su carácter transversal, todo avance en este campo habría de repercutir en cambios del máximo interés en el conjunto del sistema social.

<sup>15</sup> A destacar la penetración creciente del vector eléctrico que, según se explica en este informe, puede pasar del 25% actual al 75% en 2050 con desarrollos tecnológicos y penetraciones en el sector del transporte muy importantes.

### Introduction

#### ENERGY AND GLOBAL CHANGE – 10 IDEAS FOR DEBATE

Extract from the Steering Committee's introduction<sup>1</sup>

Spain's "Global Change 2020/50" Programme rests on the idea that, more than a severe economic recession, **we are facing a veritable change of era induced by the strain on the planet's biophysical limits**, the alteration of biosphere cycles, particularly in connection with climate regulation and ecosystem deterioration, and the energy model crisis driven by the end of the age of cheap and abundant oil/gas<sup>2</sup>. Socio-economic dynamics will indisputably be affected by these circumstances in all societies.

The reports drafted for the programme have therefore been formulated in the awareness that, among other factors, **the dimension and timing of change call for the formulation of scenarios whose objectives include the reduction of a host of impacts in 2020/30/50**. Such aims should, in turn, envisage savings induced by the revision of certain production / distribution / consumption patterns, enhance eco-efficiency<sup>3</sup> and advocate energy resource "renewability" and carbon sinks.

**Energy constitutes one of the structural components of the predominant system in the most recent period of human history**, characterised by a qualitative leap in the alteration of vital biosphere cycles. **In addition to the ever nearer depletion of fossil fuels and the concomitant increase in prices<sup>4</sup>, energy has a determinant impact on two other keys to global change driven by human activity on the planet: the species' ecological footprint (EF) and climate change (CC).**

The response to the so-called "energy challenge" cannot be based on an attempt to prolong the life of unsustainable processes, but rather must **contribute to creating new energy and socio-economic paradigms able to deliver social welfare while respecting the limits to the burden on vital biosphere cycles. In line with these key considerations, reduced energy consumption, "de-carbonisation" and CO<sub>2</sub> "sinks" should constitute the foundations of the new energy system.**

<sup>1</sup> For CCEIM (Centro Complutense de Estudios e Información Medioambiental: Complutense University Centre for Environmental Studies and Information): Fernando Prats, Sagrario Herrero, Jorge Riechmann. For Fundación Conama: Gonzalo Echagüe, Alicia Torrego, Marta Seoane.

<sup>2</sup> According to the International Energy Agency (IEA), in 2007 oil and gas accounted for around 55 % of the total world-wide supply of primary energy and according to Spain's sustainability watchdog (Observatorio de Sostenibilidad en España, OSE), for 62.4 % in Spain (2008).

<sup>3</sup> Savings (reduction of energy demands through measures geared to eliminating waste and over-consumption) must be clearly distinguished from efficiency (reduction of the amount of energy needed to manufacture a product or render a service with improved technology). The two conceits are complementary and necessary to attain systemic harmony with the biosphere.

<sup>4</sup> According to a comparative analysis of fourteen predictions formulated between 2006 and 2008 (UKERC, 2009) oil production may peak in the 2020s or 2030s and according to the IEA, gas may peak around 2030/40. And real prices oil (understood to mean free of market interference), according to the IEA (WEO-2008) will come to around \$100 per barrel in 2010-2015, \$110 per barrel in 2020 and \$120 per barrel in 2030. Nominal prices will logically be considerably higher: \$148/b and \$206/b in 2020 and 2030, respectively.

The present crisis would, then, appear to have to be confronted with new visions and systemic diagnoses. From now on, more than just GDP, the discourse on welfare should address the evolution of other variables such as the health of vital ecosystems, energy consumption, greenhouse gas emissions and a planet-wide view of social inclusion and poverty.

### **IDEAS FOR A NON-REDUCTIONIST ENERGY DEBATE**

Against this backdrop, the considerations regarded to be crucial to any discussion of the energy issue in Spain are set out below.

- 1. The debate around the energy issue can only be broached** in conjunction with the socio-economic system as a whole, the planet's fragile and strained health and the acknowledgement of justice for all of humanity as the primary criterion for resource accessibility.
- 2. In recent years, traditional strategies involving indiscriminate energy "supply" have fed the unsustainable growth of human pressure on the biosphere.** World-wide, the EF exceeded the Earth's biocapacity<sup>5</sup> in the nineteen eighties and from 1970 to 2007, primary energy consumption doubled while CO<sub>2</sub> emissions rose by around 50%<sup>6</sup>.
- 3. We are reaching the end of the era of cheap and abundant oil/gas, after having profoundly altered the natural cycles on which we depend and projected an unsustainable future for our species.** Moreover, the present rates of GHG emissions will lead to increases in temperature of around 6°C by the end of the century<sup>7</sup>, a scenario incompatible with the Earth's present biodiversity and the conditions that support human life.
- 4. And yet, the energy and climate commitments adopted to date to re-steer the processes described are clearly insufficient.**
- 5. Broaching change on the scale and with the timing required calls for acknowledging that we are facing a new era conditioned by the existence of limits to global biocapacity that must be respected and in which a new energy scheme must be integrated.**
- 6. In the area of energy and climate, the UN and the IEA have put forward scenarios that would enable humanity to confront the change in its historic cycle with some likelihood of success. These scenarios call for world-wide reductions of GHG emissions on the order of 50% of the 1990 rate by 2050.**

<sup>5</sup> See the WWF's "Living Planet Report 2008".

<sup>6</sup> See IEA statistics on primary energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions.

<sup>7</sup> According to UN and IEA scenarios and simulations. For Spain, see the National Meteorology Agency's (Agencia Estatal de Meteorología) new regionalised projections, which provide similar estimates. IEA predictions (WEO-2008) indicate rises in global GHG of 35 % in 2030 over the 2005 figure induced primarily (97 %) by China, India and the Middle East.

**7. Spain, due to scantily sustainable development patterns, faces these challenges from a more complex and compromised energy position than other European Union members.**

The specifics of the Spanish development model places its EF at 5.7 ha per capita (2005), with carbon contributing 60%. Moreover, the country's unsustainability (EF/bioperformance) factor<sup>8</sup>, at 4, was twice the figure recorded for the EU-25 and three times the world-wide index for that year<sup>9</sup>. With an energy mix highly dependent on hydrocarbons (72% of primary energy in 2008), high import rates (around 80% in 2008) and an energy intensity rate (energy consumed per GDP unit) still higher than the EU average, the country is characterised by an over-dependence on and an economy specialising in energy-intensive industries such as transport, (sprawling) construction and low revenue mass tourism<sup>10</sup>. This situation is aggravated by strategic shortfalls in education and technological development (particularly in the area of sustainability).

**8. Despite the efforts made in recent years, the energy and climate measures adopted to date in Spain are also clearly insufficient.**

From 1990 to 2008, the country's primary energy consumption grew by 156% (2.9% yearly) and its GHG emissions by 144%<sup>11</sup>. That notwithstanding, after 2005 (peak year), consumption, intensity and emissions began to decline<sup>12</sup> for a number of reasons (political measures, impact of the crisis and renewables to name a few) that have yet to be thoroughly analysed. Policy has, however, been overly disperse and scantily systematic, implementing and amending too many plans on the subject<sup>13</sup> (and resorting too frequently to the purchase of emission rights<sup>14</sup> under the flexibility mechanism). The country still has a long way to go to suitably reposition its statistics and attain the solvency needed to conform to the scenarios for 2020/30/50 envisaged by the EU and the UN.

**9. A nation-wide pact and a genuine country strategy consistent with the medium term energy and climate change scenarios designed in European and international fora are imperative.**

Furthermore, that strategy should first establish the "necessary objectives of change" and identify the road maps for their attainment, to subsequently firmly include not only the industries presently regulated, but also the other "diffuse" economic activities that account for 55% of GHG: in particular transport, land use and cities, building and tourism.

**10. In the framework of this consensus strategy, Spain must aspire to reformulate its economic model and reduce its energy demand, convert its electric power**

<sup>8</sup> Information was taken from the WWF's "Living Planet Report, 2008" for comparison with other countries, although other estimates for those same dates more favourable for Spain can be found (EF of 6.4 ha per capita, bioperformance 2.6 and an unsustainability index of 2.45), published in the Spanish Ministry of the Environment and Rural and Marine Affairs' "Análisis preliminar de la HE en España " (July 2007).

<sup>9</sup> See the WWF's "Living Planet Report 2008".

<sup>10</sup> See these data in the present report or in "Escenarios Energéticos en España" authored by several Spanish universities for the socialist trade union UGT.

<sup>11</sup> See the OSE's (Spanish sustainability watch) 2009 report.

<sup>12</sup> The latest data for 2009 published by CCOO, a trade union, indicate a reduction of 0.1 % over 2000-2009.

<sup>13</sup> Pursuant to one of the most recent papers ("Acuerdo Político para la recuperación del crecimiento económico y la creación de empleo", 2010, known as "Escenario Urbano 2009 – 2020") released by the Spanish Government, primary energy would increase by 4.5% in that period, with rises in renewables of 130 %.

<sup>14</sup> The emission rights granted to Spanish companies in 2009, in turn, were overestimated. This translated into the highly profitable sale of unused capacity and the loss of credibility for the respective regulating system.

**generation<sup>15</sup> to 100% renewables and lower its GHG emissions by around 80 to 90% by 2050.**

New paradigms can be designed and new road maps and transition times established in a renewed burst of social creativity. The transformation of challenges into opportunities is contingent upon our ability to project visions of another future, where life can go on within the limits of the biosphere. **The challenge is not to obtain as much energy as possible from any resource whatsoever, but to focus on rationally meeting everyone's needs. This will call for planning energy supply in ways compatible with the survival of natural systems.**

The energy issue stands at the hub of the formulation and application of these new paradigms. Albeit with processes understandably rife with contradictions, certain objectives and their respective timing have fortunately begun to appear on the horizon with the advantage that, given their cross-sectoral nature, any progress in this field will impact change in ways of greatest interest to the social system.

<sup>15</sup> Of particular note is the growing penetration of electric power which, as explained hereunder, may move from the present 25 % to 75 % in 2050 with technological developments and substantial penetration in the transport industry.



04

**Resumen**

Ejecutivo

***Executive***

*Summary*

## RESUMEN EJECUTIVO

Para evitar el desastre climático, habrá que ir a una economía baja en carbono. Lo que requiere transformar profundamente el actual modelo energético y buena parte del conjunto del modelo productivo y de consumo

Más allá de la grave crisis económica, el mundo asiste a un cambio global, a un auténtico cambio de ciclo histórico inducido por la alteración de los ciclos vitales de la biosfera y provocado por la presión humana sobre los recursos naturales, que desborda los límites biofísicos del planeta. Es también el final de la era del petróleo abundante y barato y el inicio de una profunda crisis del modelo energético, que demanda soluciones.

La convergencia de diversas crisis globales -financiera y económica, climática, energética y ambiental- requiere considerar sus interacciones y buscar salidas de conjunto que en lo posible respondan simultáneamente a todas ellas. Las propuestas de Naciones Unidas, en torno a cuestiones como el cambio climático, los ecosistemas, los Objetivos del Milenio para combatir la pobreza, los empleos verdes, y sus iniciativas a favor de un 'Green New Deal' o Nuevo Acuerdo Verde para salir de la crisis, ofrecen una coherencia en las respuestas a las diversas crisis, no sólo para relacionar soluciones compatibles en esferas como la biodiversidad, el clima, la economía, la energía y el

empleo, sino también para encontrar simultáneamente soluciones válidas tanto para los países industrializados, como para los "emergentes" y los menos desarrollados.

### **1. LA ENERGÍA COMO VECTOR DEL CAMBIO GLOBAL**

La cuestión energética está tan íntimamente relacionada con la crisis climática y ambiental que se sitúa en el centro de los problemas y de sus posibles soluciones; teniendo en cuenta que, en nuestras sociedades dependientes del petróleo, la energía es una parte muy importante de la huella ecológica y es responsable del 80% de las emisiones<sup>1</sup> de CO<sub>2</sub>. El IPCC, organismo científico de Naciones Unidas sobre cambio climático, ha señalado que a partir de un calentamiento global superior a 2°C con respecto a los niveles preindustriales, las consecuencias del cambio climático serán desastrosas e imprevisibles. Para evitar que el aumento de la temperatura media del planeta sea superior recomienda que la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera se establezca en un nivel inferior a las 450

<sup>1</sup> Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, 2007. GT III Mitigación. Causas del Cambio. Emisiones GEI de larga permanencia.

partes por millón de CO<sub>2</sub> equivalente. Señala también que para evitar una concentración superior a las mencionadas 450 ppm los países desarrollados deberían reducir sus emisiones entre un 80 y un 95% para 2050 en relación a 1990<sup>2</sup>. Es decir que, para evitar el desastre climático, habrá que ir a una economía baja en carbono, cuyos productos y servicios reduzcan considerablemente

las emisiones. Lo que requiere transformar profundamente el actual modelo energético y buena parte del conjunto del modelo productivo y de consumo.

Una economía baja en carbono será también una economía con menor consumo de energía primaria. Ello exige un cambio profundo en las formas de transformar y consumir la energía. Además, el cambio de

<sup>2</sup> 4º Informe de Evaluación del IPCC, 2007  
<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-chapter13.pdf>

**Figura 1. Rango de diferencia entre emisiones en 1990 y permisos de emisión en 2020/2050 de GEI para países del Anexo I<sup>a</sup> y no Anexo I.**

Escenario	Región	2020	2050
A-450 ppm CO <sub>2</sub> -eq <sup>b</sup>	Países Anexo I	-25% a -40%	-80% a -95%
	Resto países	Desviación significativa sobre el escenario base en América Latina, Oriente Medio, Asia Oriental y Asia Central	Desviación sustancial en todas las regiones de Asia desde el principio
B-550 ppm CO <sub>2</sub> -eq	Países Anexo I	-10% a -30%	-40% a -90%
	Resto países	Desviación sobre el escenario base en América Latina, Oriente Medio y Asia Oriental	Desviación respecto al valor basal en la mayoría de las regiones, especialmente en América Latina y Oriente Medio
C-650 ppm CO <sub>2</sub> -eq	Anexo I	0% a -25%	-30% a -80%
	Resto países	Dentro del escenario base	Desviación sobre el escenario base en América Latina, Oriente Medio y Asia Oriental

#### Notas:

<sup>a</sup> El rango total se basa en múltiples aproximaciones a las emisiones aportadas por las distintas regiones del mundo. Cada enfoque tiene diferentes hipótesis sobre la vía, los esfuerzos específicos de cada país y otras variables. Los casos extremos en los que el Anexo I se compromete a reducir el total de emisiones, no están incluidos. Los rangos que aquí se presentan no entran en la viabilidad política, ni reflejan las variaciones de costos.

<sup>b</sup> Sólo los estudios con vistas a la estabilización de CO<sub>2</sub>-eq en 450 ppm asumen un rebasamiento (temporal) de alrededor de 50 ppm (Ver Den Elzen y Meinshausen, 2006).

Fuente: Cuarto informe de evaluación del IPCC, 2007.

No se trata de conseguir más energía, sino de cubrir racionalmente las necesidades de todas las personas y el desarrollo económico con menos energía y planificar un sistema energético compatible con el funcionamiento de los ecosistemas

Los procesos de transformación y uso de la energía también tienen relación con la estructura social o con la calidad del empleo

modelo energético se convierte en un vector principal de las nuevas lógicas de producción y consumo en las que habrán de cambiar no sólo los procesos de transformación de energía primaria y energía eléctrica, sino también los procesos de consumo, afectando radicalmente a sectores como la edificación, la industria y el transporte.

El papel central que desempeña la energía en nuestro desarrollo económico, ambiental o social hace que las decisiones que se adoptan en esta materia tengan consecuencias muy relevantes sobre los hogares, las empresas o la balanza comercial; sobre el clima global y la contaminación; sobre la estructura social, el empleo o la pobreza. De forma que una reflexión sobre el modelo energético implica analizar sus conexiones con el desarrollo económico, el empleo, el medio ambiente o la estructura social.

Así, es importante recordar que la relación entre energía y crecimiento económico ha sido históricamente muy estrecha: el crecimiento económico lleva a un mayor consumo energético y, precisa de un mayor volumen de energía. Bajo el modelo de desarrollo actual, la disponibilidad de energía puede condicionar el crecimiento económico futuro; y a su vez el mismo crecimiento amenaza la

sostenibilidad energética y ambiental.

El acceso a la energía es esencial para el bienestar humano, ya que si no alcanza un nivel mínimo limita severamente las posibilidades de desarrollo y las condiciones de vida. Sin embargo, a partir de cierto umbral, más energía no implica necesariamente más desarrollo, y menos aún más bienestar. En este como en otros casos, más no es mejor, y menos puede ser más. No se trata de conseguir más y más energía, sino de cubrir racionalmente las necesidades de todas las personas y el desarrollo económico con menos energía y planificar un sistema energético compatible con el funcionamiento de los ecosistemas.

Se debe tener en cuenta que el consumo de energía produce distintos impactos sociales y ambientales, siendo los principales el cambio climático, los daños a la salud humana y los impactos generalizados sobre los ecosistemas.

Finalmente, los procesos de transformación y uso de la energía también tienen relación con la estructura social o con la calidad del empleo. La distribución irregular de los recursos, la diferente estructura de financiación y organización necesaria para utilizar distintas fuentes energéticas, o el distinto

tipo de empleo que sostienen, hacen que las decisiones sobre modelo energético afecten a la configuración social, y vengán afectadas por ella.

## **2. LA CRISIS DEL MODELO ENERGÉTICO CONVENCIONAL**

Es en este complejo entorno donde se revelan las múltiples facetas de la insostenibilidad del modelo energético global y español.

### **A nivel global**

La Agencia Internacional de la Energía muestra un escenario tendencial de referencia (eso que muchas veces se denomina "Business As Usual", abreviando BAU) en el que prevé que la demanda mundial de energía primaria aumente un 40% durante el período 2007-2030. Los combustibles fósiles constituirían el 80% del mix global de energías primarias, con el petróleo como combustible fósil más usado.

Para satisfacer semejante crecimiento de la demanda y al mismo tiempo compensar el declive de la extracción, la industria petrolera tendría que desarrollar de aquí a 2030 nuevas capacidades extractivas a gran escala. ¿Podrá hacerlo? Desde la

década de los ochenta, los nuevos descubrimientos no bastan para reemplazar las reservas de petróleo consumidas; los costes de exploración y extracción están aumentando como consecuencia de que cada vez se trabaja en regiones más remotas, en ambientes más extremos y se perfora a mayor profundidad; la extracción mundial de petróleo convencional en los campos actualmente en explotación está experimentando un declive promedio del 6,7% anual; y la relación entre la energía obtenida mediante la extracción de petróleo y la energía consumida por este mismo proceso está declinando de forma muy rápida, lo que significa que cada nuevo barril de reservas añadido tiene un contenido energético neto inferior.

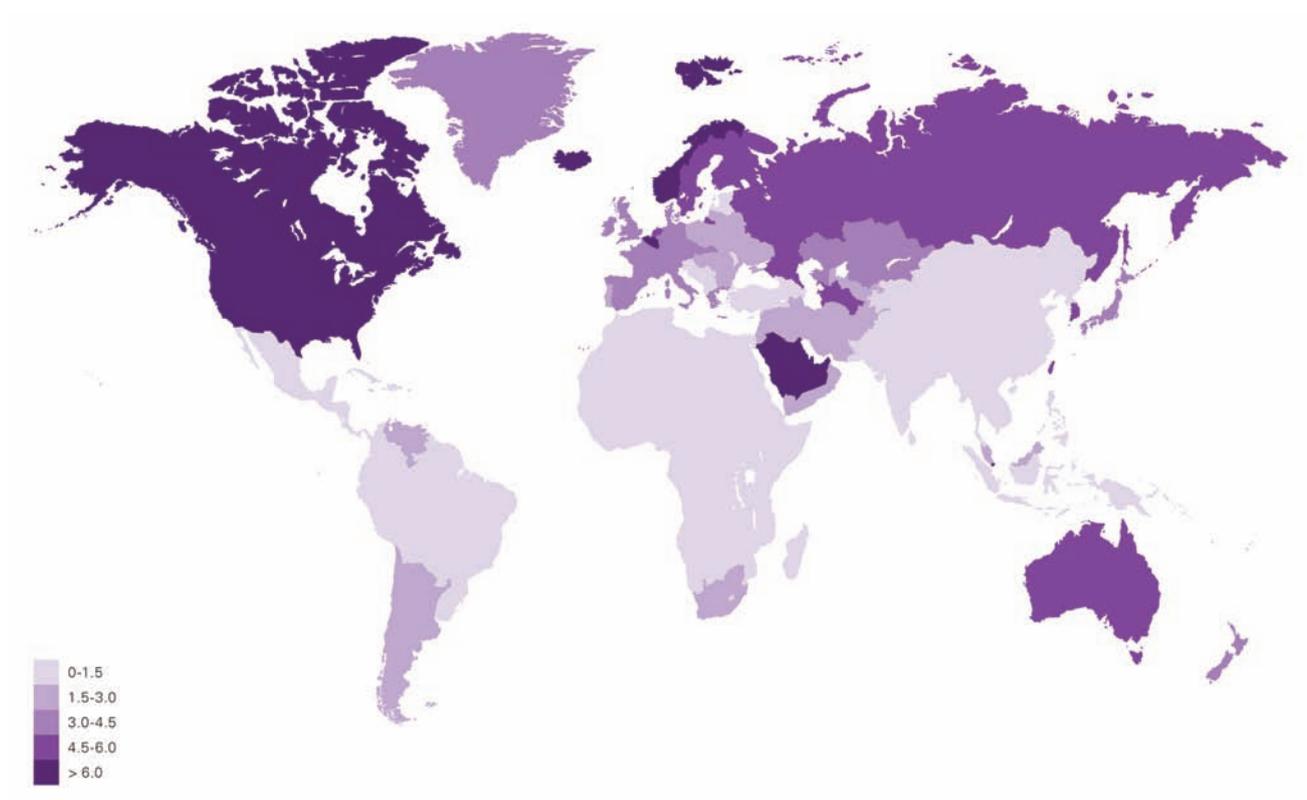
Asimismo, la Agencia Internacional de la Energía apunta que la cobertura de esa demanda mundial tendencial requeriría, entre 2008 y 2030, unas inversiones acumuladas de 26 billones de dólares: en promedio, una cifra equivalente a una inversión anual del 1,4% del PIB global. La caída de las inversiones inducida por la crisis financiera y económica podría tener serias consecuencias sobre la capacidad de abastecimiento energético y sobre los precios de los combustibles fósiles.

Por otra parte, el aumento de la demanda llevaría consigo un aumento significativo de las emisiones de CO<sub>2</sub>, que conduciría a largo plazo a una concentración de GEI (gases de efecto invernadero) en la atmósfera superior a 1.000 partes por millón (ppm) equivalentes de CO<sub>2</sub>. A partir de la concentración de CO<sub>2</sub> que se desprende del citado escenario, los modelos predicen una elevación media de la temperatura mundial de hasta 6°C. Esto provocaría, casi con total seguridad, un severo cambio climático de consecuencias catastróficas,

con daños irreparables al planeta y sus habitantes.

Finalmente, y desde el punto de vista social, el modelo energético es profundamente injusto. Globalmente, 1.600 millones de personas no tienen acceso a fuentes de energía modernas, 2.000 millones no tienen acceso a electricidad ni a servicios que ésta abastece (iluminación, refrigeración, telecomunicaciones y otros usos, todos ellos básicos para superar los escandalosos niveles de pobreza actuales), y se calcula que unos 2.400

**Figura 2. Consumo de energía per capita (Fuente: BP, 2008).**



millones dependen de la biomasa tradicional para cocinar y calentarse.

Además, hay diferencias muy significativas en el panorama energético mundial, con una situación de sobreconsumo en unos países y de falta de acceso en otros. Estados Unidos, que cuenta con un 5% de la población mundial pero utiliza el 25% de la energía mundial, consume 11,4 kW por persona; Japón y Alemania consumen prácticamente unos 6 kW por persona; mientras que en la India el un consumo medio de energía por persona es de 0,7 kW y en Bangladesh de 0,2 kW.

El Proyecto del Milenio de Naciones Unidas ha insistido en la estrecha relación entre el desarrollo humano y el acceso a servicios energéticos modernos, que permiten reducir la pobreza, mejorar la salud y las oportunidades de educación de los niños y promover la igualdad de género. Algunos de los derechos humanos básicos son imposibles de conseguir sin un acceso adecuado a servicios energéticos modernos, del que carece un 20% de la población mundial.

El reparto del esfuerzo en la reducción de emisiones no puede ser el mismo para todos los países ya que la responsabilidad histórica y

actual en el aumento de la concentración de gases de invernadero en la atmósfera no es la misma y las capacidades para la mitigación del cambio climático y la adaptación a sus consecuencias tampoco es equivalente. De ahí la importancia del principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas” en la agenda climática. Dicho principio demanda soluciones en la línea conceptual de “contracción y convergencia”: contracción en el consumo de recursos energéticos y en emisiones por parte de los países desarrollados y expansión temporal por parte de los países en desarrollo hasta confluir en un punto sostenible.

### **En España**

El modelo energético español presenta rasgos de insostenibilidad muy similares a las del modelo energético global: crecimiento desbocado de la demanda y de las emisiones de CO<sub>2</sub> que sólo la reciente crisis ha sido capaz de mitigar, y dependencia muy elevada de los combustibles fósiles. La intensidad energética española<sup>3</sup> ha mantenido una tendencia creciente, contraria a la de la UE-15. Aunque parece confirmarse la muy reciente

A partir de la concentración de CO<sub>2</sub> que se desprende del escenario tendencial, los modelos predicen una elevación media de la temperatura mundial de hasta 6°C. Esto provocaría, casi con total seguridad, un severo cambio climático de consecuencias catastróficas

<sup>3</sup> Se entiende por intensidad energética de un país la relación entre su consumo de energía y su PIB. A mayor intensidad energética, menos eficiencia y viceversa.

Estas conclusiones invitan a reflexionar sobre el modelo económico español que ha estado basado en sectores que conducen a la insostenibilidad del modelo energético

tendencia decreciente iniciada en 2005, el ritmo de mejora es inferior al observado en promedio en la UE-15.

Algo semejante ocurre con la intensidad de CO<sub>2</sub>. Tanto el consumo de energía per cápita (140 GJ/hab) como las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita (9,6 t CO<sub>2</sub>/hab), que partían de unos niveles inferiores a la media europea, se están aproximando rápidamente a este nivel.

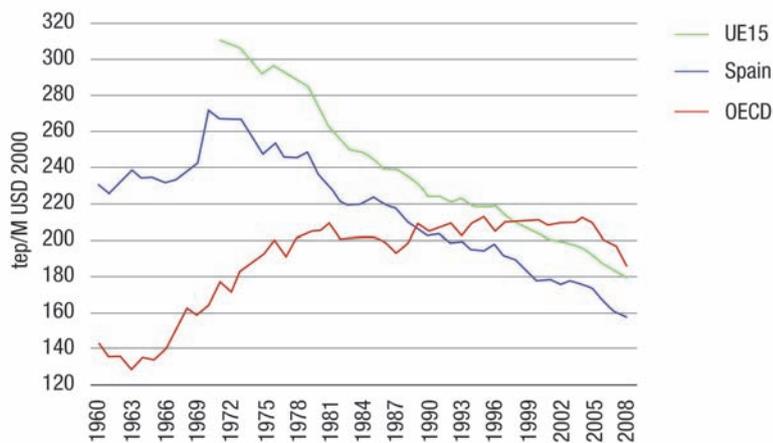
De los sectores demandantes, el transporte y el sector "usos diversos" (residencial, terciario y primario) merecen una atención especial. La movilidad de viajeros y de mercancías ha experimentado durante muchos años un crecimiento que solamente la crisis económica parece haber sido capaz de detener, con el transporte por carretera

ocupando un primerísimo puesto entre los distintos modos: 89% y 83% del total de viajeros y mercancías, respectivamente. El sistemático crecimiento del transporte por carretera (y la falta de alternativas) constituye una de las principales amenazas a la sostenibilidad económica y ambiental del sistema energético español.

La economía española ha concentrado sus actividades en subsectores de menor valor añadido -productos siderúrgicos, cemento y ladrillo- asociados a la construcción. Incluso en actividades menos intensivas en energía, como es el sector de servicios, la actividad se concentra en aquellas ramas -hostelería y el comercio- que necesitan relativamente más energía.

Estas conclusiones invitan a reflexionar sobre el modelo económico español que ha estado basado en sectores que conducen a la insostenibilidad del modelo energético. La construcción y el turismo de bajo coste han proporcionado crecimiento económico espectacular, pero con fuertes demandas de energía. Mientras, las economías más avanzadas en la UE15 se han especializado en actividades de mayor valor añadido, logrando reducir su intensidad energética y sus emisiones.

**Figura 3. Evolución de la intensidad energética. (Fuente: Agencia Internacional de la Energía, 2009).**



Por tanto, parece imprescindible un cambio de modelo energético: más basado en el ahorro y la eficiencia energética, más respetuoso ambientalmente, y más justo a nivel social. ¿Es posible este cambio?

### 3. SOLUCIONES PARA EL CAMBIO DEL MODELO

En primer lugar, es preciso reconocer que el cambio de modelo es posible. Por ejemplo, a nivel global, la misma Agencia Internacional de la Energía presenta un modelo alternativo, llamado "escenario 450"<sup>4</sup>, en el que se plantea una transformación radical del sistema energético, para conseguir una reducción de las emisiones de GEI de un 80% para 2050 respecto a 1990. La figura 4 presenta, además, de qué forma se puede lograr semejante esfuerzo de reducción de emisiones dentro del sector energético. En dicha propuesta, las distintas tecnologías eléctricas tienen un papel destacado, en torno a la quinta parte del total. Sin embargo, es importante destacar que más de la mitad de la reducción se debe a mejoras en la eficiencia y ahorro energético en los usos finales. Estas medidas incluyen actuaciones en edificios, industria y transporte, con

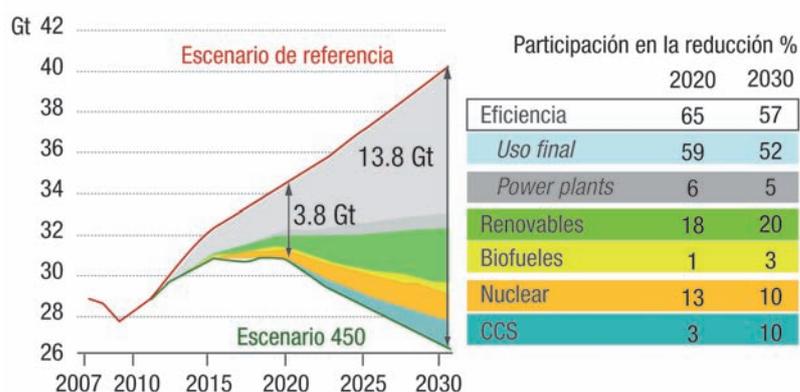
cortos periodos pay-back e incluso costes negativos de reducción.

De igual forma, en España, el ahorro y la eficiencia energética -posiblemente por su olvido histórico o porque al reducir el consumo merman los beneficios monetarios del sector- presentan un elevado potencial, y así existen numerosas posibilidades de reducción del consumo energético -y de los impactos ambientales asociados- desde el urbanismo, la edificación, el transporte, o la demanda de electricidad.

La necesidad de respetar los límites biofísicos del planeta, pero también la rentabilidad económica y social, hace que el énfasis de las soluciones para el cambio de modelo deba situarse en la reducción del consumo, tanto en términos absolutos (ahorro) como

<sup>4</sup> En referencia a 450 partes por millón, límite máximo de concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera para evitar un cambio climático catastrófico.

**Figura 4. Emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía en los dos escenarios de la AIE. Fuente: Agencia Internacional de la Energía, 2009.**



En el ámbito urbanístico el necesario aumento de la eficiencia energética ha de plantearse desde la rehabilitación de los barrios, de la ciudad existente, y desde una gestión de los espacios construidos orientada a las necesidades de los ciudadanos

relativos (eficiencia). En este informe se presentan muchas posibilidades tecnológicas o de cambios de comportamiento en todos estos sectores, que podrían reducir desde hoy el consumo de energía en España el 22% para 2030.

### **Edificación**

En el sector de la edificación la optimización de la radiación solar, el aislamiento térmico, el control de la ventilación y el intercambio de calor pueden permitir reducir la demanda energética para climatización a valores residuales, próximos a los 10-15 kWh/m<sup>2</sup>. Tras el necesario ajuste de la demanda, la eficiencia en la captación, transformación, transporte y aportación de energía a los espacios que deben acondicionarse es el factor que debe asegurarse para obtener buenos comportamientos energéticos en la edificación.

Aumentar el porcentaje de la energía que va a satisfacer las necesidades del usuario, respecto a la cantidad total de energía que entra en el sistema, es el objetivo de la eficiencia en las instalaciones. La adecuación y el rendimiento de equipos transformadores de energía -como calderas, climatizadores, etc.-, de

sistemas de transporte de energía, y de difusores -radiadores, ventiladores, etc.- para servir la demanda, son factores que determinan la eficiencia en las instalaciones de climatización.

En definitiva, hoy podemos aspirar a vislumbrar una fuerte descarbonización de un sector de la edificación reconfigurado en torno a la idea de la rehabilitación bioclimática del tejido edificado de nuestras ciudades.

### **Urbanismo**

En el ámbito urbanístico el necesario aumento de la eficiencia energética -y por ende la reducción de las emisiones debidas a la edificación- ha de plantearse desde la rehabilitación de los barrios, de la ciudad existente, y desde una gestión de los espacios construidos orientada a las necesidades de los ciudadanos. Unos usuarios cuyo convencimiento y apoyo en el cambio hacia una sociedad con un metabolismo bajo en carbono resulta el factor más determinante.

La tendencia actual de modelo de ciudad difusa crea urbanización (suburbios) pero no ciudad. En la medida que crece la ciudad difusa lo hace

el consumo de recursos. Abandonar el modelo actual de ciudad difusa y el marco institucional que la ha apoyado parece más que razonable.

El modelo urbano que podría revertir el proceso insostenible del actual es el modelo de la ciudad mediterránea, compacta en su estructura y compleja en su organización, eficiente en el consumo de recursos y estable socialmente. Este modelo compacto se puede articular en nuevas células urbanas para la funcionalidad del sistema, que trasciendan a la decimonónica manzana y respondan mejor a los objetivos de movilidad y acceso -ir de un punto a otro de la ciudad de la manera más eficiente posible- a la vez que liberen entre el 60 y el 70% del espacio público hoy sometido a una invasiva motorización. La nueva célula urbana propuesta (equivalente a una supermanzana) permite articular un nuevo modelo de movilidad basado en los modos de transporte alternativo y tener acceso a las actividades, fuentes de trabajo y equipamientos básicos de proximidad sin usar el coche.

Esta nueva concepción del urbanismo debe aplicarse fundamentalmente para regenerar la ciudad

consolidada, ya que sólo gestionando de una forma eficiente los tejidos urbanos actuales y rehabilitando el sobredimensionado parque de edificios existente a gran escala, se puede dar una respuesta adecuada al reto energético que se plantea.

Sobre esta línea de trabajo, ya existen estudios y propuestas desarrolladas, entre otros dos informes de esta misma serie de Cambio Global España 2020/50 <sup>5</sup>, que apuntan a cómo avanzar hacia la transformación de nuestras urbes en ciudades bajas en carbono.

### **Transporte**

En el sector del transporte, más allá de la reducción de demanda de movilidad que plantea la transformación hacia un urbanismo sostenible, también se ofrecen soluciones para la disminuir la demanda energética: reducción del parque de vehículos, haciendo innecesario el ser propietario de un vehículo para atender las necesidades de desplazamiento; reducción del número de viajes, convirtiendo viajes unipropósito en viajes multipropósito, o evitando, en general, los viajes innecesarios; reducción del número de vehículos-km mediante el aumento de la ocupación de los distintos medios de transporte,

<sup>5</sup> Infomes Cambio Global España 2020/50. Programa Ciudades (2009) editado por el Centro Complutense de Estudios e Información Medioambiental (CCEIM), Fundación Conama y OSE y Sector Edificación (2010) editado por el CCEIM, GBCE y ASA.

Para el sector del transporte, se apunta la posibilidad de reducciones en el consumo de energía final del orden del 60% en 2030 con respecto al año 2008

o la reducción de las distancias entre origen y destino; aplanamiento de las horas punta para evitar la congestión del tráfico en determinadas franjas horarias; equilibrio entre la utilización del vehículo privado y el transporte público, favoreciendo una transferencia hacia el transporte público; y promoción de modos de transporte no contaminantes (modos *soft*: viajes en bicicleta y a pie que facilitan, además de beneficios ambientales, una mejora de la calidad de vida de las ciudades y un urbanismo de proximidad, enriquecedor para las relaciones ciudadanas).

En el informe se apunta la posibilidad de reducciones en el consumo de energía final del orden del 60% en 2030 con respecto al año 2008.

### **Sector energético**

En el sector energético, muy especialmente el eléctrico, ofrece también muchas oportunidades de mejora tanto desde la demanda como desde el lado de la oferta.

Del lado de la demanda el uso más racional de electricidad, presenta muchas oportunidades de reducción del consumo energético; la gestión eficiente de la demanda de electricidad, la iluminación de bajo consumo, los

electrodomésticos eficientes, las tecnologías avanzadas para climatización, y los sistemas de almacenamiento y gestión de la energía permitirán reducir en gran medida el consumo.

Ahora bien, la reducción del consumo no será suficiente para lograr un modelo sostenible. Será necesario también actuar sobre las tecnologías de transformación de la energía, tanto de calor y de electricidad como para el transporte. Tienen especial importancia aquí las tecnologías de generación de electricidad, por su participación cada vez mayor en el sistema.

Del lado de la oferta, las energías renovables son las que ofrecen hoy mayores ventajas desde el punto de vista de la sostenibilidad ya que los combustibles fósiles y la energía nuclear no parecen sostenibles. Las propuestas de "captura y secuestro" de carbono están en fase de demostración y habrá que esperar unos años para analizar las posibilidades de generalización o no de la tecnología (no sólo en función de su competitividad, sino tras una consideración cuidadosa de las muchas incertidumbres aún por resolver en cuanto a la capacidad y seguridad de los almacenamientos).

En cuanto a la energía nuclear, además de los elevados costes de inversión con largos períodos

de amortización que generan grandes incertidumbres sobre su viabilidad financiera, las cuestiones –no resueltas– que focalizan hoy las polémicas sobre el futuro de la tecnología nuclear de fisión son el agotamiento de las reservas de uranio, los riesgos de proliferación nuclear y la producción de residuos radiactivos. Así pues, hoy es la generalización del uso de las energías renovables, desplazando progresivamente a las convencionales, lo que puede permitir avanzar hacia una generación sostenible. Si bien algunas de ellas todavía presentan unos costes elevados, otras como la energía eólica atravesaron ya el umbral de la competitividad con las tecnologías convencionales. La cogeneración también puede tener una aportación significativa, por su mayor eficiencia.

En lo que se refiere al sector del transporte, existe todavía un muy importante potencial de mejora. Si todas las mejoras en eficiencia fueran utilizadas para recortar el consumo de combustible en vez de potenciar las prestaciones, se estima que el uso de combustible se podría reducir hasta un 26% en 2035. La adopción agresiva de tecnologías híbridas (enchufables o no) podría resultar en una reducción del 40% del consumo de

combustible en el coche. En cuanto a los nuevos motores, fabricantes y políticos parecen coincidir en centrarse en vehículos eléctricos y vehículos con pilas de combustible de hidrógeno (de hecho, estos últimos son también vehículos eléctricos, aunque con hidrógeno como combustible almacenable en vez de baterías, que luego es convertido en electricidad en la pila de combustible).

Todas las alternativas de oferta y demanda analizadas en el informe se han combinado para construir unos escenarios energéticos deseables para 2020 y 2030, que deberían permitir alcanzar un modelo energético sostenible en el medio plazo. Sin duda el cambio necesario es posible. Pero optar por el mismo debe ir acompañado por una adecuada gestión de la transición entre la situación actual y el modelo futuro.

#### **4. EL ESCENARIO ENERGÉTICO DESEABLE PARA ESPAÑA**

La transición para lograr los objetivos deseados requiere una metodología ‘backcasting’ o retrospectiva, situando primero el escenario deseable dentro de lo posible y a partir de ahí diseñar las medidas necesarias para alcanzarlo.

La generalización del uso de las energías renovables, desplazando progresivamente a las convencionales, es lo que puede permitir avanzar hacia una generación sostenible

Se han construido dos escenarios: un escenario base, en el que se incluyen sólo las políticas energéticas y medioambientales actuales y un escenario deseable, más avanzado, con el objetivo fundamental de reducir las emisiones de GEI en 2050 en un 80% sobre el nivel de emisiones en 1990

Diversos escenarios apuntan hacia el 100% de generación eléctrica de fuentes renovables para 2050 <sup>6</sup> en un contexto de mayor electrificación de la sociedad. También está establecido el entorno del escenario 2020 por el llamado Paquete Europeo de Energía y Cambio Climático. Para alcanzar los objetivos a 2050 a partir de los alcanzados en 2020 queda por establecer el escenario 2030, sobre el que se espera un interesante debate a lo largo de los próximos años. La propuesta que aquí avanzamos (Cambio Global España 2020/2030... 2050: energía, economía, sociedad) pretende fomentar este debate pendiente en la sociedad española.

Para la realización de este ejercicio<sup>7</sup> se han construido dos escenarios: un escenario base en el que se incluyen sólo las políticas energéticas y medioambientales actuales y un escenario deseable, más avanzado, con el objetivo fundamental de reducir las emisiones de GEI en 2050 en un 80% sobre el nivel de emisiones en 1990 (reducción mínima establecida por la comunidad científica para mantener la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera por debajo de 450 partes por millón y el incremento global de temperatura por debajo de los 2°C).

Se trata de un escenario de reducción de emisiones muy exigente, que a partir de 2030 tendría que ser acometido con tecnologías más avanzadas que las actualmente disponibles. Aunque se considera la aparición futura de soluciones tecnológicas novedosas, se desconoce el alcance de aplicación de 2030 a 2050; por ello sólo se presentan resultados detallados hasta el año 2030. Se trata de mostrar la composición del sistema energético que sería necesaria en el año 2030 para poder acometer los objetivos previstos para 2050. Conforme vayan apareciendo novedades tecnológicas aplicables cabrá actualizar y proyectar en el tiempo este ejercicio de modelización.

Estos escenarios no pretenden predecir el futuro, sino establecer una respuesta posible del sistema energético futuro, sometido a restricciones ambientales, con las tecnologías y los recursos disponibles.

### Escenario base

El escenario base incluye los objetivos de penetración de energías renovables marcados por la Unión Europea para 2020, donde un 20% del consumo energético final ha de ser con fuentes renovables y

<sup>6</sup> Es el caso del Informe de la Fundación Ideas 2009 'Un nuevo modelo energético para España. Recomendaciones para un futuro sostenible'; así como del Informe Greenpeace 2007 'Renovables 100%. Un sistema eléctrico renovable para la España peninsular y su viabilidad económica'.

<sup>7</sup> Para este trabajo se ha contado con la herramienta TIMES-Spain, un modelo energético de la familia de modelos MARKAL-TIMES desarrollados dentro del programa ETSAP (Energy Technology System Analysis Programme) de la Agencia Internacional de la Energía.

las emisiones de CO<sub>2</sub> deberían ser un 20% inferiores a las emisiones de 1990. Para ello se ha considerado la existencia del mercado de emisiones de CO<sub>2</sub> para los sectores que participan en el mismo, y para los sectores que no se integran en este mercado (sectores difusos) se han limitado las emisiones de acuerdo a las indicaciones de la Decisión sobre el reparto del esfuerzo de reducción, es decir, un 10% de reducción sobre las emisiones de 2005 en el año 2020. Estos mismos límites se han mantenido en todo el horizonte de modelización. En cuanto a las mejoras en la eficiencia energética para 2030, se ha considerado que el consumo energético en el sector residencial y de servicios disminuye un 22% respecto del año 2000.

La eficiencia del sector transporte se ha considerado que mejora en un 10% respecto de la existente en 2009; y en consonancia con los planes en preparación del Gobierno para la introducción del coche eléctrico, se ha supuesto que en 2020 el parque de automóviles contará con un millón de estos vehículos. En lo que a energía nuclear se refiere, se ha considerado la no instalación de nuevas capacidades y la extinción de las plantas actuales al final de su vida útil,

de modo que a partir de 2028 no hay generación eléctrica de origen nuclear.

### **Escenario deseable**

En el escenario deseable se han contemplado los mismos supuestos que en el escenario base, añadiéndose medidas adicionales y mayores restricciones, en particular las referidas a las emisiones de CO<sub>2</sub> que deberán reducirse respecto a sus niveles en 1990, un 30% para 2020 y un 50% para 2030 (ello permitiría alcanzar el 80% de reducción en 2050).

En el sector residencial y de servicios. Adicionalmente a las mejoras de eficiencia del escenario base, el escenario deseable ha supuesto que cada año hasta 2050 medio millón de viviendas son rehabilitadas para conseguir un ahorro energético del 50% sobre el consumo de 2009 y que todas las nuevas viviendas construidas tienen una demanda energética un 80% inferior a la actual. Todo ello supondría un ahorro de la demanda energética global en el sector residencial y de servicios de un 46% en 2050 respecto a 2009<sup>8</sup>.

En el sector del transporte se ha considerado un aumento de la eficiencia en 2020 de un 22% respecto de la existente

<sup>8</sup> Los datos de partida 2008 y 2009 que aparecen en los gráficos como MICyT para 2008 y como Anexo para 2009, son respectivamente los ofrecidos por el Ministerio de Industria Comercio y Turismo sobre 2008 y los contemplados sobre 2009 en la 'Propuesta del Gobierno para Acuerdo política para la recuperación del crecimiento económico y la creación de empleo' en el llamado Pacto de Zurbano.

en el año 2000. Además, se ha supuesto una apuesta decidida por el vehículo eléctrico para el transporte de pasajeros con 2,5 millones de vehículos en 2020, 5 millones de vehículos eléctricos en 2030 y 15 millones de vehículos eléctricos en 2050. Se ha considerado asimismo que el transporte de mercancías experimenta un cambio modal radical hacia el transporte ferroviario. De esta forma, en 2020 un 10% de la demanda de transporte total de mercancías se transfiere de

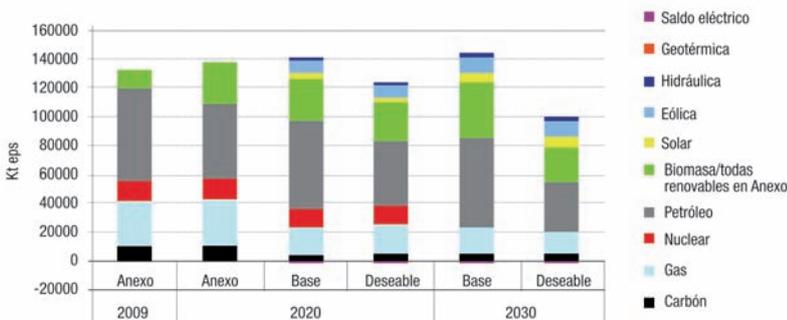
transporte por carretera a transporte en tren, en 2030 un 30% y en 2050 un 70%.

Bajo todos estos supuestos, en el escenario deseable, el consumo de energía primaria en el año 2030 se reduce en un 23% respecto del consumo del año 2009 y procede de fuentes renovables en un 45%. La energía nuclear desaparece del escenario energético en 2030. El carbón y el gas ven reducida su participación y el uso del petróleo se reduce desde un 49% en 2009 hasta un 34% en 2030.

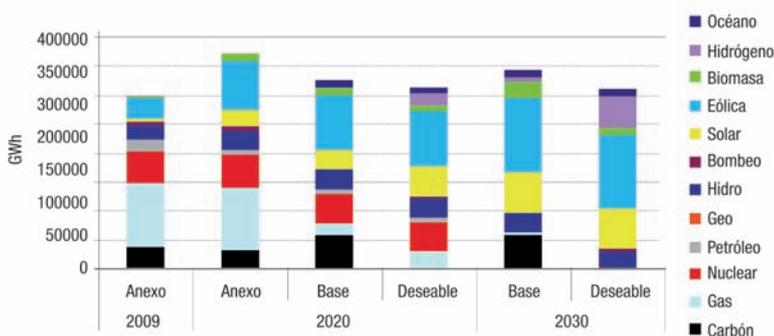
La propuesta de escenario deseable permite reducir el consumo de energía final en 2030 en un 15% respecto al año 2009, mientras que la tendencia que muestra el escenario base nos conduciría a un aumento de un 14% para 2030. Las medidas de eficiencia adoptadas en los distintos sectores y el uso de las tecnologías más eficientes en el escenario deseable permiten ahorrar en el año 2030 alrededor de 30.000 kteps respecto del escenario base, lo que supone un 25% del consumo energético final total del escenario base en ese año.

La electricidad aumenta su participación en el sistema energético desde un 20% en 2008 hasta un 27% en 2030 en el escenario deseable. Los

**Figura 5. Consumo de energía primaria.**



**Figura 6. Producción de electricidad.**



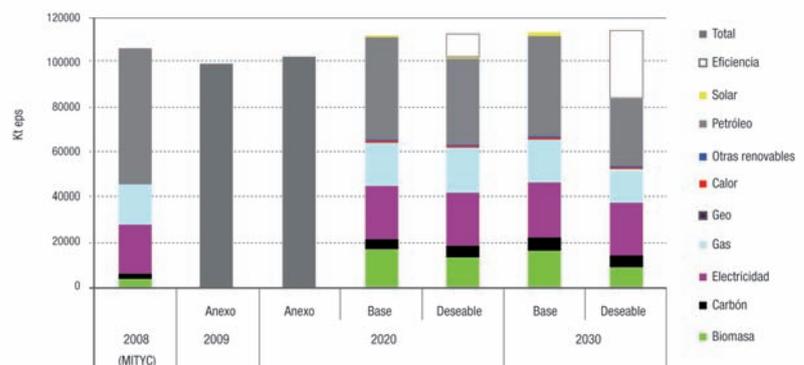
resultados obtenidos para el sector eléctrico muestran un rápido crecimiento de las fuentes renovables, que ya en 2020 suponen más de un 70% de la electricidad total en el escenario deseable y que en 2030 suponen un 100%.

En cuanto a la distribución del consumo de energía final por sectores, el sector del transporte pasa de contribuir en un 38% en el año 2008, a un 18% en 2030 en el escenario deseable. Esta reducción se consigue con la introducción de vehículos más eficientes, el cambio en los patrones de conducción y el cambio modal en el transporte. La participación de la electricidad se ve incrementada debido a la introducción del vehículo eléctrico y el mayor peso del tren -en general electrificado- en el transporte de mercancías. El uso de petróleo en 2030 se reduce a la mitad en este escenario con respecto al escenario base. Los sectores residencial, servicios y agrícola disminuyen también su contribución en 2030 al consumo energético final.

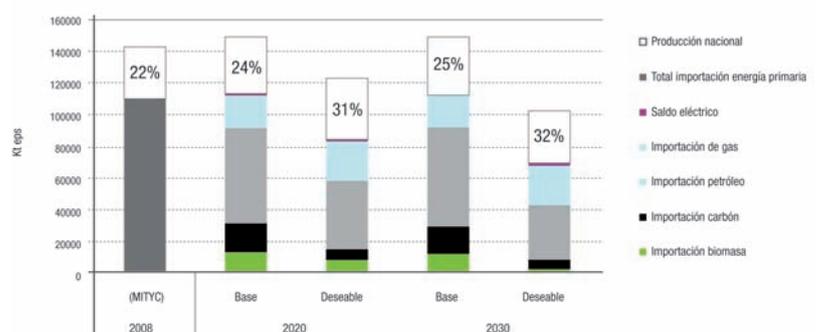
La dependencia energética en el escenario deseable disminuye considerablemente, debido al ahorro y al cambio de fuentes energéticas. Por un lado aumenta el autoabastecimiento, que pasa desde un 17% en 2008

(considerando que la energía nuclear no es autóctona dada la dependencia tecnológica y que el combustible es importado) hasta un 32% en 2030. Por otro, disminuye el consumo de energía primaria en un 22%. Considerando ambos procesos, la importación de energía primaria desciende de manera muy importante a lo largo del periodo de modelización, llegando a ser en 2030 un 40% inferior a la de 2008 y dejando de importar unas 42.000 ktep.

**Figura 7. Consumo de energía final.**



**Figura 8. Importación de energía primaria y grado de autoabastecimiento.**

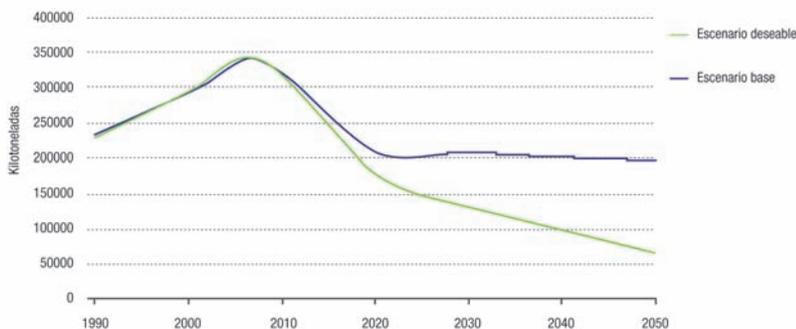


La evolución de las emisiones energéticas de CO<sub>2</sub> sigue una pauta descendiente resultante de las restricciones impuestas al sistema, para alcanzar el 80% de reducción en 2050 para lo cual, en el escenario deseable las emisiones se reducirían un 30% en 2020 y un 50% en 2030, siempre respecto a 1990, para alcanzar un recorte del 80%-90% en 2050.

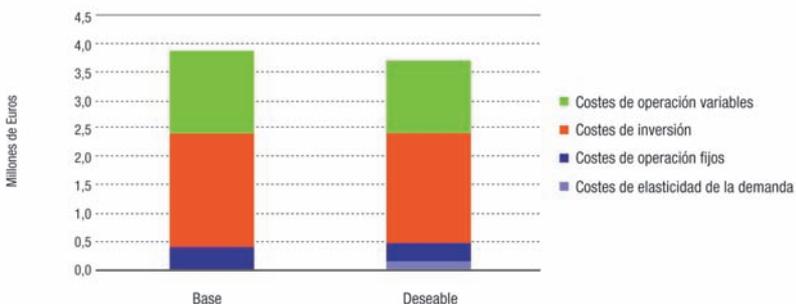
Por último, en lo que se refiere a la viabilidad económica del escenario propuesto, los resultados muestran que, gracias fundamentalmente al

ahorro de energía, los costes totales de aprovisionamiento energético del sistema se reducen en el escenario deseable respecto al caso base, debido en gran parte al descenso en los costes de operación variables (un 11% inferiores en el escenario deseable) por la reducción en el consumo de combustibles fósiles. Los demás costes en el escenario deseable, de inversión y de operación fijos, también se ven reducidos -ambos en un 6%- con respecto del escenario base. En el caso de las inversiones, éstas tenderán a bajar conforme las nuevas tecnologías, con más presencia en el escenario deseable, se van haciendo maduras y las economías de escala mejoran.

**Figura 9. Emisiones de CO<sub>2</sub>.**



**Figura 10. Costes totales del sistema hasta el año 2030.**



**5. CÓMO ALCANZAR EL ESCENARIO DESEABLE: LAS POLÍTICAS PARA EL CAMBIO**

Una vez identificados los escenarios deseables, el dónde queremos llegar, hay que definir cómo hacerlo: cuáles deben ser los papeles de los distintos agentes sociales, cuáles las políticas fiscales, tecnológicas, o de otro tipo, necesarias para pasar del insostenible modelo actual al escenario deseable futuro en el que queremos situarnos. A continuación se apuntan algunas de las políticas necesarias para hacer posible la transición.

En las sociedades democráticas, la sociedad civil constituye una de las claves del cambio social, ya que, para que dicho cambio sea posible, se requiere de una base social suficiente que los apoye y demande a los gobiernos que los promuevan. Las organizaciones sociales -como entidades de intermediación entre los individuos, la sociedad y las instituciones- expresan los intereses de la sociedad civil, influyen decisivamente en la cultura de una sociedad y en sus comportamientos y desempeñan un importante papel en los cambios sociales. Así, es necesario lograr, mediante políticas educativas, informativas y participativas, una implicación de la sociedad civil en la percepción de los problemas y de las soluciones existentes, según el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas. La perspectiva de una transición justa con participación comprometida de la sociedad civil facilitará los cambios necesarios en el comportamiento social.

A la vez que se avanza en la percepción social sobre la necesidad del cambio de modelo energético, hay que diseñar políticas que incentiven en la dirección adecuada este cambio. Fundamentalmente, es necesario que los precios de la energía recojan todos los

costes de su uso, para que los consumidores y las empresas puedan alinear sus intereses con los de la sociedad. En esta línea hay dos elementos que parecen esenciales. Por una parte, la reformulación de una estratégica energética concertada que establezca adecuadamente los objetivos integrales que se persiguen, las ventajas e inconvenientes de los mismos, y las políticas necesarias para alcanzarlo. Por otra parte, también resulta especialmente recomendable, y más en estos momentos, una reforma fiscal verde, que permita desincentivar las fuentes energéticas no deseadas mediante señales de precio, pero que a la vez no suponga necesariamente un aumento de la carga fiscal, al reducir otras cargas que pueden ser incluso distorsionantes, como las asociadas al mercado de trabajo.

Desgraciadamente, y por muchas razones, las señales de precio o la planificación no serán suficientes. Por una parte es necesario tener en cuenta la realidad de los mercados y la política; por otra, hace falta un desarrollo tecnológico aún elevado para las energías renovables, que les permitan competir en igualdad de condiciones. Por ello hacen falta, además de las políticas citadas, otras que se encarguen de lograr este

Es imprescindible lograr un marco regulatorio consensuado y estable a largo plazo, que dé confianza a los inversores y consumidores, agentes fundamentales del cambio

La conclusión principal del informe es que la transición hacia un modelo energético sostenible no sólo es deseable, sino también posible

desarrollo, bien apoyando las actividades de investigación y desarrollo para las tecnologías menos maduras, con fondos públicos o creando un entorno favorable a la innovación y la iniciativa privada; o creando economías de escala para las que están ya en fase pre-competitiva.

Finalmente, es imprescindible imbricar todas estas políticas y sus interacciones en un marco institucional adecuado, tanto a nivel nacional como internacional. Las implicaciones de las políticas energéticas sobre unas economías cada vez más interconectadas hacen necesario un esfuerzo global de coordinación y armonización de políticas energéticas y ambientales. Por otra parte, es imprescindible lograr un marco regulatorio consensuado y estable a largo plazo, que dé confianza a los inversores y consumidores, agentes fundamentales del cambio. Finalmente, es urgente un esfuerzo redoblado a nivel internacional que permita el acceso a fuentes avanzadas de energía a toda la población mundial, como factor clave para su desarrollo.

### 6. CONCLUSIONES

La convergencia de diversas crisis globales -financiera y económica, climática,

energética y ambiental- requiere considerar sus interacciones y buscar salidas de conjunto que respondan simultáneamente a todas ellas. Este informe pretende dar una respuesta desde el punto de vista del sector energético, un sector que se convierte en vector principal del cambio hacia una economía más sostenible, por sus importantísimas conexiones con la economía, con el medio ambiente y con la configuración de la sociedad.

La conclusión principal del informe es que la transición hacia un modelo energético sostenible no sólo es deseable, sino también posible. El reto central a resolver no pasa por tratar de conseguir más energía, sino por consumir menos cubriendo racionalmente las necesidades energéticas a través de un sistema más eficiente, basado en las energías renovables y compatible con el funcionamiento de los ecosistemas.

El escenario deseable que se plantea en este informe es viable técnica y económicamente, además de ser sostenible ambientalmente. Es un escenario que permite reducir en gran medida las emisiones de CO<sub>2</sub> y la dependencia energética de España, a la vez que reduce los costes de

suministro con respecto al escenario tradicional. Pero a la vez es un escenario comprometido y ambicioso, que no se puede lograr simplemente con buenas intenciones o recurriendo a prácticas y actitudes pasadas.

Antes bien, es necesario un cambio radical en la forma en que se transforma y consume la energía. Resulta imprescindible potenciar el ahorro energético, combatiendo el despilfarro en todos los sectores, con un énfasis especial en el urbanismo, la edificación y el transporte, en los que debe cambiar el paradigma consumista y desarrollista hacia uno basado en la suficiencia; y también es necesario abandonar progresivamente los combustibles fósiles y la energía nuclear y sustituirlos por energías renovables.

Pero este cambio no vendrá por sí mismo, sino que sólo podrá obtenerse como resultado de un conjunto coherente de políticas públicas e iniciativas privadas, consensuadas a largo plazo por todas las fuerzas políticas en un proceso que debe originarse y mantenerse desde la sociedad civil. Es imprescindible un gran debate sobre el futuro energético del país que permita alcanzar un amplio acuerdo institucional,

político y social en torno a una estrategia energética ambiciosa y sostenible con objetivos de medio y largo plazo, cuestión de importancia decisiva para nuestro futuro.

Este informe pretende ser en una primera muestra de este proceso. El objetivo ha sido tratar de reunir buena parte de las voces expertas en materia de energía y sostenibilidad en España, con el convencimiento de que la riqueza y la fuerza que proporciona esta unión de capacidades -que no mera yuxtaposición- compensa de sobra las pequeñas discrepancias conceptuales o estilísticas que se puedan identificar. Porque sólo a través del debate plural, transparente, honesto y bien informado será posible alcanzar el tan necesario consenso en materia energética que necesita España para seguir avanzando en el bienestar de sus ciudadanos sin comprometer los límites que impone nuestro finito y vulnerable planeta.