

3 a 21

**El cambio climático
en un contexto global**

22

Noticias de actualidad

25

Estadísticas

26

Direcciones “web”

Editorial

En varios números de **el núcleo** se ha tratado el problema del calentamiento global, aportando una explicación sencilla de sus causas y de las predicciones sobre su evolución y consecuencias. Es obvio que la interacción de los múltiples sistemas que componen la Tierra constituye una enorme dificultad a la hora de establecer modelos de cálculo que representen bien la compleja realidad del clima de la Tierra y de su evolución durante la historia, el presente y el futuro del planeta.

Sin embargo, el estudio del efecto invernadero causado por la presencia de determinados gases en la atmósfera ha llegado ya a conclusiones ampliamente aceptadas, que permiten predecir con una probabilidad razonable la correlación entre las emisiones antropogénicas de los llamados gases de invernadero y la elevación de la temperatura de la Tierra.

Estos estudios, reconociendo que el efecto invernadero no es el único elemento que influye en el clima de la Tierra, sí que lo definen como una causa importante y conocida e identifican los fenómenos implicados, causas y efectos, lo que permite actuar sobre las variables que están al alcance de la humanidad para impedir consecuencias que pueden calificarse de catastróficas durante períodos de tiempos a escala humana.

Las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente el dióxido de carbono, causadas por el sector de la energía representan el 61% de las emisiones totales: el sector de la

*La energía nuclear,
junto con las renovables,
permite frenar
el calentamiento global*

**VOLVER
AL SUMARIO**

energía es, por tanto, primordial para estudiar las medidas necesarias para estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero. En todo caso, existe una gran diferencia entre la evolución esperada en los países desarrollados y la correspondiente a los países emergentes, singularmente China e India, que serán responsables de una gran parte del incremento de emisiones.

En este número se esbozan las medidas que se podrían tomar en el sector energético para colaborar en una estabilización de la concentración de los gases de efecto invernadero, a niveles que se consideran aceptables, sin cambios drásticos del estilo de vida de la humanidad.

La energía nuclear se presenta como un componente eficaz, junto con las energías renovables, para conformar un parque mundial de generación con emisiones reducidas de gases de efecto invernadero, al mismo tiempo que conduce a un suministro energético sostenible con una reducción del consumo de combustibles fósiles (petróleo y gas), cuyas reservas pueden agotarse a medio y largo plazo. ■

El cambio climático en un contexto global

Los datos que resultan de los estudios, con hipótesis cada vez más elaboradas, han calado ya en la opinión pública, los medios de comunicación y los estamentos políticos, que se ven impulsados a tomar medidas a escala global para evitar efectos que se definen como muy graves. El camino es difícil, porque no es tarea sencilla establecer un régimen vinculante para todos los países y todos los sectores de actividad, cuando cada país tiene un poder soberano de decisión sobre las medidas a tomar en función de su estructura industrial y sus recursos financieros.

El planeta Tierra recibe una cantidad de energía del Sol en forma de radiaciones de onda corta; parte de esta energía se refleja hacia el espacio exterior y otra parte calienta la Tierra hasta una temperatura tal que la radiación de onda larga que emite sea igual a la que recibe. Por la distancia al Sol y el tamaño de la Tierra esta temperatura es de 18 grados bajo cero y esa sería la temperatura de la superficie si no existiera la atmósfera o si esta fuera totalmente transparente a la radiación de onda larga. Afortunadamente, la atmósfera contiene pequeñas cantidades de ciertos gases (sobre todo de dióxido de carbono, CO₂) que absorben parte de la radiación que emite la superficie y la devuelven a ella. La superficie se calienta, entonces, hasta que la energía que emite sea la necesaria para que la que logre atravesar la atmósfera sea igual a la recibida del Sol. La media de las temperaturas de la superficie y de las distintas capas de la atmósfera serán los -18 °C, pero la media de temperatura de la superficie llega a los 15 °C, apta para el desenvolvimiento de la vida como hoy la conocemos. Este es el llamado efecto invernadero.

La temperatura terrestre y la concentración de CO₂ han sufrido un indudable incremento en las últimas décadas

Clima y efecto invernadero

Un aumento importante de la concentración de gases de efecto invernadero daría lugar a un incremento de la temperatura de la superficie (calentamiento global) para restablecer el equilibrio entre energía entrante y energía saliente.

Conviene observar que el clima de la Tierra es el resultado de la interacción de fenómenos y sistemas complejos y cambiantes de forma no lineal y con una gran inercia (cambios en la irradiación solar, océanos y corrientes marinas, hielos, movimientos de la atmósfera, mareas, vulcanismo, etc.) que obedecen a leyes solo conocidas con cierta aproximación y, desde luego, difíciles de modelizar. Hay analistas que observan que no hay que excluir efectos sobre el clima de otros fenómenos, de uno u otro signo, que pueden superponerse a los del efecto invernadero que estudiamos hoy.

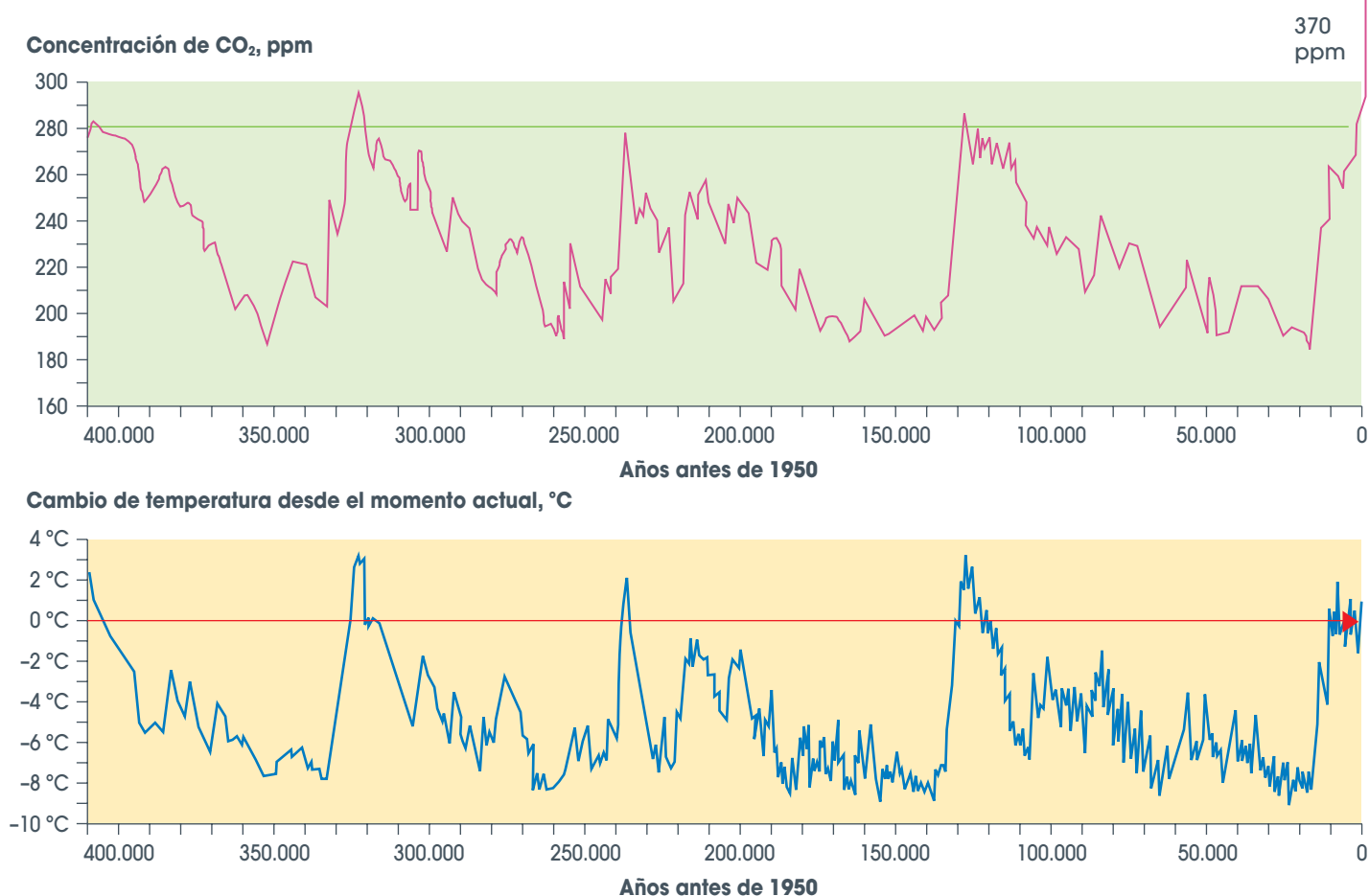
En todo caso, a la escala de tiempo en la que se desenvuelve la vida humana, los datos disponibles revelan una correlación bastante estrecha entre la temperatura de la superficie de la Tierra y la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. Mostramos hoy la evolución de las temperaturas y de las concentraciones de CO₂ en los últimos 400.000 años. Este intervalo de tiempo es significativo para la escala humana y los sucesos indicados (períodos glaciares e interglaciares, cambios de temperatura y concentraciones de CO₂) tienen una buena probabilidad de seguir vigentes durante los próximos siglos, frente a otros de mucha menor probabilidad que pudieran contemplarse.

En la Figura 1 puede apreciarse que en los tiempos actuales, correspondientes aparentemente a un período interglaciar, los cambios de temperatura comienzan a ser importantes comparados con los picos máximos de períodos interglaciares anteriores, mientras que la concentración de CO₂ en la atmósfera está experimentando niveles nunca alcanzados y fuertemente crecientes. Esta concentración se debe con bastante certeza a emisiones de este gas causadas por las actividades humanas, que sobrepasan la capacidad de la Tierra para reciclar estos gases. La concentración actual sobrepasa las 390 partes por millón (ppm), muy superior a la experimentada históricamente, que no llega a las 300 ppm. La teoría y la evidencia históri-

ca concurren en identificar el cambio climático resultante como una amenaza para la humanidad, y los estamentos científicos y sociales reclaman acciones urgentes para detener este mecanismo antes de que sea demasiado tarde.

FIGURA 1

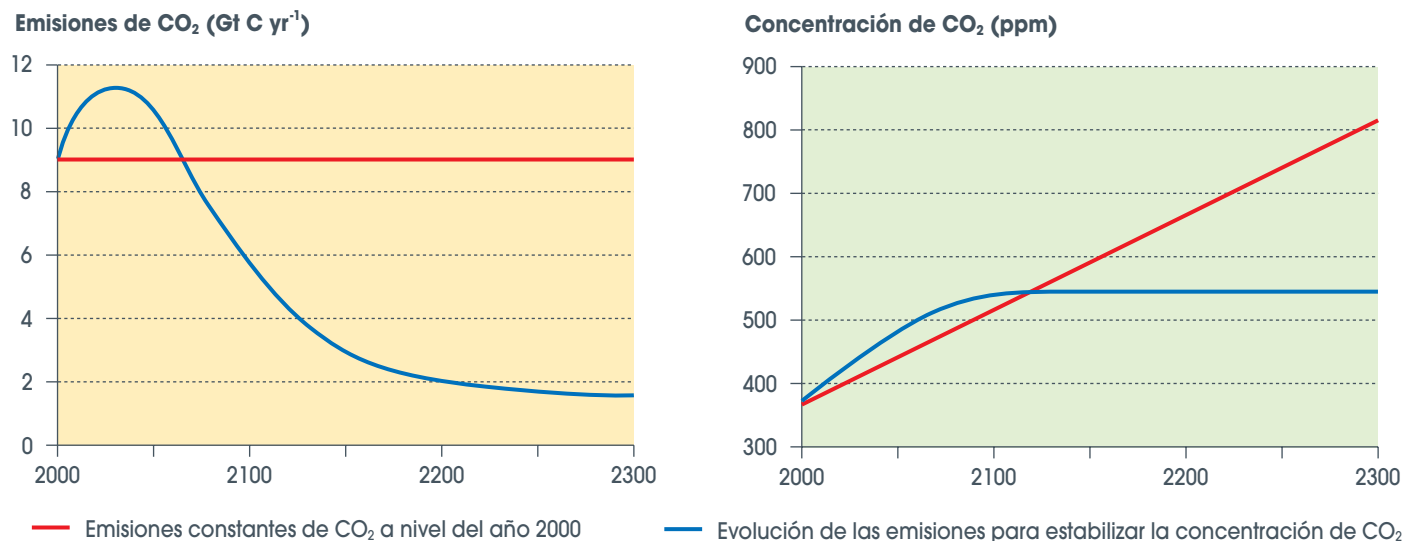
EL CLIMA DEL PASADO: CONCENTRACIONES DE CO₂ Y CAMBIOS DE TEMPERATURA DESDE HACE 400.000 AÑOS



Fuente: UNEP-IPCC (Petit-Jouzel) y L. Balairón

Las concentraciones de los gases de efecto invernadero suelen expresarse en términos de unidades de dióxido de carbono equivalente. Merece la pena, sin embargo, destacar el comportamiento de los gases en la atmósfera. La Tierra tiene una cierta capacidad de reciclar el CO₂, por encima de la cual cualquier aumento de emisiones incrementa el inventario del gas. Para estabilizar la concentración de gases en la atmósfera a niveles que no causen efectos inadmisibles no basta mantener las emisiones en los niveles actuales, sino que es necesario reducirlas drásticamente, incluso hasta eliminarlas por completo, como se ve en la Figura 2. Puede apreciarse que con una estabilización de las emisiones en 9.000 millones de toneladas de carbono al año (equivalentes a 33.000 Mt CO₂) la concentración de CO₂ en la atmósfera crece sin control. Para estabilizar la concentración en 500-550 ppm se necesita reducir las emisiones a menos de la mitad para el fin del siglo.

FIGURA 2



Fuente: IPCC/WMO - UNEP

Lucha contra el cambio climático

En 1992 se firmó en Nueva York la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, con el fin de acordar medidas para estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Son signatarios 192 países. La Convención entró en vigor en 1994 y desde entonces se celebran anualmente Conferencias de las Partes (COP) donde se avanza gradualmente en la toma de decisiones.

En 1997 se firmó el Protocolo de Kioto (entró en vigor en 2005), que estableció medidas vinculantes para algunos países y algunos sectores de actividad. Las obligaciones que impone este Protocolo para la reducción de emisiones son básicamente la reducción global de los gases de efecto invernadero en un 5,2% para 2008-2012, respecto a los de 1990. El límite que corresponde a España es un aumento del 15%.

El Protocolo de Kioto puso en marcha varios mecanismos que han de desempeñar un papel importante en las medidas a tomar para los años posteriores a 2012. Estos mecanismos se refieren, sobre todo, al comercio de derechos de emisión entre los signatarios y al crédito de emisiones que pueden obtener los países desarrollados por inversiones o cesiones de tecnología a los países emergentes para reducir las emisiones en estos países (Mecanismos de Desarrollo Limpio y proyectos de Aplicación Conjunta). Los mecanismos están dando sus frutos con cierto retraso. En la Unión Europea se establecieron las reglas del comercio de emisiones mediante una Directiva en 2005. Hay que tener en cuenta, no obstante, que quedaron fuera del ámbito de Kioto los dos países con mayores emisiones (China y Estados Unidos) e importantes sectores de actividad, como el transporte. También hay que destacar que, por razones de oposición política, sobre todo por determinados países europeos, no se han incluido las inversiones en instalaciones nucleares ni la tecnología nuclear como mecanismos de desarrollo limpio, a pesar de su papel destacado en la reducción de emisiones. Tanto los países emergentes como sectores de importantes países desarrollados como Estados Unidos, Francia y el Reino Unido, han manifestado recientemente su disconformidad en este punto.

**La próxima
Convención sobre
Cambio Climático
tendrá lugar
en Copenhague
en diciembre 2009**

En los últimos años, el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), establecido en 1988 en el seno de las Naciones Unidas, ha proseguido los estudios sobre el Cambio Climático y sus consecuencias, culminando en su cuarta evaluación, publicada en 2007, en donde se señala una tendencia creciente en los eventos extremos observados en los pasados cincuenta años y advierte sobre posibles efectos desastrosos para la humanidad.

A la vista de estos estudios, las naciones participantes en la Convención han llegado al convencimiento de que es ya indispensable tomar medidas efectivas, vinculantes para todos en la medida de las situaciones de sus estructuras industriales, sociales y económicas. Se espera que en la XV Conferencia de las Partes, que se celebrará en Copenhague en diciembre de 2009, se eliminen las suspicacias entre los países y se llegue a un acuerdo, que ha sido imposible hasta ahora.

Las emisiones totales de gases de efecto invernadero, que son del orden de 45.000 millones de toneladas (Mt) de CO₂ equivalente, son debidas en un 60% a sectores relacionados con el uso de la energía, como la generación eléctrica, la industria y los transportes. Los esfuerzos de reducción de emisiones se centran en estos sectores, especialmente en el sector de generación e industria, que se prestan a acciones a tomar coordinadamente. Las emisiones relacionadas con la energía en 2006 fueron 27.889 Mt de CO₂, la mitad en países de la OCDE. Dentro de este sector, la generación de energía eléctrica contribuyó con 11.434 Mt o un 41%. Prácticamente todas estas emisiones fueron causadas por la quema de combustibles fósiles, que en todo caso y en su gran mayoría constituyen un recurso escaso cuya disponibilidad tiende a desaparecer a plazo medio. Es, pues, razonable que los planificadores cuenten con actuaciones muy importantes en este sector para establecer sus previsiones de reducción de emisiones.

Escenarios de evolución de emisiones

Las conclusiones de los estudios, glosadas en el informe Stern y entregadas al Gobierno británico a finales de 2006, pueden resumirse en tres “escenarios”, según el resultado de las medidas que pueden y deben tomar todos los países para limitar a largo plazo las concentraciones de gases de efecto invernadero, llegando a su estabilización antes del fin del siglo XXI. Estos resultados se resumen en la Tabla I.

TABLA I

| | Base 2006 | | 2030 | | 2100 | Tendencia posterior |
|----------------------|------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| | Emisiones Mt CO ₂ | Concentración ppm | Emisiones Mt CO ₂ | Concentración ppm | Aumento temperatura | |
| Escenario referencia | 28.000 | 390 | 41.000 | 700 | 6 °C | Creciente |
| Escenario 550 ppm | 28.000 | 390 | 33.000 | 550 | 3 °C | Estable |
| Escenario 450 ppm | 28.000 | 390 | 25.700 | 450 | 2 °C | Estable |

El **escenario de referencia** define las predicciones de lo que sucederá probablemente si no se adoptan más medidas que las ya tomadas. Este escenario conduce a un crecimiento importante de las emisiones, un incremento de la concentración de los gases de efecto invernadero hasta cifras jamás alcanzadas y un incremento de la temperatura para 2100 de unos 6 °C.

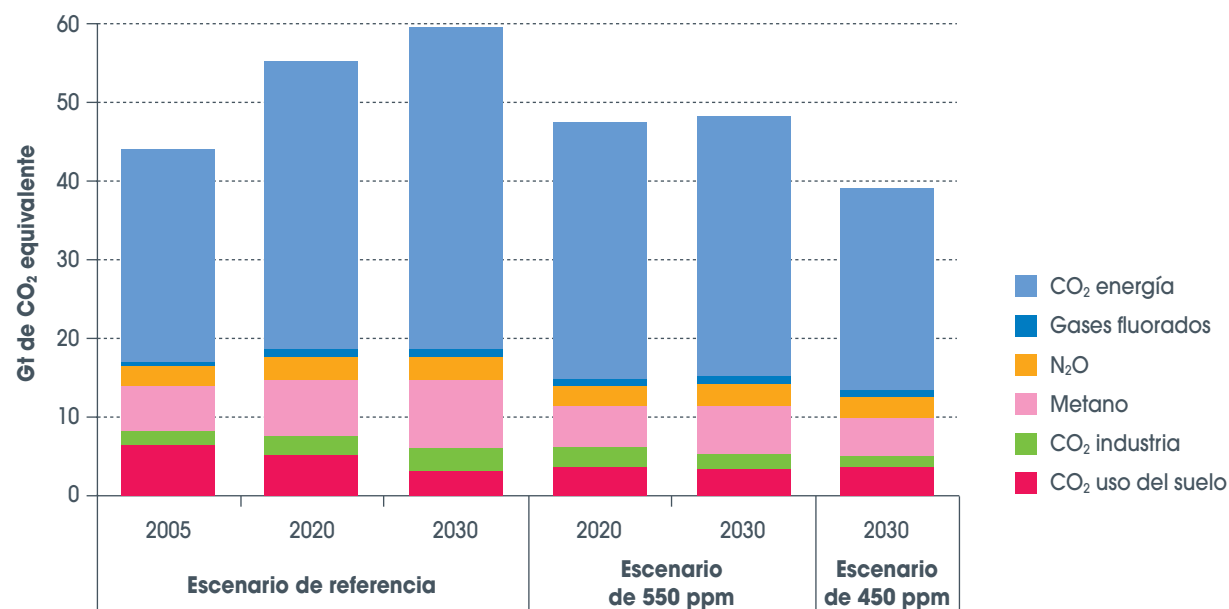
En el **escenario de 550 ppm** se logra estabilizar la concentración de CO₂ en la atmósfera en unas 550 ppm, a base de una reducción de las emisiones en 2030 desde las 41.000 Mt del escenario de referencia hasta 33.000 Mt, con un aumento de la temperatura a fin de siglo de unos 3 °C, todo ello a base de medidas importantes como es la utilización más eficiente de la energía y la reducción del uso de los combustibles fósiles.

En el **escenario de 450 ppm**, muy ambicioso, se estabiliza el CO₂ en 450 ppm, como resultado de una reducción de las emisiones en 2030 hasta 25.700 Mt. Para conseguir esta meta, que conduciría a un calentamiento de unos 2 °C a fin del siglo, serían necesarias medidas adicionales de ahorro energético, renunciar a los combustibles fósiles para la generación (salvo al carbón con captura y almacenamiento de CO₂) y ordenar el sector del transporte de modo que se pueda minimizar el consumo de combustibles derivados del petróleo.

Los sectores no energéticos tienen que colaborar también en estos esfuerzos. La Figura 3 detalla la contribución del resto de los gases y sectores a la reducción de las emisiones, desde el total de 60.000 Mt de CO₂ equivalente de 2006 hasta 48.200 Mt (escenario de 550 ppm) y 39.300 Mt (escenario de 450 ppm) en 2030. Puede comprobarse que el esfuerzo máximo para la reducción está en el sector energético.

FIGURA 3

EMISIONES GLOBALES DE TODOS LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LOS ESCENARIOS DE REFERENCIA (550 y 450 ppm)



Fuente: Análisis de AIE y EPA; OCDE 2008

Los estudios pronostican que los efectos de una elevación de temperatura de 6 °C, asociada al **escenario de referencia**, pueden ser desastrosos (reducción de cosechas, alteración de reservas y cursos hídricos, modificación en las precipitaciones, huracanes, inundaciones y sequías, deshielo de glaciares, alteración de costas, extinción de especies, fenómenos migratorios) y serían asimétricos, con las zonas subtropicales más perjudicadas que las septentrionales. Algunos de estos efectos se están experimentando hoy, con sólo 390 ppm, como el deshielo de glaciares.

En el **escenario de 550 ppm** se limita la probabilidad y la cuantía de estos efectos, aunque seguirán siendo significativos. Para ello, se necesitan medidas importantes que tienen que ver con la forma en que se desenvuelve la vida actual y un progreso tecnológico importante en la utilización de los recursos naturales. Según el informe Stern, se ha estimado que la actuación para lograr esta estabilización puede implicar una inversión del 1% del PIB anual, mientras que si dejara que las cosas siguieran su curso la renta *per capita* podría reducirse hasta un 20%.

El **escenario de 450 ppm** reduciría de forma importante los efectos, pero es dudoso que las drásticas acciones que se necesitarían puedan tomarse a tiempo, habida cuenta de las grandes desigualdades regionales que existen y la gran dificultad de una sustitución integral de los medios de producción existentes.

Energía y cambio climático

La Agencia Internacional de la Energía ha publicado recientemente el documento de prospectiva World Energy Outlook 2008, en el que se estudia con detalle la estructura energética mundial en los tres escenarios señalados, analizando cuidadosamente cada sector y cada zona geográfica.

En el **escenario de referencia** parte de los datos de 2006 y llega a 2030, utilizando las pautas y planes energéticos previstos al día de hoy, con especial atención al sector de la generación de electricidad. Comparado con el anterior estudio de 2007, tiene en cuenta el efecto de las

medidas tomadas recientemente, por ejemplo en lo referente a la reducción de la demanda, pero no las consecuencias de la actual crisis económica; en el caso de que realmente se trate de una crisis coyuntural, el efecto en estas previsiones podría limitarse a un cierto retraso en las cifras presentadas, pero no en los conceptos básicos (Tabla II).

TABLA II

| Escenario de referencia | 2006 | 2030 |
|---|---------------|---------------|
| Demanda primaria (Mtep)* | 11.730 | 17.014 |
| Producción total eléctrica (TWh) | 18.921 | 33.265 |
| - Nuclear | 2.793 | 3.458 |
| - Carbón | 7.757 | 14.596 |
| - Gas | 3.807 | 6.404 |
| - Hidro y renovables | 3.468 | 7.705 |
| - Petróleo | 1.096 | 791 |
| Potencia instalada total (GW) | 4.344 | 7.484 |
| - Nuclear | 368 | 433 |
| - Carbón | 1.382 | 2.692 |
| - Gas | 1.124 | 1.695 |
| - Hidro y renovables | 1.054 | 2.396 |
| - Petróleo | 415 | 267 |

* Mtep: millones de toneladas equivalentes de petróleo



En este escenario se postula que la demanda total de energía crece un 45%, y la producción eléctrica un 75%, principalmente por el gran crecimiento en los países emergentes. Habrá aumentos muy importantes en la potencia instalada en centrales hidráulicas y renovables, pero también de carbón con los aumentos consiguientes de las emisiones. Se construirán 65 GW nucleares, gran parte de los cuales están ya comprometidos, especialmente en los países emergentes de Asia. En las tablas siguientes se relacionan las centrales nucleares actualmente en construcción (Tabla III) y se resumen las emisiones (Tabla IV).

La Agencia Internacional de la Energía señala que, ante el incremento de la demanda, se construirán nuevas centrales nucleares, especialmente en países emergentes

TABLA III
Centrales nucleares en construcción

| País | Unidades | Potencia (MW) |
|--------------|-----------|---------------|
| China | 13 | 13.000 |
| Corea | 5 | 5.180 |
| EE.UU. | 1 | 1.165 |
| India | 6 | 2.910 |
| Japón | 2 | 2.191 |
| Rusia | 8 | 5.809 |
| Taiwán | 2 | 2.600 |
| Otros | 11 | 9.143 |
| Total | 48 | 49.998 |

TABLA IV
Emisiones en el escenario de referencia

| Escenario de referencia | 2006 | 2030 |
|---|---------------|----------------|
| Emisión CO₂ energía (Mt CO₂) | 27.889 | 40.553* |
| - Generación (carbón+gas+petróleo) | 11.435 | 18.050 |
| - carbón | 8.336 | 13.507 |
| Emisión CO ₂ transporte | 6.263 | 8.680 |
| Emisión CO ₂ total | 44.200 | 60.000 |

* 97% del incremento es de países emergentes: 6,1 Gt China, 2 Gt India

En los **escenarios de 550 y 450 ppm** (Tabla V) se puede apreciar el gran esfuerzo a realizar tanto en el ahorro y eficiencia energética como en la sustitución de fuentes de energía para la generación eléctrica. La demanda total de energía primaria en 2030 desciende el 9% y el 16%, respectivamente, respecto al escenario de referencia (sobre todo por los países industrializados). La producción de electricidad desciende el 10% y el 12%, respectivamente, por las medidas de ahorro energético. Hay que observar el importante descenso de la producción de electricidad en centrales de carbón, que podrá cambiarse de signo después de 2030 cuando puedan introducirse de forma importante las futuras centrales con captura y almacenamiento de CO₂ y el espectacular aumento de la producción en centrales renovables y nucleares.

TABLA V
Escenarios de 550 y 450 ppm

| | base 2006 | referencia 2030 | 550 ppm 2030 | 450 ppm 2030 |
|--------------------------------------|--------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| Demanda primaria (Mtep) | 11.730 | 17.014 | 15.483 | 14.361 |
| Producción total (TWh) | 18.921 | 33.265 | 30.200 | 28.997 |
| - Nuclear | 2.793 | 3.458 | 4.166 | 5.428 |
| - Carbón | 7.757 | 14.596 | 9757 | 4.230 |
| - Gas | 3.807 | 6.404 | 5116 | 4.186 |
| - Hidro y renovables | 3.468 | 7.705 | 9161 | 12.126 |
| - Petróleo | 1.096 | 791 | 674 | 617 |
| Potencia instalada total (GW) | 4.344 | 7.484 | 7.384 | 8.152 |
| - Nuclear | 368 | 433 | 540 | 680 |
| - Carbón | 1.382 | 2.692 | 1.470 | — |
| - Gas | 1.124 | 1.695 | 1.802 | — |
| - Hidro y renovables | 1.054 | 2.396 | 3.139 | — |
| - Petróleo | 415 | 267 | 523 | — |

Las centrales nucleares contribuyen a la sostenibilidad y seguridad del suministro eléctrico

También hay que destacar el espectacular aumento de la producción en centrales renovables, que en el plazo indicado consistirá, sobre todo, en aprovechamientos hidroeléctricos en países emergentes y centrales eólicas y, en menor medida, termosolares y fotovoltaicas. En cuanto a las nucleares, el crecimiento es también espectacular, lo que es explicable por su contribución a la sostenibilidad y seguridad de suministro, a su competitividad y a la ausencia de emisiones de gases de efecto invernadero. Hasta 2030 se prevé que se construyan 107 o 147 GW nucleares, según el escenario. Con las potencias de las unidades nucleares de Generación III esto equivale a unas 80 a 120 centrales, cifra que está al alcance de la industria nuclear en el período considerado. Para ello es necesario, desde luego, un gran despliegue financiero, solo posible si se dan las condiciones de garantía regulatoria durante el largo plazo de recuperación que requieren estas inversiones. En la Tabla VI se relacionan las centrales actualmente previstas, con mayor o menor grado de fiabilidad.

TABLA VI
Centrales nucleares previstas

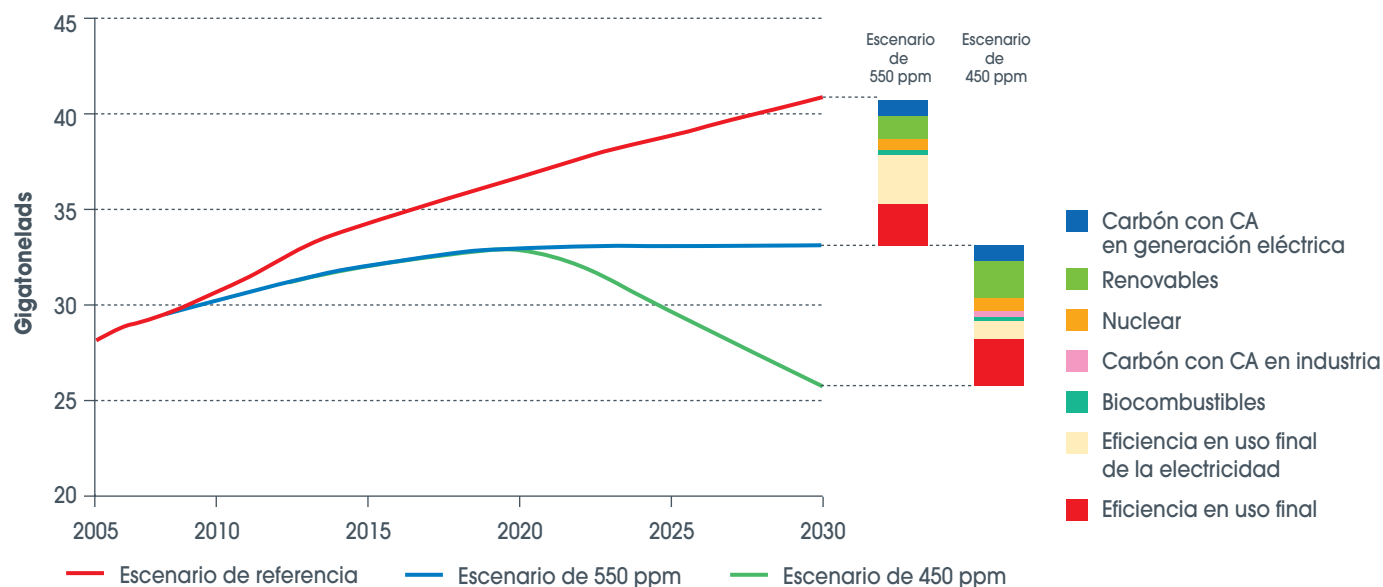
| País | Previstas 2030 | Potencia (GW) |
|--------------|----------------|---------------|
| China | 44 | 47 |
| Corea | 16 | 20 |
| EE.UU. | 13 | 19 |
| India | 17 | 17 |
| Japón | 14 | 20 |
| Rusia | 20 | 25 |
| Reino Unido | 10 | 12 |
| Otros | 7 | 10 |
| Total | 141 | 170 |

En cuanto a las emisiones, la Tabla VII expone los logros de estos esfuerzos para combatir el cambio climático. En los años posteriores a 2030, son de esperar nuevas reducciones. Para entonces se prevé también una sustancial reducción en las emisiones debidas al transporte. Algunas fuentes pronostican para 2050 unas emisiones del sector energético de 14.000 Mt de CO₂.

TABLA VII
Emisiones en los escenarios de 550 y 450 ppm

| Mt CO ₂ | 2006 base | 2030 (referencia) | 2030 (550 ppm) | 2030 (450 ppm) |
|------------------------------------|-----------|-------------------|----------------|----------------|
| Emisiones CO ₂ energía | 27.889 | 40.553 | 32.900 | 25.700 |
| - Generación (carbón+gas+petróleo) | 11.435 | 18.050 | 12.780 | 8.300 |

FIGURA 4
EMISIONES GLOBALES DE CO₂ RELACIONADAS CON LA ENERGÍA EN LOS ESCENARIOS DE REFERENCIA, DE 550 Y 450 ppm



La UE mantiene su compromiso unilateral de reducir sus emisiones en un 20% para el año 2020

Respuesta mundial contra el cambio climático

Es de esperar que en la Conferencia de las Partes COP-15 de Copenhague, que se celebrará este año del 7 al 18 de diciembre, la mayoría de los países lleguen a acuerdos que después puedan trasladarse a las políticas regionales y nacionales en forma de planes estratégicos para los distintos sectores. Para ello será determinante el funcionamiento del mercado de derechos de emisión, que en el campo de la generación constituye un incentivo para la conversión del equipo generador a las tecnologías limpias, como la nuclear, las renovables y el carbón con captura y almacenamiento. Se prevé ya un precio de 20-30 € por tonelada de CO₂ emitido. De la misma manera, debería intensificarse el uso de los Mecanismos de Desarrollo Limpio e incluirse en ellos la energía nuclear.

Algunos países importantes y entidades supranacionales como la Unión Europea se han anticipado ya anunciando sus intenciones al respecto. La Unión Europea ha adelantado unilateralmente el compromiso de mejorar la eficiencia energética en un 20%, reducir las emisiones en un 20% y llegar a una participación del 20% de las renovables en el consumo de energía primaria, todo ello para 2020. El Reino Unido ha anunciado su propósito de reducir las emisiones en un 80% para 2050 y Estados Unidos, por primera vez, estudia seriamente la reducción de emisiones para 2020 al nivel de 1990, y alcanzar en 2050 una reducción del 80% mediante el mercado de derechos de emisión y la progresiva sustitución de su enorme producción en centrales de carbón por otras más limpias como las nucleares y renovables.

*España triplica
actualmente
el máximo
de emisiones
permitidas tras
la ratificación
del Protocolo de Kioto*

El caso español

España ha excedido con mucho su compromiso de restricción de emisiones definido por el Protocolo de Kioto, si bien es cierto que en los últimos años las medidas tomadas van dando sus frutos, a pesar del gran aumento de la demanda eléctrica en los años anteriores a la crisis.

La cesta energética recomendada para 2030 y años posteriores se basa en la utilización, en la medida de lo posible, de tecnologías no emisoras de gases de efecto invernadero. Destacan la nuclear y la hidráulica, así como las renovables, si bien estas últimas, a la vista de sus características de intermitencia, requieren la ayuda de otras fuentes, como los ciclos combinados o el carbón. Las emisiones relativas de las distintas fuentes energéticas se presentan en la Tabla VIII.

TABLA VIII
Emisiones por tipo de central

| Fuentes | kg CO ₂ /MWh |
|-------------------------|-------------------------|
| Carbón | 950 |
| Fuelóleo | 750 |
| Gas de ciclo combinado | 370 |
| Hidráulica y renovables | 0 |
| Nuclear | 0 |



Cuando se habla de que las centrales nucleares, hidráulicas o renovables evitan la emisión de toneladas de CO₂, conviene tener en cuenta cuál sería el tipo de central a la que sustituirían. Si se tratara de China, donde la alternativa es el carbón, hablaríamos de que las nucleares ahorrarían casi una tonelada de CO₂ por MWh producido. En España hablamos de que las nucleares, con su producción de 60 millones de MWh al año, evitan la emisión de unos 40 Mt CO₂, puesto que en su lugar funcionaría una mezcla de carbón y ciclos combinados.

En los años venideros, a la cesta de energías no emisoras podrán agregarse las centrales de carbón con captura y almacenamiento de CO₂, actualmente en desarrollo.

En 2008 las emisiones han sido de unos 407 millones de toneladas de CO₂, un 42% superiores a las de 1990, o un 27% superiores al límite de Kioto. Al sector de generación eléctrica corresponden 102 Mt CO₂. Sin las centrales nucleares, las emisiones totales habrían sido más de 450 Mt CO₂. Para la nueva directiva de reducción de emisiones para 2020 será imprescindible, desde luego, además de implantar nuevas medidas de eficiencia energética, mantener e incrementar la potencia nuclear, incrementar la eólica según los planes actuales y sustituir progresivamente la producción a base de carbón por ciclos combinados.

En el horizonte de 2030 estudiado en el WEO 2008, y dependiendo de las decisiones que se tomen en Copenhague, se necesitarán medidas importantes de política energética, ayudadas por los incentivos proporcionados por los mecanismos puestos en marcha en el mercado, y con el requisito de un marco regulador estable a largo plazo, indispensable para movilizar los grandes recursos financieros necesarios para las fuertes inversiones asociadas, sin primas de riesgo indebidas que las hagan imposibles.

Entre las varias previsiones que se han adelantado por diversos analistas destaca el bien documentado estudio de la patronal eléctrica UNESA, basado en la utilización máxima del equipo actual y adiciones prudentes de equipo productivo que atiendan al mercado de 430 TWh previsto para 2030. La Tabla IX resume las cifras presentadas por este estudio para un escena-

rio mixto (caso carbón prioritario), con adiciones de unos 2.600 MW nucleares y 3.900 MW de carbón, además de la expansión de las renovables hasta casi 43.000 MW y la construcción de las centrales de puntas que sean necesarias para ello.

TABLA IX
UNESA 2030. Caso mixto, carbón prioritario

| | Potencia (MW) | Producción (GWh) |
|---------------------|---------------|------------------|
| Nuclear | 10.018 | 78.348 |
| Carbón | 4.325 | 31.129 |
| Ciclos combinados | 28.384 | 131.243 |
| Hidráulica | 18.110 | 32.603 |
| Eólica | 35.000 | 86.500 |
| Otras renovables | 7.800 | 27.000 |
| Cogeneración | 9.100 | 40.950 |
| Centrales de puntas | 18.693 | 1.559 |

Las emisiones de este parque serían de unas 56 Mt CO₂ y las inversiones acumuladas en generación de unos 50.000 millones de euros.

Un mix eléctrico equilibrado para el horizonte 2030 en España podría contar con un tercio de renovables, un tercio de combustibles fósiles y otro tercio de nuclear

El escenario presentado por **el núcleo** en su número 24 es más ambicioso. Corresponde a la proporción de nuclear/renovables/carbón limpio a partes iguales que se desprende de los escenarios planteados por WEO 2008. La variación más importante es la adición de 10.000 MW nucleares, coincidentes con la propuesta avanzada por Foro de la Industria Nuclear Española y que lleva aparejadas inversiones mayores, del orden de los 80.000 millones de euros. La proporción de las distintas fuentes de energía sería la indicada en la Tabla X.

TABLA X
Escenario alternativo

| | Potencia (GW) | Producción (TWh) |
|---------------------|---------------|------------------|
| Nuclear | 17 | 127 |
| Carbón con captura | 12 | 50 |
| Ciclos combinados | 28 | 70 |
| Hidráulica | 18 | 33 |
| Eólica | 32 | 85 |
| Otras renovables | 8 | 25 |
| Cogeneración | 9 | 40 |
| Centrales de puntas | 7 | 2 |

Las emisiones con este parque se reducirían a unos 40 Mt CO₂ al año, colaborando eficazmente a la reducción de emisiones del sector energético. ■

Noticias de actualidad

Copenhague 2009, renovación del Protocolo de Kioto

El comisario europeo de Medio Ambiente, Stavros Dimas, tiene el convencimiento de que la cumbre de las Naciones Unidas que se celebrará el próximo mes de diciembre en Copenhague, es la "última oportunidad" para combatir el cambio climático y evitar que alcance niveles peligrosos. En esta cumbre se pretende conseguir un acuerdo mucho más ambicioso que en el Protocolo de Kioto y que consistirá en reducir las emisiones contaminantes hasta un 30% por debajo de los niveles de 1990 de aquí a 2020 y reducir hasta el 50% las emisiones en 2050 con respecto a las de 1990. Para ello se deberá decidir sobre las acciones precisas para conseguirlo, la construcción de un mercado de carbono efectivo y la financiación del desarrollo de tecnologías limpias. También se decidirá sobre la inclusión de sectores como la aviación y el transporte marítimo en la reducción de emisiones.

A cinco meses de la Conferencia sobre el Cambio Climático, las Partes se reunirán previamente en Bonn para examinar los primeros textos de la negociación, redactados por los presidentes de los dos grupos de trabajo (sobre los nuevos compromisos de las partes y sobre la cooperación a largo plazo) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, John Ashe y Michael Zammit, con el fin de llegar a un posible acuerdo para reforzar las iniciativas internacionales frente al cambio climático.

Renovación de la autorización de explotación de la central de Vogtle en Estados Unidos

Las autorizaciones de explotación de los dos reactores PWR de la central nuclear estadounidense de Vogtle en el estado de Georgia han sido renovadas por un periodo adicional de 20 años, de forma que su licencia ahora expira en 2047 y 2049 respectivamente. Las licencias de Vogtle son las números 53 y 54 de las licencias renovadas por la Comisión Reguladora Nuclear estadounidense y actualmente tiene doce solicitudes bajo revisión.

En el mundo hay 16 reactores del mismo diseño y generación que Santa María de Garoña y cuyas autorizaciones de renovación han sido ampliadas hasta los 60 años o están pendientes de renovación.

- Autorización de explotación hasta los 60 años de vida útil:
 - Oyster Creek (1969, EE.UU.).
 - Nine Mile Point 1 (1969, EE.UU.).
 - Dresden 2 y 3 (1970/1971, EE.UU.).
 - Monticello (1971, EE.UU.).
 - Quad Cities 1 y 2 (1973, EE.UU.).
 - Peach Bottom 2 y 3 (1974, EE.UU.).
 - Hatch 1 (1974, EE.UU.).
- Pendientes de renovación de la autorización:
 - Fukushima 1 (1971, Japón).
 - Pilgrim (1972, EE.UU.).
 - Vermont Yankee (1972, EE.UU.).
 - Mühleberg (1972, Suiza).
 - Oskarshamn (1972, Suecia).

La SKB de Suecia ha elegido Forsmark para el emplazamiento del AGP

La compañía sueca gestora del combustible nuclear y residuos SKB, tras 20 años de inspecciones por toda Suecia y estudios de viabilidad en ocho municipios, ha elegido Forsmark, en el municipio de Osthrammar, como el emplazamiento para el Almacén Geológico Profundo para el combustible irradiado, convirtiéndose, en el primer almacén permanente para combustible gastado en el mundo.

Los trabajos en este emplazamiento, próximo a la central nuclear de Forsmark y a 100 km de Estocolmo, podrían comenzar en 2013, terminando en 2015 y con la posible entrada en operación en 2023.

La alternativa a la elegida fue Laxemar, en el municipio de Oskarshamm, que se descartó porque no ofrecía ciertas propiedades, consideradas de gran importancia para la seguridad a

largo plazo, como son: una base de roca cristalina en seco y con pocas fracturas a una profundidad próxima a 500 metros y, además, Forsmark requeriría menos espacio que un almacén en Laxemar, una ventaja a la hora de realizar las excavaciones y de rellenar el material.

En el proyecto también está incluida la construcción de unas instalaciones en superficie en un área industrial, de forma que se reduzca el impacto medioambiental.

Además del futuro almacén de combustible nuclear, el sistema sueco para la gestión del combustible nuclear también incluye la existencia de las instalaciones de almacenamiento temporal en Oskarshamn y un planta de encapsulado próxima al mismo.

La central japonesa Genkai-3 empleará combustible MOX

El Foro Atómico Industrial de Japón (JAIF) anunció que el primer uso de combustible de óxidos mixtos (MOX) en una central nuclear japonesa podría lograrse a finales de este año con la llegada en el mes de mayo del combustible por barco desde Francia al puerto de Omaezaki en la prefectura de Shizuoka.

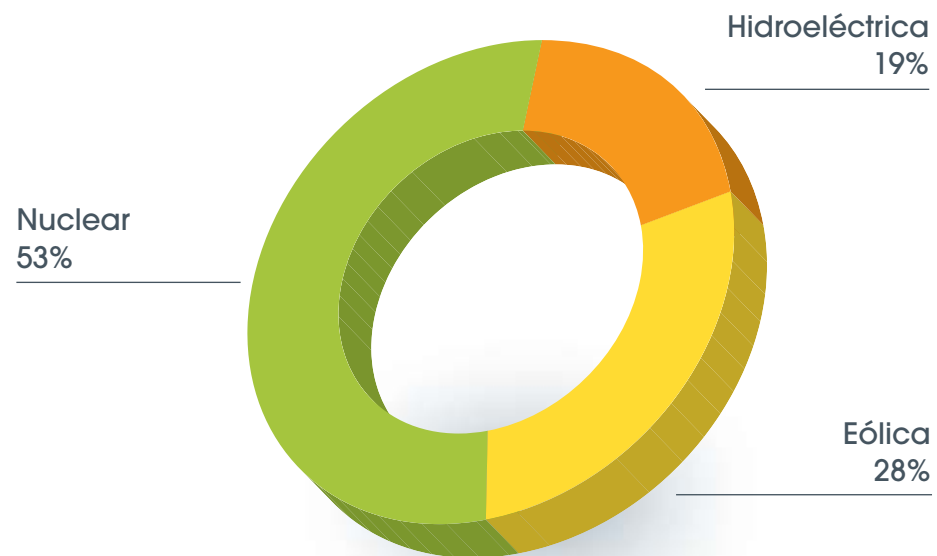
Las empresas Kyushu Electric Power, Chubu Electric Power y Shikoku Electric Power, se harán cargo del combustible y una pequeña cantidad de combustible MOX será cargada en el reactor de la central Genkai-3 durante la próxima parada de recarga. El reactor de agua a presión, en la prefectura de Saga en el sur de Japón, podría volver a operar en otoño de este año, convirtiéndose en la primera unidad japonesa que usa este combustible de forma comercial.

Genkai-3, un reactor PWR de 1.180 MW de potencia, se conectó a la red en 1993 y ha superado las expectativas de Kyushu Electric que al principio aspiraba a una primera carga de combustible MOX en 2010.

El combustible MOX procedente de la planta de Melox en el sur de Francia es el resultado del tratamiento de combustible gastado por parte de Kyushu Electric procedente de la planta de La Hague (Francia). ■

Estadísticas

Producción eléctrica libre de emisiones contaminantes en España en 2008



Fuente: elaboración propia



SOCIOS DE FORO NUCLEAR

- AMPHOS XXI
- APPLUS/NOVOTEC
- AREVA NP ESPAÑA
- CENTRAL NUCLEAR ALMARAZ
- CENTRAL NUCLEAR ASCÓ
- CENTRAL NUCLEAR COFRENTES
- CENTRAL NUCLEAR JOSÉ CABRERA
- CENTRAL NUCLEAR TRILLO I
- CENTRAL NUCLEAR VANDELLÓS II
- COAPSA CONTROL
- EMPRESARIOS AGRUPADOS
- ENDESA
- ENSA
- ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS
- GENERAL ELECTRIC INTERNATIONAL
- GHESA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
- GRUPO DOMINGUIS
- HC ENERGÍA
- IBERDROLA
- INGENIERÍA IDOM INTERNACIONAL
- INITEC
- MINERA DE RÍO ALAGÓN
- NUCLENOR
- PROINSA
- SIEMSA
- TAMOIN POWER SERVICES - TPS
- TECNATOM
- TÉCNICAS REUNIDAS
- UNESA
- UNIÓN FENOSA
- WESTINGHOUSE TECHNOLOGY SERVICES

SOCIOS ADHERIDOS

- ANCI
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA LA CALIDAD
- AGRUPACIÓN DE MUNICIPIOS EN ÁREAS CON CENTRALES NUCLEARES
- CÁMARA OFICIAL DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN DE BARCELONA
- CLUB ESPAÑOL DEL MEDIO AMBIENTE
- CONSEJO SUPERIOR DE COLEGIOS DE INGENIEROS DE MINAS DE ESPAÑA
- ETS INGENIEROS DE CAMINOS DE MADRID
- ETS INGENIEROS DE MINAS DE MADRID
- ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE BARCELONA
- ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE BILBAO
- ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE MADRID
- ETS INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALENCIA
- INSTITUTO DE LA INGENIERÍA DE ESPAÑA
- OFICEMEN
- SEOPAN
- SERCOBE
- TECNIBERIA

Direcciones “web” recomendadas

Yosoynuclear

www.yosoynuclear.org

Ambientalistas por la Energía Nuclear

www.ecolo.org

Panel Intergubernamental del Cambio Climático

www.ipcc.ch

Convención sobre cambio climático de Naciones Unidas

<http://unfccc.int/2860.php>

Ministerio de Medio Ambiente

www.marm.es

James Lovelock

www.jameslovelock.org

Greenspirit (Patrick Moore)

www.greenspirit.com

World Nuclear Energy Outlook 2008

www.worldenergyoutlook.org

Última hora

Miles de firmas apoyan la energía nuclear en
www.yosoynuclear.org

• • •

El Gobierno decide el cierre de la central nuclear de Garoña en el año 2013. El CSN había emitido un informe favorable a la operación de la central por 10 años más