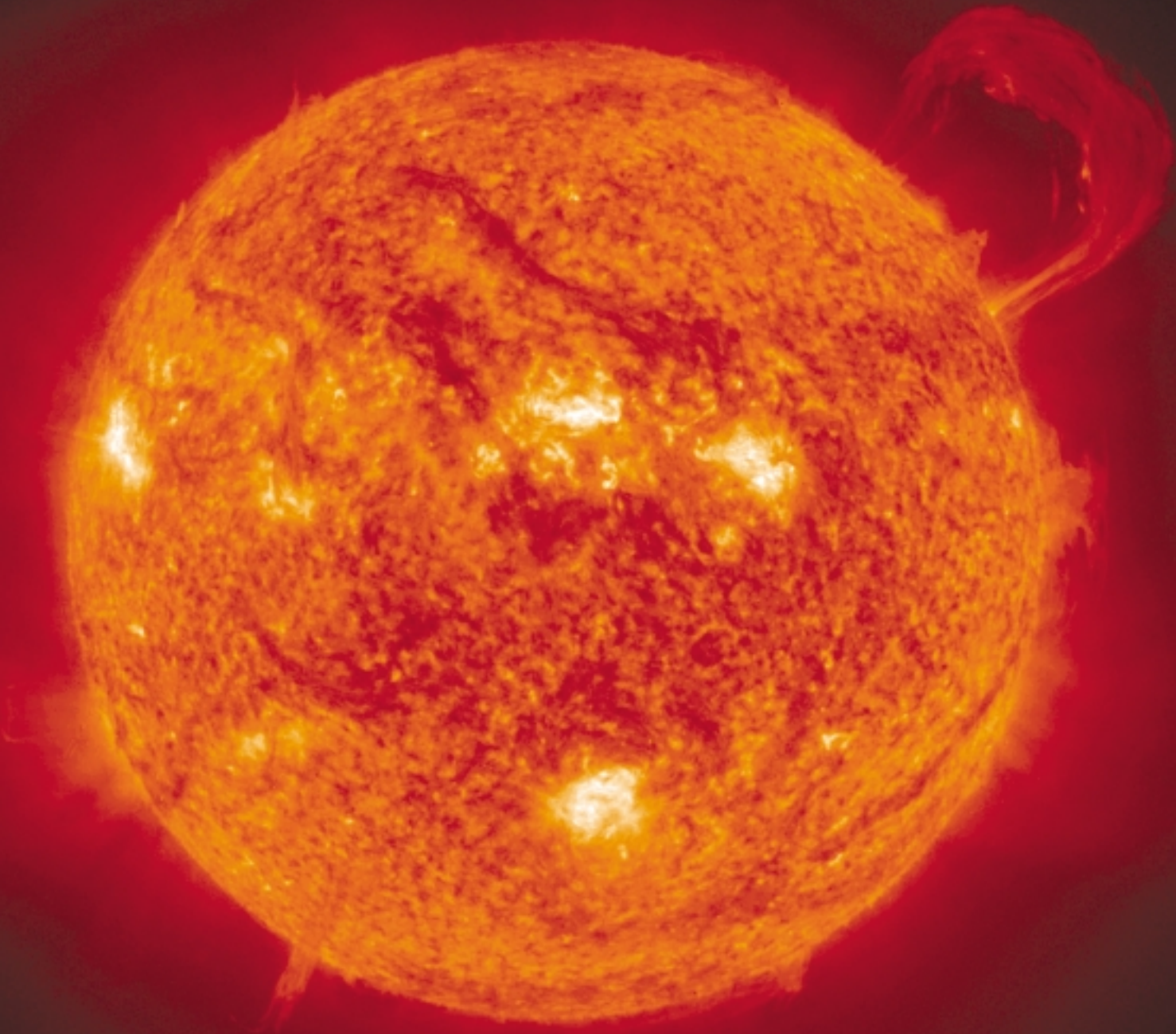


Física *y* Sociedad

Revista del Colegio Oficial de Físicos. Número 13. Otoño de 2002



■ Monográfico sobre Energía

■ X Aniversario del Congreso Nacional del Medio Ambiente

Edita

Colegio Oficial de Físicos

Editor

Gonzalo Echagüe Méndez de Vigo

Director

Alberto Miguel Arruti

Consejo editorial

Gonzalo Echagüe Méndez de Vigo
 Ángel Sánchez-Manzanero Romero
 Alicia Torrego Giralda
 Luis Ortiz de Pinedo
 Alberto Virto Medina

Redacción y coordinación

Marta Seoane Dios

Proyecto gráfico

Vicente Gómez Alfonso

Administración y publicidad

Colegio Oficial de Físicos
 Pº General Martínez Campos, 17 • 6º izda.
 28010 Madrid
 Tel: 94 447 06 77 • Fax: 91 447 20 06
 E-mail: correo@cofis.es
 www.cofis.es
 www.conama.es
 www.fisicaysociedad.es

Fotomecánica e impresión

Gráficas SUMMA
 Polígono de Silvota. Llanera. 33080 Oviedo

ISSN. 113-8953

Depósito Legal: M. 44286-1992

Portada

Imagen procedente del Planetary
 Photojournal de la NASA, por cortesía del
 Consorcio SOHO/EIT.
 SOHO es un proyecto de cooperación entre
 la ESA y la NASA.

La revista Física y Sociedad no se hace
 necesariamente solidaria con opiniones
 expresadas libremente en las
 colaboraciones firmadas.

Queda autorizada la reproducción, total
 o parcial, siempre que se haga de forma
 textual y se cite la procedencia y al autor.

**Esta revista se imprime sobre papel
 100% reciclado RECIPLUS Print**

En 1992, bajo el lema "al encuentro de soluciones" se celebró el I Congreso Nacional del Medio Ambiente, que reunió en Madrid a unos 400 profesionales procedentes de todos los ámbitos (administración, empresa, universidad, asociaciones...).

Las conclusiones de aquel Congreso, pero sobre todo el debate y el intercambio de información e ideas que supuso, hicieron que el Colegio de Físicos asumiera el reto de dar continuidad a la iniciativa planteando un Congreso bienal hecho por y para los profesionales.

Diez años después de comenzar su andadura, el Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) se ha consolidado como el evento de mayor calado y prestigio de los celebrados en España en materia ambiental, por participación, contenidos y resultados, como se describe en el artículo sobre su décimo aniversario.

Este nuevo número de la revista Física y Sociedad se presenta coincidiendo con la celebración del VI Congreso Nacional del Medio Ambiente, y quisimos con este motivo, elegir un tema ampliamente tratado en los Congresos celebrados y de alto interés tanto para el mundo profesional del físico, como para la sociedad: la energía.

Como viene siendo habitual en nuestra línea editorial, la revista plantea una aproximación al tema de la energía mediante una selección de artículos que nos describen diferentes perspectivas, para converger en una panorámica general que refleja la situación energética de nuestro país y sus tendencias para el futuro.

Esta descripción ha sido posible gracias a la colaboración de los organismos más representativos de los temas tratados, encabezados por la Directora General de Política Energética y Minas, que nos concedió una entrevista en la que nos presenta de primera mano la recién aprobada Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas.

La revista repasa la situación del sector eléctrico español, el debate sobre la energía nuclear, la apuesta por las energías renovables o el consumo energético en los sectores de la construcción y del transporte aéreo y ferroviario. El resumen del informe sobre prospectiva tecnológica en el sector de la energía y un planteamiento de los posibles escenarios energéticos de futuro en nuestro país, completan un número que esperamos sea tan bien acogido como los últimos.

El consumo energético está íntimamente ligado al desarrollo económico de nuestra sociedad, pero problemas globales como el cambio climático, el agotamiento de los recursos y determinados conflictos sociales y políticos, hacen que las bases del modelo de desarrollo actual se estén replanteando bajo el prisma del desarrollo sostenible.



Gonzalo Echagüe Méndez de Vigo

Una década del Congreso Nacional del Medio Ambiente

Gonzalo Echagüe Méndez de Vigo, *Presidente del Comité organizador del CONAMA*
 Alberto Fraguas Herrero, *Vicepresidente del Comité organizador del CONAMA*

El Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) celebra a partir del próximo 25 de noviembre su sexta edición, ya consolidado en sus diez años de existencia como la gran cita ambiental en España. Profesionales representantes de todos los sectores implicados analizarán durante cinco días en Madrid la situación actual y las líneas de acción a seguir para lograr un modelo de desarrollo sostenible que armonice la protección del medio ambiente y de los recursos naturales con el avance económico y social.



Clausura del I CONAMA

El Congreso Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) a lo largo de los años se ha ido configurando como el evento de mayor calado de todos los actos relacionados con el medio ambiente de nuestro país, por varias razones, debidas tanto a la participación, como a los contenidos y a los resultados obtenidos:

Por haber alcanzado un gran prestigio a través de las cinco ediciones celebradas, que se ha traducido en un creciente apoyo del mundo ambiental, tanto a nivel institucional, como técnico y personal.

Por la capacidad de integrar las distintas sensibilidades ambientales de la Sociedad. Cada día son más los sectores que reclaman su participación en el sector ambiental y todos tienen voz en el Congreso.

Por su independencia: los muchos y muy diferentes apoyos que hacen posible el Congreso, garantizan su objetividad.

Por la credibilidad: sustentada en el trabajo voluntario de cientos de profesionales y gestores de todos los sectores, con una característica muy especial, su compromiso con el medio ambiente. Esta cualidad, es por cierto, nuestro mayor patrimonio ambiental y consideramos uno de los objetivos más claros del CONAMA el favorecer la autoestima de los profesionales, dignificar la profesionalidad.

Por su representatividad: el CONAMA refleja con nitidez el pulso ambiental en España. Quién es quién y qué compromiso asume en materia ambiental.

Este es un Congreso pensado por y para los profesionales. Su Comité Organizador refleja una de las principales características del sector ambiental -su multidisciplinariedad- representada por un amplio abanico de profesiones y profesionales. El Colegio de Físicos, Unión Profesional (representando a treinta y seis profesiones diferentes), APROMA y

La edición de este año, ya la sexta, presenta una particularidad muy especial al celebrarse el Congreso sólo unos meses después de la Cumbre de la Tierra de Johannesburgo, organizada por Naciones Unidas, en la que se analizó la situación del Planeta y la evolución de las estrategias y políticas ambientales durante la última década desde la Cumbre de Río de Janeiro en 1992.

También el CONAMA cumple 10 años, y en él se revisará cómo se ha avanzado en estos años y qué queda por hacer en España. Es un momento clave para esta reflexión. El desarrollo social y económico no puede dar la espalda a la protección de nuestro entorno; la escasez de determinados recursos naturales (el agua en especial) es el origen de muchos conflictos sociales, los desequilibrios sociales y económicos conllevan siempre afecciones al entorno físico-natural, y viceversa. Los problemas están claros, las soluciones son complejas,

sobre todo si no hay un cambio de paradigmas sociales. Ésta puede ser la conclusión general de la Cumbre de Johannesburgo y esto es lo que se analizará en la VI edición del Congreso Nacional del Medio Ambiente.

El CONAMA no asiste a esta situación

como un mudo testigo, lo hace de forma muy activa desde la reflexión y la proposición; siendo permeable a todas las ópticas, a todas las sensibilidades, a todos los intereses. En el CONAMA caben todos porque todos tenemos algo que aportar: ad-



Entrega de menciones especiales en el III CONAMA

ministraciones, empresas, ONGs, universidad, centros de investigación, organizaciones de profesionales y técnicos, sindicatos, asociaciones de consumidores... todos los que tienen algo que decir y quieren comunicarlo a la sociedad. Ésta es la base de partida fundamental en la organización del CONAMA, que todos estén representados. No podría ser de otra manera si consideramos el hecho de que se trata de un Congreso organizado por técnicos y por tanto desde el objetivismo más estricto y también desde la independencia.

Para propiciar la participación de todos los agentes sociales, la estructura del Congreso es compleja y versátil con una variada tipología de actos donde puedan oírse todas las voces. Desde los grupos de trabajo y las jornadas técnicas en las que se presentan comunicaciones particulares de carácter más técnico, hasta las sesiones plenarias y mesas redondas con un perfil más institucional, pasando por salas dinámicas donde empresas e instituciones públicas y privadas presentan sus aportaciones a la protección ambiental.

Esta complejidad hace que en la organización se movilicen más de 300 personas que realizan su labor en la creencia de que es preciso luchar por la conservación de nuestro común patrimonio natural y con la satisfacción de contribuir a ello, como única remuneración. El resultado



Inauguración del II CONAMA

el Instituto de la Ingeniería de España así lo garantizan. Pero, como nunca es suficiente, en cada Congreso un número creciente de Asociaciones de todo tipo se incorporan a la organización mediante la firma de convenios de colaboración.

es valorado por los profesionales del sector, ya que el *CONAMA* ha ido creciendo cada año, en participantes -de los 400 de la primera edición se ha pasado a 4.000 en la quinta- y en iniciativas propuestas, siempre desde una actitud positiva que a partir de los déficits busca los remedios siguiendo el lema del I *CONAMA*, clausurado por S.M. la Reina, "al encuentro de soluciones".

Precisamente gracias a esta versatilidad y participación, el *CONAMA* es un inmejorable espejo donde se refleja la evolución de todo lo relacionado con el Medio Ambiente en España. Así, hemos sido testigos de los avances producidos en la última década: las distintas Administraciones han ido construyendo sus políticas ambientales otorgándoles una prioridad creciente, las entidades locales en particular van incorporando firmemente entre sus preocupaciones la protección del entorno y las propias empresas van realizando mayores esfuerzos para que sus flujos productivos consideren acciones correctoras de las incidencias ambientales, asumiendo así su cuota de responsabilidad. También hemos asistido al crecimiento de las ONGs ambientalistas tanto en número como en capacidad y preparación técnica, lo que les permite realizar aportaciones valiosísimas. Y hemos sido testigos del nacimiento en sí -¿por qué no?- de un sector económico vinculado a la protección ambiental

cada vez más pujante y generador de puestos de trabajo.

Pero sobre todo hemos asistido a una progresiva transformación de nuestra mentalidad: la preocupación por la conservación del Planeta ha ido calando en nuestra sociedad y esta conciencia trasciende ámbitos sectoriales o políticos concretos y pasa a ser la clave de nuestra evolución como seres humanos.

Pero, a pesar de los avances, aún existen numerosos déficits, muchas cosas por hacer. Debemos demandar mayor coordinación administrativa, una clara estrategia para luchar contra el cambio climático, una política en materia de ordenación del territorio donde se preserve las áreas de mayor calidad ecológica, un compromiso decidido con la protección de nuestra diversidad biológica y de nuestra flora y fauna, una eficaz estrategia común para el desarrollo sostenible.

Algunos temas como el problema del agua, el cambio climático, los residuos, el medio ambiente industrial, se han venido tratando, dada su importancia, en cada edición del Congreso. Pero a medida que avanzamos otros nuevos se incorporan. El Congreso Nacional del Medio Ambiente además de analizar actualmente estos temas, se acerca y estudia muy en profundidad las nuevas tendencias; para ello la gran novedad para la próxima edición es la sostenibilidad que se abarca desde todos los ámbitos: económico, social y medioambiental.

El alcance del Congreso es tal que los me-

dios de comunicación se refieren a él como la Cumbre Verde. Una Cumbre que, a pesar de su carácter nacional, se ha abierto a los países hermanos de Iberoamérica. En el marco del VI *CONAMA* tendrá lugar la reunión del Comité de Medio

Insertar foto del Príncipe

Inauguración del IV CONAMA

Ambiente de la UCCI (Unión de Ciudades Capitales Iberoamericanas), dando continuidad a una serie de espacios para el encuentro que comenzaron en 1996 con la celebración del I Encuentro Iberoamericano del Medio Ambiente durante la celebración del III *CONAMA* y que culminaron el año pasado, tras una serie de reuniones preparatorias en Madrid y Colombia, con la celebración en Santiago de Chile del II Encuentro Iberoamericano del Medio Ambiente, bajo la Presidencia de Honor de S.A.R. el Príncipe de Asturias.

En definitiva, el VI *CONAMA* se celebrará en Madrid del 25 al 29 de noviembre con el reto de seguir superando las ediciones anteriores y continuar trabajando en pro de un desarrollo respetuoso y sostenible, no solamente desde un punto de vista teórico sino también a través del trabajo diario y de las pequeñas aportaciones y soluciones que van construyendo un camino hacia un futuro por el que todos debemos trabajar y que el Planeta y las generaciones presentes y futuras se merecen.



Entrada al V CONAMA



Entrevista a Carmen Becerril

Directora General de Política Energética y de Minas

Carmen Becerril es la Directora General de Política Energética y de Minas. En esta entrevista señala la protección medioambiental como objetivo prioritario de la política energética, declaración que coincide con la convocatoria del VI Congreso Nacional del Medio Ambiente.

El VI Congreso Nacional del Medio Ambiente cumple con una década de reflexión y debate en torno a las políticas ambientales y el desarrollo sostenible. Como responsable de la política energética nacional ¿cuál será su aportación ante el reto del desarrollo sostenible?

Como Usted sabe, cualquier estrategia de desarrollo sostenible debe prestar especial atención a la producción, transporte y consumo final de la energía. Desarrollo y energía están íntimamente relacionados, el suministro de energía es esencial para una economía competitiva y para un desarrollo armónico a nivel regional. Por otra parte, si queremos disminuir las diferencias entre los países en vías de desarrollo y los industrializados debemos hacer frente a enormes retos, como es el universalizar el acceso a la electricidad. Hoy por hoy, una cuarta parte de la pobla-

ción mundial (1.600 millones de personas) carece de este servicio vital para el desarrollo.

Las políticas energéticas de los países desarrollados, como España, tienen como objetivo hacer compatible la seguridad de abastecimiento energético a unos precios competitivos, con el respeto al medio ambiente. Nuestra aportación al VI Congreso Nacional del Medio Ambiente irá en esta dirección.

¿Cómo se plantean el reto de reducir los impactos ambientales de la producción de energía, como la contaminación o el cambio climático, en un escenario de continuo incremento del consumo?

En nuestro país la elevada demanda interna (sometida a una intensa estacionalidad en lo que se refiere al sector turístico), junto con la escasez de recursos energéticos autóctonos (la dependencia de las im-

portaciones es superior al 70%, frente al 50% de media comunitaria) exige, no sólo trabajar en la línea de las políticas de eficiencia energética y promoción de fuentes energéticas alternativas, sino también profundizar en el desarrollo de políticas de I+D+I que permitan ampliar las opciones energéticas limpias, en lo que ha venido denominándose desarrollo energético sostenible.

En "la planificación de los sectores de electricidad y gas. Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011", aprobada por Acuerdo de Consejo de Ministros y ratificada en la Comisión de Economía y Hacienda del Parlamento español, el pasado 2 de octubre, se apuesta por la introducción de ciclos combinados con gas natural, con una tecnología más eficiente y menos contaminante, como nueva fuente de generación eléctrica. Además, se actualizan las previsiones del Plan de Fomento de

las Energías Renovables para mantener el objetivo de que estas supongan el 12% de la demanda de energía primaria y el 29 % de la generación eléctrica, en el año 2010.

Obviamente, la masiva entrada de ciclos combinados (al menos 14.800 MW en el periodo 2002-2011) y el cumplimiento de los objetivos del Plan de Fomento de las Energías Renovables, tendrán como consecuencia una apreciable reducción del impacto ambiental asociado al sector de la energía.

España, como los demás países europeos, ha asumido el Protocolo de Kyoto, es decir, la limitación en el crecimiento de sus emisiones de gases de efecto invernadero. ¿Qué aportación realiza el sector energético en aras a cumplir con el compromiso adquirido?

Concretamente en lo que se refiere al cumplimiento del Protocolo de Kioto, el uso de una tecnología más eficiente con el empleo de un combustible con menor contenido de carbono por unidad energética, que proporcionan los ciclos combinados, junto con la mayor participación de las energías renovables, harán posible que el sector de generación eléctrica vire su tendencia al crecimiento en emisiones de CO₂ equivalente. Desde este punto de vista, el sector de generación puede convertirse en un referente entre los sectores comprometidos en la lucha contra el cambio climático.

El ahorro y uso eficiente de la energía deben convertirse en el gran objetivo de los países desarrollados. En este sentido, ¿qué importancia concede su Ministerio a las políticas de fomento de ahorro energético? ¿Se plantean reconsiderar los criterios de reducción de precios energéticos o la introducción de impuestos específicos?

En los últimos años las tasas de crecimiento de la demanda energéti-

ca española se ha situado por encima de la del producto interior bruto como consecuencia de la marcha de la economía y de la tendencia a la convergencia con los países de nuestro entorno (UE y OCDE). Si bien se espera una cierta ralentización de la tasa de crecimiento de acuerdo con la propia evolución de la economía, con la introducción de nuevas tecnologías y con la progresiva saturación de algunos mercados, la previsión para la próxima década es que las demandas de energía primaria y final seguirán creciendo, por lo que se hace imprescindible la introducción de acciones que atemperen este incremento.

En el Debate del Estado de la Nación, que tuvo lugar en el pasado julio, se aprobó una Resolución en la que se señalaba la oportunidad de elaborar una propuesta sobre Efi-

“Desde la DGPEM hemos apoyado la candidatura española para que el ITER se ubique en nuestro territorio”

ciencia Energética, con un horizonte temporal de una década y así ha sido considerado en “La planificación de los sectores de electricidad y gas. Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011”.

En el Ministerio de Economía hemos iniciado los trabajos para dar respuesta a dichos requerimientos mediante la elaboración de una estrategia eficaz y programas de actuación que tengan por objetivo el fomento de eficiencia y el ahorro energético y que integre en su elaboración y ejecución a las distintas Administraciones (Central, Autonómica y Local) y a los agentes y sectores implicados.

Una cuestión que preocupa a la sociedad es la seguridad en el abastecimiento, en especial en relación con el gas natural. ¿Cuáles son los

esquemas de evolución que se contemplan a este respecto?

En los próximos años, el crecimiento previsto en la demanda de electricidad se cubrirá con ciclos combinados de gas natural y cogeneración, hasta alcanzar un 33,1% de la estructura de la generación eléctrica, en un proceso de progresiva convergencia de los sectores de gas y electricidad. Parece lógico, por tanto, que demos prioridad a asegurar el abastecimiento de dicho combustible.

La seguridad de suministro de gas natural está garantizada mediante las políticas de diversificación de los países de origen, la normativa que limita el porcentaje a adquirir a un mismo país, las medidas para asegurar el equilibrio entre gas natural y gas natural licuado y el gran crecimiento que la red de gasoductos va a soportar en la próxima década. Tenemos el objetivo de llevar a todas las Comunidades Autónomas y a todas las capitales de provincia el gas natural canalizado.

La red está dimensionada para que en el caso de fallo de una de sus entradas se pueda atender a toda la demanda solicitada, incluyendo las centrales de ciclo combinado. Así, está previsto reforzar las conexiones internacionales mediante gasoducto (Lacq, Tarifa, Cataluña...) como ampliación de las plantas de regasificación ya existentes (Barcelona, Huelva y Cartagena) e instalación de nuevas plantas (Mugardos, Sagunto y Bilbao).

La cuestión nuclear aparece frecuentemente en los medios. El alargamiento de la vida de las instalaciones existentes o la construcción de nuevas centrales se está planteando en la Unión Europea como una posible opción frente al crecimiento de las emisiones de CO₂ y como elemento de seguridad de suministro. ¿Se piensa abrir el debate en la sociedad de manera más formal?

El debate sobre la opción nuclear debe ser abordado en su conjunto por la UE, cuando esta premisa se lleve a cabo será el momento de tomar una posición adecuada.

En la planificación de los sistemas de gas-electricidad 2002-2011 no se contempla un cambio sustancial en la participación de la energía nuclear en generación eléctrica, por lo que su peso en la estructura de abastecimiento disminuirá en la próxima década.

En el pasado, el carbón ha supuesto una solución española y europea frente a los riesgos en el abastecimiento. La Comisión Europea alarga el periodo de aplicación de ayudas públicas al carbón, y algunos técnicos piensan que sería conveniente seguir disponiendo de centrales eléctricas de carbón, aunque funcionaran menos horas para no incidir negativamente en las emisiones de CO₂. ¿Qué opina al respecto?

Las centrales térmicas convencionales (carbón, fueloil, etc.) están sometidas a una estricta legislación ambiental, basta con repasar algunas de las últimas directivas europeas sobre el particular (techos nacionales de emisión –TNE-, grandes instalaciones de combustión –GIC-, y prevención y control integrado de la contaminación –IPPC-) para darse cuenta de que estas centrales si quieren seguir operando deben realizar un considerable esfuerzo de adaptación. A ello habrá que sumar los costes potenciales derivados de la emisiones de CO₂ cuya repercusión se hará notar en la segunda mitad de esta década.

No obstante estas centrales son necesarias para cubrir la demanda actual y van a seguir operando en el futuro próximo. El carbón nacional seguirá jugando un papel relevante en el balance energético, no sólo por razones de carácter social y regional, sino también por la estrate-

gia comunitaria y española de reducir o no agravar la dependencia energética.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que en la Unión Europea, como en el resto del planeta, las mayores reservas de combustible son de carbón, por lo que parece lógico que deban buscarse opciones tecnológi-

“El desarrollo del gas en España va a ser espectacular. Ello va a suponer inversiones en infraestructuras de 5.235 millones de euros”

cas que permitan un uso limpio del mismo. Asumiendo todas las limitaciones ambientales derivadas de la tecnología actual del carbón, creo que no deberíamos tildar de "maldito" a un combustible cuya relativamente homogénea distribución geográfica le hace ser la principal reserva energética en muchos países.

El sistema eléctrico se ha liberalizado en los últimos años. Los problemas puntuales de suministro, la situación en otros países desarrollados o las políticas ambientales, ¿aconsejarían el planteamiento de una cierta regulación o planificación del sector?

Las Leyes de los sectores eléctrico y de hidrocarburos son las que definen el marco regulatorio actual. En ambas, de acuerdo con sus correspondientes directivas europeas, se persigue la liberalización de dichos sectores en sus actividades de generación, aprovisionamiento y comercialización, manteniendo la planificación vinculante en lo que se refiere a las infraestructuras de transporte, tanto eléctrico como gasista.

“La planificación de los sectores de electricidad y gas. Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011”, recientemente aprobada, y que se inscribe en este modelo regulatorio, da cumplida cuenta de estos aspectos.

El gas natural es aceptado como una opción menos contaminante. ¿Cuál va a ser el papel de esta fuente de energía en el transporte?

Como he indicado, el desarrollo del gas en España va a ser espectacular, estimándose el crecimiento de su demanda como energía primaria, desde el 9% actual hasta el 22% en el 2011. Ello va a suponer la realización de grandes inversiones que sólo en lo que se refiere a las infraestructuras previstas en el documento de planificación estimamos en un total de 5.235 millones de euros.

Mientras que la opción gas para generación de electricidad implica, casi exclusivamente el optar por una determinada alternativa tecnológica, la opción gas para el transporte supone la confluencia de soluciones tanto estructurales como tecnológicas cuyo desarrollo implica a otras políticas horizontales. En cualquier caso, ello será objeto de tratamiento en la futura Estrategia de Eficiencia Energética, ya comentada.

En general, la sociedad acepta las energías renovables de forma positiva; el desarrollo empresarial en el caso de la eólica ha sido significativo, pero las previsiones de evolución y de cumplimiento de objetivos del Plan de Fomento de las Energías Renovables en España no son buenas en todos los casos (solar, biomasa...). ¿Qué se va a hacer para reconducir esta situación?

Es de destacar el hecho de que España está entre los cinco países europeos que más apuestan por las energías renovables, como se pone de manifiesto en nuestro compromiso, ratificado en la directiva sobre electricidad producida por energías renovables, de alcanzar el 29% de la electricidad producida en el año 2010, a partir de estas fuentes de energía.

Este ambicioso objetivo, avalado por el origen autóctono y la gran

disponibilidad de las mismas, tiene no obstante, dificultades ligadas a su competitividad, al ser en la mayoría de los casos tecnologías no maduras. Como Usted comenta, el desarrollo alcanzado por la energía eólica ha sido muy significativo. Sin embargo, tengo que decir, que en el caso de la biomasa, la energía de mayor peso en el Plan de Fomento, vuelve a ser el factor económico el que está retrasando su implantación. España está haciendo un esfuerzo importante en la conjunción de políticas de apoyo a la financiación y de subvención a estos proyectos, con el que esperamos que se alcancen los objetivos propuestos.

Las actividades de I+D en el campo energético se han reducido en cuanto a la aplicación de fondos. Un objetivo español y europeo es incrementar las dotaciones de investigación; se habla de diferentes opciones desde traer el ITER a España a un gran programa de energías renovables. ¿Cuáles son las perspectivas al respecto?

España cuenta con un buen programa de I+D en energías renovables. Como he comentado, para alcanzar los objetivos del Plan de Fomento, dada la inmadurez de estas fuentes de energía, se requiere otorgar una especial consideración a los aspectos de I+D. Este aspecto está contemplado en el Plan y constituye específicamente uno de los capítulos del mismo, el dedicado a la innovación tecnológica. A ello, hay que añadir la prioridad que se le da en el Programa Nacional de I+D en Energía a los proyectos vinculados a las energías renovables.

En lo que respecta al ITER, y aun valorando muy positivamente su potencial como proyecto cristizador de capacidades científicas y tecnológicas, su posible aportación a la cobertura de la demanda energética está todavía lejos de poder ser integrada en las opciones de política

energética. En cualquier caso, desde la DGPEM hemos apoyado la candidatura española para que dicho proyecto se ubique en nuestro territorio.

España es un país con reconocida capacidad de desarrollo tecnológico en energía solar. La industria solar española es relevante en el conjunto europeo. ¿Se va a fomentar una actuación específica para incrementar la instalación de paneles y el desarrollo de nuevas tecnologías en este sector?

Actualmente, el objetivo que tenemos es alcanzar los cuatro millones de metros cuadrados de paneles solares. Con las medidas financieras y económicas previstas esperamos cumplir con este objetivo, lo que nos permitirá minorar la demanda de otras energías, con el consiguiente beneficio asociado.

Si hablamos de energía solar de alta temperatura debemos destacar el hecho de que España cuenta con cierta experiencia en esta fuente de energía, le recuerdo que en Tabernas (Almería) está ubicada la Plataforma Solar. Esperamos que esta experiencia se vea consolidada al hacerse realidad los proyectos pre-

“Los mecanismos propuestos en el Protocolo de Kioto, representan una magnífica oportunidad para facilitar la entrada de las energías limpias en los países en desarrollo”

vistos de 10 y 20 MW y, en breve, podamos comenzar a producir kilowatios de este origen.

Por último, las grandes cuestiones ambientales de carácter global como el cambio climático, demandan ayudas decididas a los países en vías de desarrollo. ¿Cómo se contempla la introducción de los Mecanismos de Desarrollo Limpio desde su Ministerio?

Los Mecanismos de Desarrollo Limpio, previstos en el Protocolo de Kioto, representan una magnífica oportunidad para facilitar la entrada de las energías limpias en los países en desarrollo, que de otra manera, dados los, en general, mayores costes de las mismas y que estos países tienen otras prioridades más acuciantes, difícilmente podrían incorporar a su cesta energética.

Además, la importante penetración de compañías energéticas españolas en Latinoamérica facilita nuestra participación en este tipo de proyectos. Con ello, no sólo estaremos colaborando al desarrollo sostenible de esta Región, sino que podremos compensar parte de nuestras emisiones de gases de efecto invernadero. Por este motivo, el Ministerio de Economía está estudiando diferentes alternativas para la participación de los sectores de producción de energía, tanto en este mecanismo como en los otros mecanismos de Kioto.

Como conclusión, ¿cuáles son los objetivos fundamentales en la política energética del país?

Reiterar que la política energética debe ser capaz de conciliar la seguridad en el suministro energético, la competitividad en los mercados de la energía y una protección efectiva del medio ambiente.

El éxito de la misma dependerá de si esta posibilita un equilibrio razonable entre los tres objetivos. Equilibrio que está sometido a un proceso dinámico, en el que las prioridades van cambiando en función de la aparición de nuevas necesidades sociales que modifican los patrones de demanda energética, de la disponibilidad de nuevas tecnologías y vectores energéticos, y del estado del arte del conocimiento científico sobre los impactos ambientales asociados a la generación, transformación, transporte y usos de la energía. ■

Historia y panorama actual del sistema eléctrico español

José María Marcos Fano

*Jefe de División de Energía Hidroeléctrica y Régimen Especial UNESA,
Asociación Española de la Industria Eléctrica*

Desde que en 1852 el farmacéutico barcelonés Domenech fue capaz de iluminar su botica, el sistema eléctrico en España ha ido evolucionando hasta llegar al actual marco eléctrico instaurado en 1996.

Tejidos Tolrá en Castellar, Hilados Ricart en Manresa, el Canal Imperial de Aragón... Todos estos encargos dieron pie a la constitución de la Sociedad Española de Electricidad por José Dalmau e hijo, sociedad que figura en los anales como primera empresa eléctrica española.

En 1878 se ilumina por primera vez la Puerta del Sol en Madrid, a continuación el Palacio de Bellavista, sede del Ministerio de la Guerra y los Jardines del Buen Retiro. En 1883 la Plaza de la Constitución en Valencia y el Puerto del Abra en Bilbao. El desarrollo de las aplicaciones eléctricas cobró tal impulso que en 1885 ya se publicó un primer decreto que ordenaba las instalaciones eléctricas y tres años más tarde una Real Orden regula el alumbrado eléctrico de los teatros, prohibiendo expresamente el alumbrado con gas y autorizando las lámparas de aceite sólo como sistema de emergencia.

Congreso de los Diputados. Ya en 1873 se importó una pequeña dinamo para la Escuela de Ingenieros Industriales de Barcelona y en 1875 se importó una segunda máquina que instalada en la fragata Victoria, anclada a tres kilómetros de Barcelona y accionada por medio de la máquina de vapor de la fragata, logró iluminar las Ramblas, la Boquería, el Castillo de Montjuic y parte de los altos de Gracia.

A partir del año siguiente comienza la electrificación industrial en España, siendo La Maquinista Terrestre y Marítima la primera empresa que suscribió un contrato de suministro eléctrico y posteriormente

El siglo XIX

La primera referencia de la aplicación práctica de la electricidad en España data del año 1852 en el que el farmacéutico Domenech, en Barcelona, fue capaz de iluminar su botica empleando un "método de su invención". En Madrid, ese mismo año, se hicieron pruebas de iluminación empleando una "pila galvánica" en la plaza de la Armería y en el

Este acelerado desarrollo de la industria eléctrica dio pie a la creación de nuevas empresas en las últimas dos décadas del siglo XIX, algunas de las cuales después de múltiples compras y fusiones existen todavía en la actualidad.

No obstante, el desarrollo eléctrico tropezaba en el siglo XIX con una importante dificultad: la electricidad era generada en forma de corriente continua y no era posible su transporte a larga distancia. En consecuencia, el emplazamiento de las centrales construidas en el siglo XIX estuvo fuertemente condicionado por la proximidad de un centro de consumo. Este hecho, que no tenía excesiva importancia en el caso de los grupos térmicos, resultaba trascendente para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos, ya que sólo podían ser aprovechados aquellos recursos que se encontraban próximos a centros de consumo, aunque también se dio la circunstancia de que el emplazamiento de los recursos hidráulicos determinó, en algunas ocasiones, la localización de algunas industrias.

Las tres primeras décadas del siglo XX

En 1901 se publicó la primera estadística oficial según la cual existían en España 859 centrales eléctricas que sumaban 127.940 HP, el 61% de esta potencia era de origen térmico mientras que el 39% restante utilizaba la energía hidráulica como fuerza motriz.

Con la aparición de la corriente alterna, a principios del siglo XX, cambió el panorama. Se abrió, gracias a ella, la posibilidad de transportar electricidad a gran distancia y, por tanto, de llevar a cabo un desarrollo a gran escala de las centrales hidroeléctricas.

La construcción de las obras hi-

droeléctricas de un cierto tamaño en las primeras décadas del siglo XX exigía una utilización de recursos económicos inhabitual hasta entonces, por su magnitud, dentro de un sector eléctrico incipiente. Para hacer frente a este reto económico y financiero, se crearon numerosas sociedades anónimas dedicadas a la producción y distribución de electricidad, algunas de las cuales existen todavía hoy. Antes del proceso de concentración que ha vivido el sector eléctrico español en la última década era muy frecuente en las empresas eléctricas la aparición del término "hidroeléctrica" o "salto" en su denominación social, prueba concluyente del origen de la Sociedad (por ejemplo, Hidroeléctrica Española, Hidroeléctrica Ibérica, Saltos del Duero, Saltos del Sil, Hidroeléctrica de Cataluña, Hidroeléctrica del Cantábrico, Saltos del Nansa, Fuerzas Hidroeléctricas del Segre).

En la década de los años veinte, la política hidráulica española comenzó a plantearse como objetivo el aprovechamiento integral de las cuencas hidrográficas. La Confede-

Esta política hidráulica estuvo basada en el ordenamiento jurídico existente, el cual tenía como principal elemento la Ley de Aguas de 13 de junio de 1879, que ha sido considerada como texto modélico, manteniéndose en vigor durante más de un siglo, hasta el año 1985 en que fue sustituida por la nueva Ley de Aguas.

A finales de los años veinte, la estructura de la generación eléctrica en España había cambiado radicalmente en comparación con la de principios de siglo: se había multiplicado la potencia instalada por 12 hasta alcanzar 1.154 MW y el 81% de la producción era de origen hidroeléctrico en 1929.

En los años siguientes hasta 1936 se produjo un aumento moderado del consumo eléctrico, si se tiene en cuenta el bajo grado de electrificación existente: el 5% anual, de tal forma que a principios de dicho año la potencia instalada ascendía a 1.491 Mw y existía un cierto exceso de capacidad de producción.

La Guerra Civil y la posguerra

Durante los años en que se produjo la Guerra Civil y los primeros años de la posguerra se produjo un estancamiento de la capacidad de producción, ya que, aunque entraron en servicio algunas instalaciones, otras fueron destruidas o seriamente dañadas. La sequía de 1944-45 impidió atender una demanda creciente, con lo que el exceso de capacidad de producción de la década anterior se convirtió en un importante déficit.

En los años de la posguerra, de austeridad y escasez, a los problemas internos vinieron a sumarse los derivados de la Segunda Guerra Mundial y el bloqueo internacional, que impedía la importación de bienes de equipo, así como la autarquía.



Presa de Aldeadávila (foto cedida por UNESA).

ración Sindical del Ebro fue la primera. Este planteamiento llevó, en la década siguiente, al inicio del aprovechamiento integral de la cuenca del Duero, operación que estaba ya diseñada perfectamente en los años cuarenta y sirvió de modelo a seguir para el desarrollo del resto de las cuencas peninsulares.

En suma, en los años cuarenta el desarrollo del sistema eléctrico tropezó con grandes dificultades. Al estar sometida la venta de electricidad a unos precios estables en un contexto de elevada inflación, las empresas se vieron en serias dificultades económicas, lo que provocó un desfase entre el ritmo de construcción de nuevas instalaciones de generación y el crecimiento de la demanda, por lo que el déficit del año 1944 se convirtió en crónico hasta el final de la década. A este déficit también contribuyeron los impresionantes crecimientos de la demanda, de hasta el 27% anual. La constitución de una serie de empresas eléctricas de carácter público en los años cuarenta (Empresa Nacional de Electricidad, Endesa, en 1944, Empresa Nacional Hidroeléctrica del Ribagorzana, ENHER, en 1949...) vino a sumarse al esfuerzo que hasta entonces había sido realizado en exclusiva por empresas eléctricas privadas, lo cual dio un fuerte impulso al desarrollo eléctrico, que continuó su marcha a buen ritmo en los años siguientes.



Central hidroeléctrica de Puente Bibey (foto cedida por UNESA).

En este contexto fue el propio sector el que puso de manifiesto la necesidad de llevar a cabo una explotación más eficiente, coordinada y racional de los medios de producción y de las redes de transporte a nivel nacional. Esta iniciativa se plasmó en la práctica con la creación en

1944 de la empresa Unidad Eléctrica S.A. (UNESA), integrada entonces por las 17 principales compañías del sector. A UNESA se encomendó en aquel momento la promoción de las interconexiones de los distintos sistemas eléctricos regionales y de éstos con las centrales eléctricas que fueran necesarias para completar la red primaria o de transporte y la creación del "Dispatching Central", desde donde se dirigía la explotación conjunta del Sistema Eléctrico Nacional, decidiendo qué centrales tenían que funcionar en cada momento y qué intercambios de electricidad entre zonas eran necesarios para asegurar el abastecimiento al conjunto del país. Esta oficina posteriormente, en 1953, se pasó a denominar RECA (Repartidor Central de Cargas).

La década de los 50

La aplicación a partir del primero de enero de 1953 de las Tarifas Topes Unificadas permitió liberar al sector eléctrico del pesimismo con que se venía desarrollando en la época anterior e incentivó el ritmo de construcción de nuevas centrales, lo que trajo consigo una progresiva y rápida disminución del déficit de capacidad de producción, esto es, de las restricciones eléctricas que llegaron a desaparecer completamente en el año 1958. Este nuevo tratamiento de las necesidades del sector eléctrico contribuyó al despegue de los años cincuenta y a la superación de las causas que impedían el desarrollo industrial, acelerando la normalización interna una vez superada la etapa de la reconstrucción.

La década de los 60

El Plan de estabilización de 1959, la aparición del turismo, la apertura al exterior, etc., fueron hechos que dieron pie desde los primeros años sesenta a una fase de consolidación y crecimiento rápido de la economía

española a ritmos muy elevados, que conllevaron importantes crecimientos relativos de la demanda eléctrica. En estos años se puso claramente de manifiesto la ventaja que suponía contar con una red interconectada para atender instantáneamente a una demanda creciente

"La década de los ochenta, se caracterizó por las importantes inversiones que hubo de acometer el Sector Eléctrico en un entorno de crisis económica altamente desfavorable"

a un elevado ritmo, lo que permitió aumentar sustancialmente la garantía de suministro a los clientes y aprovechar al máximo la potencia total disponible y, a su vez, disminuir las importantísimas inversiones necesarias logrando un abaratamiento de las tarifas. A esto también contribuyó la reducción de costes por economía de escala que supuso el aumento de tamaño unitario de los grupos generadores.

Durante esta década se produjo un aumento muy importante de la potencia instalada, que pasó de 6.567 MW a finales de 1960 a 17.924 a finales de 1970. La producción eléctrica se triplicó, alcanzándose los 56.500 GWh en ese año, 1970. La estructura de generación se modificó sustancialmente: la producción hidroeléctrica pasó de suponer un 84% de la producción en 1960 a un 50% en 1970, a pesar de que durante esa década se produjo un gran desarrollo del equipo hidroeléctrico. También se incrementó sustancialmente el equipo y la producción con fuel-oil en un contexto de bajos precios del petróleo.

En el año 1968 se incorporó la primera central nuclear: la Central José Cabrera, en Zorita de los Canes (Guadalajara). Otros hechos significativos para el sector eléctrico en esa década fueron la aparición de un pri-

mer ensayo planificador en el ámbito de la energía con motivo del Plan de Desarrollo de 1964 y el primer Plan Eléctrico Nacional, de 1969 que programaba las instalaciones de generación a acometer en los próximos años. Durante esta década se intensificaron las acciones encaminadas a la electrificación rural, consiguiéndose prácticamente la universalización del servicio eléctrico en España

La década de los 70

Comenzaba esta década con una aparente continuidad respecto a la etapa anterior hasta que en mayo de 1973 se empezó a producir una escalada de los precios del petróleo, que se multiplicaron casi por seis en menos de un año. Una parte sustancial del parque térmico puesto en servicio en los años anteriores utilizaba derivados del petróleo como combustible, debido a la estabilidad en precios y su facilidad de utiliza-

ción hasta esos momentos. Dados los largos periodos de construcción de las centrales, la mayor parte de los grupos de generación que entraron en servicio en el periodo 1973-76 eran grupos de fuel-oil, ya que respondían a proyectos contratados con anterioridad a la primera crisis. Ante ésta, la sociedad española no reaccionó con agilidad, el plan energético en elaboración no fue aprobado hasta 1975 y fue revisado en 1977. La segunda crisis del petróleo en 1979 dio lugar a otro Plan Energético (PEN-83) en el que ya se tomaron serias medidas para contener la dependencia del petróleo aunque sus frutos no se vieron hasta bien entrada la siguiente década.

La década de los 80

En el ámbito de la generación eléctrica y en línea con las propuestas de la Agencia Internacional de la Energía, estos años se caracterizaron

por el desarrollo de tecnologías que permitieran reducir la dependencia del petróleo. En 1980 se promulgó la Ley de Conservación de la Energía, todavía vigente, que perseguía un triple fin: reducir la dependencia del petróleo, fomentar el ahorro de energía y promover las fuentes de energía renovables.

En línea con esas directrices, en la primera mitad de la década entraron en servicio las centrales de carbón nacional de 350 MW, que formaban parte del denominado Plan Acelerado de Centrales Térmicas de Carbón y diversos grupos situados en la costa para utilizar carbón importado.

Simultáneamente fue desarrollándose gran parte del programa nuclear. Entre 1980 y 1986 entraron en servicio cinco grupos nucleares con una potencia inicial de más de 4.500 MW y casi se finalizó el aprovechamiento del potencial hidroeléctrico técnico y económicamente viable con la incorporación durante



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA



Un grupo en crecimiento



la década de algo más de 3.000 MW hidroeléctricos, en gran parte en instalaciones de bombeo puro o mixto ligadas en cierta medida al equipo nuclear, dado que tenían como objetivo flexibilizar la generación en base a esos grupos.

Esa década se caracterizó por las importantes inversiones que hubo de acometer el Sector Eléctrico (más de 3,5 billones de pesetas en el período 1980-86) en un entorno de crisis económica altamente desfavorable: elevada inflación, altos tipos de interés real y bajo crecimiento de la demanda. Además, y dado lo reducido del mercado de capitales nacional el sector tuvo que acudir a los mercados internacionales en busca de financiación, básicamente en dólares americanos, divisa que experimentó una elevada apreciación durante esos años.

En definitiva, a finales de los ochenta el sector eléctrico español se encontraba en una situación difícil: por una parte existía una elevada capacidad ociosa, como consecuencia de la política de diversificación, que fomentó la construcción de centrales de combustibles alternativos al petróleo, y conllevó una reducción de la utilización de las centrales de fuel, que únicamente jugaban un papel de reserva, con crecimientos moderados de la demanda que dieron lugar a una situación de sobre equipamiento y, por otra parte, un elevado endeudamiento con altos tipos de interés real. Las empresas veían perpetuarse la histórica insuficiencia tarifaria, consecuencia del papel que se suele asignar a los precios eléctricos para contener la inflación.

Los primeros pasos para estabilizar la situación económico-financiera de las empresas del sector se dieron en 1985, en el que se produjo un intercambio de activos (de unos 7.000 MW) que permitió aliviar la situación de aquellas empresas más activas en la política de sustitución

del petróleo. Pero, sin duda, el mayor logro en la senda de la estabilización del sector fue el establecimiento de un nuevo sistema de cálculo de las tarifas eléctricas, que permitiera disminuir el desequilibrio financiero.



Central nuclear de Almaraz (foto cedida por UNESA).

Este sistema, conocido como Marco Legal y Estable, se empezó a aplicar paulatinamente a partir de 1988 y tenía como parámetros fundamentales una metodología de amortización y retribución de las inversiones, una retribución de los costes de producción y distribución en base a valores estándar, un sistema de compensaciones entre los agentes y una corrección por desviaciones al finalizar el año.

La década de los 90

Durante los años noventa, de vigencia del Marco Legal y Estable, la situación económico-financiera de las empresas mejoró sustancialmente, a lo que también ayudó la existencia de una sobrecapacidad, que hacía innecesario acometer nuevas inversiones en generación, como se ponía de manifiesto en el Plan Energético Nacional de 1990, y la estabilidad económica que proporcionó la integración real en la UE. Esa estabilidad permitió a las empresas del

sector generar fondos para sanear su estructura financiera y acometer su expansión en otros sectores económicos y en otros países, fruto de la cual en algunos casos las empresas eléctricas españolas se han converti-

do en importantes multinacionales que ocupan destacados puestos en el sector de las "utilities". Previamente a esa expansión internacional se había producido en el sector eléctrico español un proceso de concentración de empresas que dio lugar a la actual ENDESA (a partir de la fusión del Grupo Endesa del INI con Cía Sevillana de Electricidad, Fecsa, H. Cataluña y Eléctricas Reunidas de Zaragoza) y a IBERDROLA (resultado de la fusión de H. Española e Iberduero).

Por último, señalar que al hilo de los aires de liberalizadores que empezaban a correr por Europa, en 1995 fue promulgada la Ley de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional (LOSEN) que ya preveía la creación de un Sistema de Generación Independiente, que funcionaría en régimen de competencia, manteniendo un régimen regulado en el que, en principio, se inscribirían las instalaciones de generación ya existentes. Esta ley no llegó a desarrollarse.

El nuevo marco eléctrico

En 1996 el Consejo de la Unión Europea aprobó la Directiva sobre Normas Comunes para el Mercado Interior de la Electricidad, que contiene unos objetivos claros y unos criterios mínimos de liberalización e introducción de la competencia en el sistema eléctrico. La mayoría de los países comunitarios deberían adaptar sus legislaciones eléctricas al nuevo esquema con anterioridad al 19 de febrero de 1999, aunque se han producido algunos retrasos. Este cambio en los planteamientos no fue un hecho aislado en la burbuja de la UE. Desde hacía ya varios años, diversos países desarrollados en distintas partes del mundo habían puesto en marcha procesos de reestructuración de sus respectivos sistemas eléctricos con criterios de liberalización e introducción de la competencia.

España fue uno de los primeros países en la adopción de los criterios emanados de esta Directiva. Como consecuencia de las conversaciones y acuerdos entre el sector eléctrico y la administración energética que tuvieron lugar durante 1996 y 1997, y que se plasmaron en el Protocolo Eléctrico, el 1 de enero de 1998 entró en vigor la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, que introdujo los cambios normativos más importantes de la historia del sector en España. Esta ley, a la que luego nos referiremos, supuso mucho más que una transformación del sistema eléctrico que existía hasta entonces, ya que incorporó nuevas reglas en todas las actividades necesarias para llevar el producto hasta el cliente, esto es, nuevas reglas para las actividades de producción, transporte, distribución y comercialización de la electricidad.

Por otra parte, además de los cambios que está sufriendo en los países de la UE el sistema eléctrico, no hay que olvidar las posibles con-

secuencias sobre este sector debidas a acuerdos a nivel internacional o mundial en otras materias como, por ejemplo, el medio ambiente. La contención de las emisiones de gases de efecto invernadero que figura en el Protocolo de Kioto y las diversas directivas medioambientales de la UE (grandes instalaciones de combustión, techos nacionales de emisión,...) pueden introducir a medio plazo importantes cambios en la estructura de la generación eléctrica. Tampoco se deben olvidar los cambios que puede introducir el desarrollo tecnológico en la estructura de la generación. La reciente aparición de las tecnologías de generación mediante ciclos combinados de gas que utilizan como combustible un recurso abundante y limpio, con un ele-

“La contención de las emisiones de gases de efecto invernadero (Protocolo de Kioto) y las directivas medioambientales de la UE pueden introducir importantes cambios en la estructura de la generación eléctrica”

vado rendimiento y con bajos costes de inversión, o la introducción a nivel comercial de determinadas tecnologías de aprovechamiento de energías renovables, son avances que están influyendo de forma decisiva en la modificación de la estructura de generación eléctrica.

La estructura empresarial de las empresas eléctricas se ha adaptado rápidamente a los requerimientos del nuevo marco regulatorio. Las principales características del nuevo marco son las siguientes:

- Distingue entre actividades reguladas, tales como el transporte, la distribución, la gestión económica y la gestión técnica del sistema, y las actividades que se realizan en régimen de competencia: la generación, la comercialización y los intercam-

bios internacionales. Para ello se estableció la separación, incluso jurídica, entre las actividades reguladas y no reguladas, y entre las actividades reguladas la necesidad de la separación contable.

- La liberalización de las actividades de generación y comercialización dio pie a la libre creación de nuevas empresas y a la implantación de grupos extranjeros, que actúan en estos segmentos de la actividad eléctrica.

- En cuanto al transporte y la distribución, se consideran actividades con carácter de monopolio natural manteniéndose como actividades reguladas, cuya liberalización se consigue mediante el acceso a terceros de la red con pago de unas tarifas de acceso en función de la potencia, la energía y la tensión de suministro. Por tratarse de una actividad regulada pero con libre acceso de terceros, la única planificación, de carácter vinculante, que permanece es la relativa al sistema de transporte.

- Los intercambios de energía con otros países de la UE o con terceros países están sometidos, en todo caso, a autorización administrativa del Ministerio de Economía. Las importaciones las pueden llevar a cabo los productores, los distribuidores, los comercializadores y los consumidores cualificados. Las exportaciones pueden realizarse por los productores y comercializadores nacionales. Por su parte, el Operador del Mercado puede realizar intercambios a corto plazo con el fin de garantizar la calidad y seguridad del suministro.

- En relación con la retribución económica de las actividades eléctricas, ésta se lleva a cabo con cargo a los ingresos por tarifas y precios establecidos libremente. Además, se retribuyen los costes permanentes del sistema, entendiéndose por tales los del Operador del Mercado, los del Operador del Sistema, los deri-

vados de actividades insulares y extrapeninsulares, los de la Comisión del Sistema Eléctrico Nacional y los costes de transición a la competencia. También prevé la ley que los consumidores se hagan cargo de los costes de diversificación y seguridad de abastecimiento, que son los siguientes: las primas a la producción en régimen especial para promover el desarrollo de la generación mediante cogeneración, residuos y energías renovables, los costes asociados a la moratoria nuclear, los de financiación del segundo ciclo de combustible nuclear y los costes del stock estratégico del combustible nuclear.

- Se creó la figura del Operador del Mercado cuya misión es la gestión económica del mercado. Esta entidad está supervisada por el Comité de Agentes del Mercado que supervisa la casación y liquidación, conoce las incidencias que hayan tenido lugar y propone las reglas de funcionamiento del mercado.

- También se creó la figura del Operador del Sistema, responsable de la gestión técnica del mismo, esto es, de garantizar la continuidad, la calidad y la seguridad del suministro. Es el encargado de la coordinación del sistema de producción y del sistema de transporte y de su planificación.

La planificación eléctrica Período 2002-11

En los últimos cinco años, la demanda de electricidad se ha incrementado en más de un 30%, muy por encima de las previsiones. Ello ha ido acompañado de un incremento aún mayor de la demanda punta (44%) que es la variable fundamental de cara a determinar las necesidades de infraestructuras eléctricas, tanto de generación como de transporte y distribución. En este mismo período los precios medios de la electricidad se han reducido un 17% en términos corrientes lo que

equivale, teniendo en cuenta la inflación, a una disminución del 30%.

El sector eléctrico en su conjunto se ha visto con importantes dificultades de atender puntualmente este crecimiento no previsto, debido a los plazos de desarrollo que requieren todas estas infraestructuras (varios años en el mejor de los casos), en un entorno, además, de creciente incertidumbre por la liberalización del sector y de ausencia de un sistema regulatorio predecible.

Como consecuencia, en el año 2001, desde un punto de vista de desarrollo de las infraestructuras, el sector eléctrico español se caracterizaba por los siguientes elementos: equipamiento de generación instalado muy ajustado (margen de reserva muy reducido), que incrementa el riesgo de falta de abastecimiento en casos de puntas de demanda muy acusadas o de indisponibilidades fortuitas superiores a las normales; una red de transporte que presenta problemas de saturación, tanto zonales como globales, en períodos de alta demanda y cuyo desarrollo se ha visto retrasado en muchos casos por falta de autorizaciones administrativas; una demanda creciente, con una importante sensibilidad al precio de la electricidad y sin incentivos encaminados a una mejor gestión de la curva de carga; asimismo, en materia de gas natural se presenta un déficit de infraestructuras gasistas, previsiblemente hasta el 2005, que podría dar lugar a problemas puntuales de falta de suministro a las centrales de gas en los próximos inviernos.

En estas circunstancias, el desarrollo de una planificación energética integral (obligatoria más indicativa) se acogió desde el sector eléctrico como una iniciativa del Gobierno necesaria para abordar las fuertes transformaciones, que se están dando y que han de tener lugar en el futuro.

El nuevo plan energético para el

período 2002-11, realizado durante el presente año y recientemente aprobado por el Gobierno, conlleva un cambio considerable en los modos de acometer el proceso planificador en España. En primer lugar hay que señalar que por primera vez se acomete una planificación conjunta de las redes de transporte eléctrico y de gas debido lógicamente a la interacción que se produce al incorporar de forma masiva ese combustible para generación eléctrica. En segundo lugar hay que señalar el distinto carácter de la planificación



Central térmica de Santurce

de dichas redes de transporte respecto a la planificación de los medios de generación eléctrica. Mientras la planificación de redes tiene carácter vinculante por tratarse de actividades reguladas, la de la generación, que es una actividad liberalizada, es meramente indicativa y tiene por finalidad facilitar la toma de decisiones de inversión por parte de los agentes.

Por tanto, y como consecuencia de lo anterior, la planificación realizada contiene tanto las propuestas de desarrollo de las redes de trans-

porte de gas y electricidad, que se corresponden con la planificación obligatoria, como un conjunto de datos e informaciones sobre las previsiones de fluctuación de los vectores que inciden en el sector energético, con los que definir, con mayor precisión, las redes de transporte necesarias y las necesidades de nueva generación.

El resultado del proceso planificador es la definición de las redes de transporte eléctrico así como los gasoductos de la red básica y las instalaciones de almacenamiento de gas



(foto cedida por UNESA).

e indicaciones sobre las necesidades de incorporación de potencia al Sistema, aunque sin fijar un valor mínimo de dicha incorporación.

Así, se prevé un incremento de las redes de 220 y de 400kV de unos 12.500 Km, lo que supone un incremento de un 40% respecto a la situación actual. También se prevé un aumento de la capacidad de transformación de 32.500 MVA (+69%), con lo que la inversión en las redes de transporte supondrá unos 2.720 millones de euros. Adicionalmente serán necesarias importantes inver-

siones en el área de distribución que aunque no son contempladas por la planificación – que se limita a valorar el coste de las redes en niveles de transporte- deben ser consideradas, si se desea tener una visión global del nivel de inversiones preciso en el Sistema Eléctrico. Estas inversiones en distribución según estimaciones del sector, pueden alcanzar los 11.700 millones de euros para el período de planificación.

Las inversiones del sistema gasista en este período totalizarán unos 5.300 millones de euros en redes de transporte (1.226 millones de euros), plantas regasificadoras (2.661 millones de euros), almacenamientos (941 millones de euros) y estaciones de compresión (341 millones de euros).

Pero el grueso de la inversión se realizará en el ámbito de la generación eléctrica, dado que se prevé que durante esta década entren en servicio cerca de 15.000 MW en centrales de ciclo combinado de gas natural, con una inversión de unos 6.500 millones de euros. En el horizonte 2011 la producción de estas centrales conjuntamente con las instalaciones de cogeneración que consumen gas natural supondrá el 34% de la generación eléctrica en detrimento sobre todo de la producción con carbón. Adicionalmente, aparte de las inversiones en nueva generación, hay que tener en cuenta las inversiones recurrentes necesarias para mantener en óptimas condiciones el equipo existente en la actualidad y que se estiman en unos 5.800 millones de euros para el período citado.

El otro pilar de la nueva generación serán las energías renovables. El Documento prevé la incorporación de unos 14.000 MW básicamente en instalaciones de energía eólica (9.000 MW adicionales) y de biomasa (3.100 MW). De esta forma, se persigue que al final del período de planificación, las fuentes de energía renovable supongan un 29% de la

producción eléctrica nacional y un 12,3% del consumo de energía primaria en España. Para ello serán necesarias unas inversiones en estas tecnologías del orden de los 12.000 millones de euros.

En definitiva, la planificación realizada supone una inversión total de 26.500 millones de euros, de los cuales el 80% corresponderán al sector eléctrico y el 20% al sector del gas. Si se tienen en cuenta, además de las inversiones contempladas en la planificación (transporte y nueva generación), las inversiones que se necesitan en distribución y las inversiones recurrentes en el equipo generador ya existente resulta una inversión global del sector eléctrico en el período 2002-11 de más de 38.000 millones de euros, lo que equivale a invertir en diez años tres veces la actual cifra de negocio anual, además de hacer frente al resto de costes del sistema.

Las cifras anteriores ponen de manifiesto la necesidad de un marco regulatorio adecuado, que permita establecer los ingresos necesarios con objetividad y, en definitiva, recuperar y retribuir las inversiones que se prevén de forma suficientemente razonable.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad, la planificación realizada prevé un desarrollo con criterios sostenibles, basado en las energías renovables, la producción de calor y electricidad con mayor eficiencia energética y la utilización de los ciclos combinados de gas natural que proporcionan elevados rendimientos, todo ello para lograr una garantía de suministro razonable. Es decir recoge, entendemos que adecuadamente, la mayor parte de los postulados para avanzar en la senda del desarrollo sostenible, aunque pudiera echarse en falta un mayor énfasis en lo relativo a las políticas de ahorro energético en el consumo final de energía, aspecto que se ha pospuesto para un plan posterior. ■

El debate nuclear

A favor...



Eduardo González
Presidente del Foro de la Industria Nuclear Española

Las centrales nucleares garantizan el suministro eléctrico

Al encender la luz en nuestras casas, al enchufar la radio o cargar la batería de nuestro móvil, no nos planteamos cómo es posible que siempre tengamos electricidad disponible. Tampoco nos planteamos cómo se ha producido esta electricidad. ¿Qué hay al otro lado del interruptor? En España, la mayor participación en la producción eléctrica corresponde al carbón (30%), seguido de la energía nuclear (27%), la hidráulica y renovables (23%) y el gas y petróleo (10% cada uno). La diversificación de fuentes es fundamental y el actual "mix" de generación eléctrica es el adecuado, porque ninguna fuente energética es dominante y todas cumplen un papel destacado.

El principal objetivo de cualquier plan energético nacional es asegurar el suministro de electricidad. Para ello, hay que tener en cuenta varios factores. Uno de ellos es la dependencia energética externa que acarrea riesgos económicos, sociales y ecológicos. En el caso de la Unión Europea, en la actualidad, el 50% de los productos energéticos se importan y, en 20 ó 30 años, se calcula que el porcentaje aumente a un 70%. En el caso de España, la dependencia es aún mayor porque no disponemos de recursos naturales como el gas, petróleo o carbón de buena calidad.

Los recursos fósiles (especialmente el petróleo y el gas) suponen una dependencia exterior sujeta a los vaivenes de la política de países poco estables. Sin embargo, el combustible que se utiliza en las centrales nucleares procede de países desarrollados, por lo que el suministro es más fiable. También hay que tener en cuenta que el uranio no tiene más usos conocidos que el de producir electricidad.

Las centrales nucleares aseguran un suministro estable de electricidad. Son un elemento clave para garantizar la estabilidad de la red y el suministro eléctrico sin interrupciones. En España, con tan sólo un 16% de la potencia total instalada, produce casi una tercera parte de la electricidad consumida.

Las centrales nucleares españolas funcionan de forma segura y competitiva. Cualquiera de ellas puede compararse a la última construida en el mundo. Esta realidad se debe a que, permanentemente, las instalaciones nucleares están siendo revisadas y actualizadas tecnológicamente para mejorar el rendimiento y asegurar un funcionamiento sin riesgos. Además, son instalaciones sujetas a

una fuerte infraestructura de legislación, regulación y control, alcanzando un excelente registro de seguridad. El concepto de seguridad de las centrales nucleares occidentales se basa en el principio de defensa en profundidad, que hacen imposible un accidente con las consecuencias del ocurrido en la central de Chernobyl. El diseño del reactor, la calidad de la construcción y la cultura de seguridad son los factores claves para una operación segura, que previene las consecuencias externas en caso de una avería.

Otro factor importante para diseñar la política energética de un país es el impacto de cada una de las fuentes en el medio ambiente. La producción de electricidad es esencial para la economía y el desarrollo social, si bien, inevitablemente, en mayor o menor medida se produce un impacto sobre el entorno. La excesiva dependencia de las fuentes energéticas fósiles mantiene un alto rango de emisiones atmosféricas que provocan el cambio climático. Las centrales nucleares no generan gases causantes del efecto invernadero y, por ello, contribuyen enormemente a las estrategias de mejora de la calidad del aire. Por ejemplo, una central nuclear típica de 1000 MW evita la emisión de 5 millones de toneladas de CO₂ al año.

Todas las fuentes limpias de energía son una opción de futuro. En este sentido, la energía nuclear y las energías renovables deben ser complementarias. La energía nuclear es una buena alternativa para proporcionar una base de electricidad para grandes zonas urbanas e industriales y las energías renovables son una solución complementaria para áreas rurales de baja densidad de población.

Por lo tanto, el uso de la energía nuclear, frente a otras energías, presenta ventajas desde el punto de vista de la seguridad y fiabilidad del suministro, así como desde el punto de vista ambiental. Además hay que tener en cuenta la competitividad económica como otro factor decisivo. En comparación con una central de combustible fósil, la construcción de una nuclear como inversión inicial es más costosa. Sin embargo, el coste de la materia prima en una central nuclear supone el 5%, mientras que en una central de carbón puede significar el 50% de los costes de generación y hasta el 70% para una central de gas natural. El combustible nuclear tiene precios estables, en oposición a la volatilidad de los precios de los combustibles fósiles. El coste del kWh producido con energía nuclear es el más barato y estable, lo que supone grandes ventajas para el usuario final.

En España, la actual cesta energética es adecuada porque considera una importante diversificación. Para mantenerla en el futuro, asumiendo el creciente consumo de electricidad, sería oportuno aumentar de manera equivalente todas las fuentes de energía y construir nuevos reactores. >>

PROMA 2003
FERIA INTERNACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

ECOINDUSTRIA

Todas las actividades que reducen los riesgos medioambientales y minimizan el consumo de recursos, en la Feria líder del sector.

Bilbao, 11/14 Marzo de 2003

Colaboran:



FERIA INTERNACIONAL DE BILBAO **BILBOKO NAZIOARTEKO ERAKUSTAZOKA**

Tel.: 94 428 54 00 - Fax: 94 442 42 22
http://www.feriadebilbao.com • E-mail: proma@feriadebilbao.com

El debate nuclear

...en contra



Juan López de Uralde
Director Ejecutivo de GREENPEACE

La energía nuclear, un obstáculo para el desarrollo sostenible

El grave deterioro provocado por el modelo de desarrollo vigente está creando en la sociedad una conciencia cada vez más clara de que es necesario avanzar hacia otro modelo que nos permita vivir en armonía con nuestro entorno social y medioambiental.

El concepto de Desarrollo Sostenible define este modelo, que se fundamenta en tres premisas: debe ser económicamente eficaz (más calidad de vida y bienestar, proporcionar beneficios al menor coste, incluyendo en el cálculo las externalidades medioambientales), socialmente equitativo (ahora y en el futuro, y para todos) y medioambientalmente aceptable (el menor impacto ambiental posible, con el menor uso de recursos y degradación del medio ambiente).

Para alcanzar el Desarrollo Sostenible es condición necesaria (aunque, por sí sola, no suficiente) adoptar un modelo energético que garantice el cumplimiento de las tres premisas anteriormente citadas.

Es evidente que nuestro actual modelo energético no las cumple, ya que es uno de los principales causantes del deterioro ecológico, que padecemos a nivel global, y es también causa directa e indirecta de grandes tragedias humanas (víctimas de la radiactividad liberada en accidentes nucleares y en las distintas fases del ciclo nuclear, damnificados por los efectos del cambio climático, desplazados por grandes embalses hidroeléctricos...). Tampoco es un modelo económicamente eficaz ya que depende fuertemente de grandes subsidios estatales y es además muy desequilibrado, puesto que no cuantifica ni incorpora los costes medioambientales y sociales que su uso implica.

¿Tiene cabida la energía nuclear en un modelo energético sostenible?

Actualmente, la energía nuclear proporciona el 7,6% de la energía primaria que se consume en el mundo, según datos de la Agencia Internacional de la Energía. A pesar de su escasa contribución a nivel global, su utilización ha provocado ya una serie de graves problemas medioambientales, sociales y económicos de trascendencia internacional.

La historia de la industria nuclear está plagada de accidentes que han venido a demostrar inequívocamente la peligrosidad de esta fuente de energía. El más grave hasta el presente, sin duda ha sido el ocurrido el 26 de abril de 1986, en el reactor número 4 de la central nuclear de Chernóbil (Ucrania), en el cual se fundió el núcleo del reactor y se liberaron al medio ambiente toneladas de material altamente radiactivo (yodo 131, cesio 134 y 137, estroncio 90 y plutonio 239). El accidente causó una nube radiactiva que afectó a grandes áreas de la antigua URSS y de Asia y a la mayor parte de Europa, alcanzando a España, especialmente a Cataluña y Baleares. La liberación de radiactividad superó los 50 millones de curios, una cantidad 200 veces mayor que la liberada conjuntamente por las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki en 1945. Sin embargo, la población existente

en un radio de 30 Km (unas 375.000 personas) fue evacuada varios días después de producirse el accidente.

Hoy día, un área de 160.000 Km² (el tamaño de Holanda) permanece fuertemente contaminada. Coincidiendo con el 14º aniversario del accidente de Chernóbil, la ONU publicó un informe donde se recapitulaba sobre sus devastadoras consecuencias. El número de personas afectadas se cifraba en unos 7 millones en las repúblicas de Bielorrusia, Ucrania y Rusia, de los cuales tres millones son niños. Todavía viven 1,8 millones en zonas contaminadas. Los muertos por la catástrofe se cifran ya en decenas de miles y su número seguirá creciendo durante años. El coste económico calculado para hacer frente en el futuro al tratamiento de los afectados por la radiación se cifra en más de 240.000 millones de euros. Sin duda, la catástrofe de Chernóbil ha dejado claro al mundo entero que las consecuencias ecológicas, sanitarias y económicas de un accidente nuclear son incalculables.

Por otro lado, la mera existencia de los residuos radiactivos demuestra otra faceta del fracaso medioambiental y social de la energía nuclear, así como la incapacidad de la propia industria nuclear que, desde sus inicios, ha generado irresponsablemente enormes cantidades de peligrosos residuos radiactivos sin saber qué hacer con ellos.

Desde que el uranio es extraído del suelo, produce, en cada etapa del ciclo nuclear, residuos radiactivos. La secuencia de operaciones interdependientes encaminadas a la producción de combustible para reactores nucleares se denomina ciclo del combustible. Aunque se puede encontrar uranio en pequeñas cantidades en casi todas partes, sólo en muy pocos lugares está lo suficientemente concentrado como para que su extracción resulte económicamente rentable. Aún en éstos, hay que remover ingentes cantidades de tierra para conseguir cantidades apreciables de mineral útil, lo que provoca la generación de grandes cantidades de residuos. Más del 99% del mineral extraído se convierte en residuo radiactivo o químicamente tóxico, conocido como estériles. Para conseguir una sola tonelada de mineral de uranio útil se generan varios centenares de toneladas de estériles que contienen cerca del 85% de la radiactividad total del mineral de uranio original. La inhalación de polvo y el gas radiactivo, radón, liberado en el proceso de extracción del uranio han causado altos porcentajes de cáncer de pulmón entre los trabajadores de esta minería.

Para concentrar el uranio suficientemente para su uso en la mayoría de los reactores nucleares, debe ser enviado a una planta de enriquecimiento. El enriquecimiento es un complejo y costosísimo proceso por el que se incrementa artificialmente el porcentaje del isótopo U-235, que es capaz de fisionarse, y en el que se genera

el cuádruple de residuos radiactivos que en el uranio útil. Una vez que el uranio ha sido suficientemente enriquecido, se envía a una planta de fabricación de combustible, último paso antes de ser utilizado en un reactor nuclear.

Dentro de éste tienen lugar una serie de reacciones nucleares que provocan que parte del combustible de uranio original se transforme en elementos extremadamente radiactivos, lo que convierte al combustible gastado (también llamado combustible irradiado) en un material sumamente peligroso, que emitirá una gran cantidad de radiactividad a lo largo de decenas de miles de años y cuyo simple contacto con un ser humano conduciría a éste a una muerte segura en un plazo de tiempo muy corto.

En algunos casos, el combustible irradiado no sufre más transformaciones y se considera ya residuo de alta actividad. En otros, los elementos gastados se mandan a una planta de reprocesamiento de combustible nuclear. Es un proceso muy contaminante que produce un volumen final de residuos radiactivos entre 160 y 189 veces mayor que el que entra inicialmente en el proceso. Los efluentes radiactivos son rutinariamente vertidos al medio ambiente. De este proceso surgen tres productos: residuos de alta actividad, uranio y plutonio (el material utilizado para la fabricación de bombas atómicas y cuya obtención no es posible en la Naturaleza).

La energía nuclear ha resultado un fracaso económico. Como opción tecnológica no ha superado la prueba de mercado, resultando una energía enormemente cara, incluso sin tener en cuenta los costes medioambientales y sociales que implica su uso. Estos costes externos siempre se han ignorado a la hora de calcular el verdadero coste del kilovatio-hora (kWh) nuclear, que, por el contrario, ha sido siempre fuertemente subvencionado. Esto ha llevado a que desde hace más de 20 años se estén abandonando en todo el mundo multitud de encargos y proyectos nucleares.

En la próxima década es de prever que este declive continuará y, a medida que la verdad sobre los costes económicos y medioambientales del desmantelamiento de instalaciones nucleares y de la gestión de los residuos radiactivos salga a la luz, es probable que esta tendencia a la baja se acelere mucho.

Así pues, los hechos vienen a demostrar que la energía nuclear, además de no ser rentable, ha producido ya buen número de problemas al medio ambiente: contaminación radiactiva asociada a la actividad normal en todas las fases del ciclo nuclear; numerosos accidentes nucleares, elevadas cantidades de peligrosos residuos radiactivos con los que no se sabe qué hacer... Ello nos lleva a concluir que la energía nuclear no tiene cabida en un modelo energético sostenible. ■



Hoy y mañana, energías renovables

Manuel de Delás

Secretario General. Asociación de Productores de Energías Renovables - APPA

Después de la *Cumbre de la Tierra* celebrada en Johannesburgo a finales de este verano es difícil hacer un balance de la situación actual de las energías renovables en España y abordar su proyección futura sin hacerlo con un gran angular, con cierta perspectiva, que nos aleje de los pequeños árboles domésticos que nos impiden ver el bosque de la situación energética mundial.

En la capital sudafricana ha quedado claro que el mundo necesita un nuevo modelo en diversos ámbitos pero especialmente en el energético. El actual, el que ha imperado en buena parte del siglo XX, basado en la combustión de fósiles con la muleta de la energía nuclear, no sirve para afrontar un desarrollo sostenible. Es responsable de una de las principales amenazas que se ciernen

sobre la humanidad, el cambio climático, y ha sido incapaz de abastecer a dos terceras partes de la Humanidad.

Sin el veto de la Administración norteamericana, apoyada por el cártel que forman los países de la OPEP, de Johannesburgo habría salido un mensaje unánime, concreto y cuantificado, para la promoción de las energías renovables no sólo en los países del tercer mundo que nunca

podrán –ni deben– imitar el modelo que en su día contribuyó al desarrollo del mundo industrial con un alto precio, sino también en nuestros privilegiados países. Efectivamente, es el momento de romper esquemas preestablecidos para consolidar un nuevo modelo energético, que fundamentalmente no cause tan graves perjuicios al medio ambiente y que no esté basado en la importación de materias primas de las que no disponemos y cuyo precio no controlamos. No por obvio, no por sencillo, este discurso deja de ser una realidad incuestionable salvo desde la defensa de intereses, que no son los de la sociedad actual, ni mucho menos los de las generaciones futuras. El planeta, la Unión Europa, nuestro país requieren ahorro, eficiencia y energías limpias y autóctonas.

Planteado el escenario vayamos al análisis de la situación en nuestro país pero no perdamos nunca la perspectiva general porque caeremos en la trampa de hacer más grandes las pequeñas pegas de la solución que los graves problemas a los que responde. De entrada, podemos señalar que España parte de una buena situación. En pocos sectores de futuro nuestro país figurará en una posición tan avanzada como lo está en el de las energías renovables. Somos la tercera potencia mundial, segunda europea, en energía eólica, tenemos una industria fotovoltaica de primera fila y recursos abundantes para todas las tecnologías renovables. Además, desde la Asociación de Productores de Energías Renovables - APPA siempre hemos mantenido que disfrutamos de un marco normativo adecuado –aunque mejorable por supuesto– basado en una política de Estado que han mantenido los sucesivos gobiernos para favorecer su desarrollo.

El Plan de Fomento de las ERs

Esa política culmina en el Plan de Fomento de las Energías Renovables aprobado por el Gobierno en diciembre de 1999, en el que se fijaban unos objetivos para cada una de las tecnologías, que deben contribuir

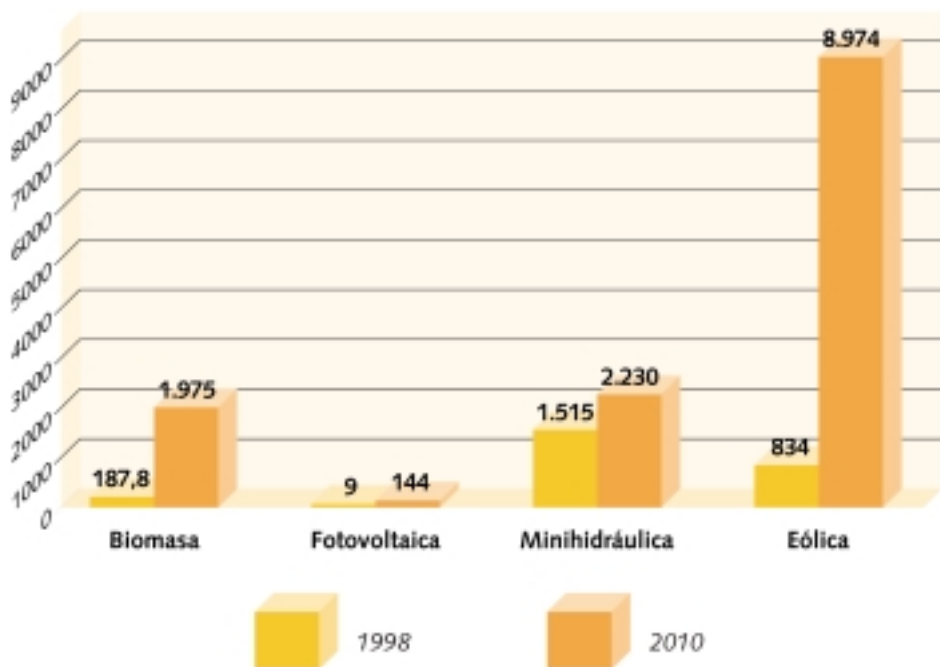
“Somos la tercera potencia mundial, segunda europea, en energía eólica, tenemos una industria fotovoltaica de primera fila y recursos abundantes para todas las tecnologías renovables”

a lograr que en el año 2010, el 12 por ciento de la energía primaria sea de origen renovable tal y como señala la Ley del Sector Eléctrico, el Libro Blanco europeo y la Directiva sobre promoción de renovables del pasado año 2001.

exterior padece de toda la Unión Europea, un 74 % en España frente a un 52 % en la UE. El elevado crecimiento de la demanda de los últimos años, por encima del 5 % anual, ha supuesto que esos objetivos se hayan quedado cortos para el fin que perseguían. Así, el Gobierno, en el Plan de Infraestructuras recientemente aprobado, prevé una potencia instalada en el año 2010 de 13.000 MW eólicos frente a los 9.000 contemplados en el Plan de Fomento.

Además de este incremento de la demanda, hoy debemos advertir que, con la tendencia actual, el Plan no se cumplirá. En tres tecnologías, ni siquiera ha comenzado a despegar. Es el caso de la biomasa (*cuadro 2, página siguiente*), que para alcanzar los 1.897 MW previstos para el 2010 tendríamos que tener instalados ya cerca de 600 y apenas llegamos a los

Gráfico 1.
Objetivos del Plan de Fomento de las ERs período 1998-2010 (fuente A.P.P.A.)
Potencia instalada en MW



Los objetivos reflejados en el *cuadro 1*, a nuestro entender modestos, no suponen una meta sino una etapa. Unos mínimos para ir aumentando el peso de las renovables en la cesta energética de nuestro país, uno de los que mayor dependencia

300 MW. Sin duda, éste es el gran yacimiento energético español. El campo no sólo debe ser concebido como nuestro dispensador de alimentos, sino que puede y debe ser una fuente energética básica, tanto para la elaboración de biocombustibles co-

Gráfico 2.
Biomasa (fuente A.P.P.A.)
Potencia instalada en MW

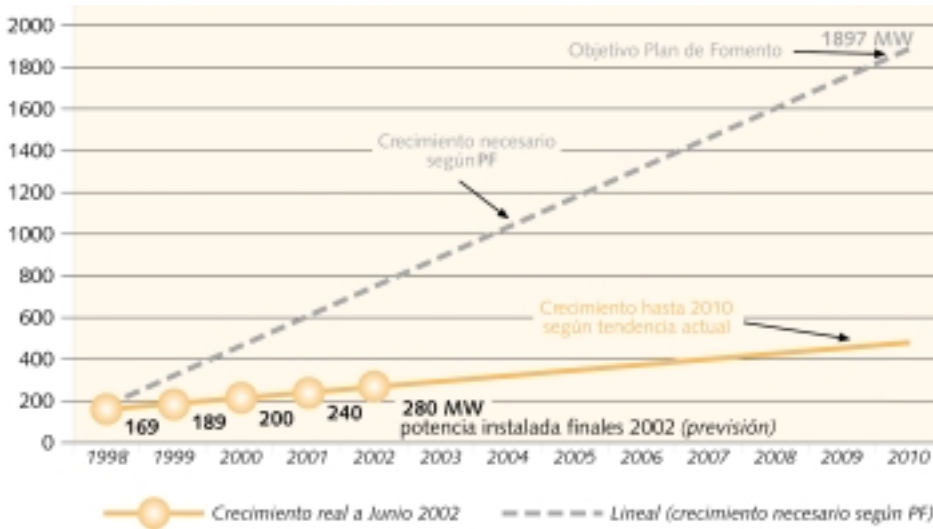


Gráfico 3.
Solar fotovoltaica (fuente A.P.P.A.)
Potencia instalada en MW

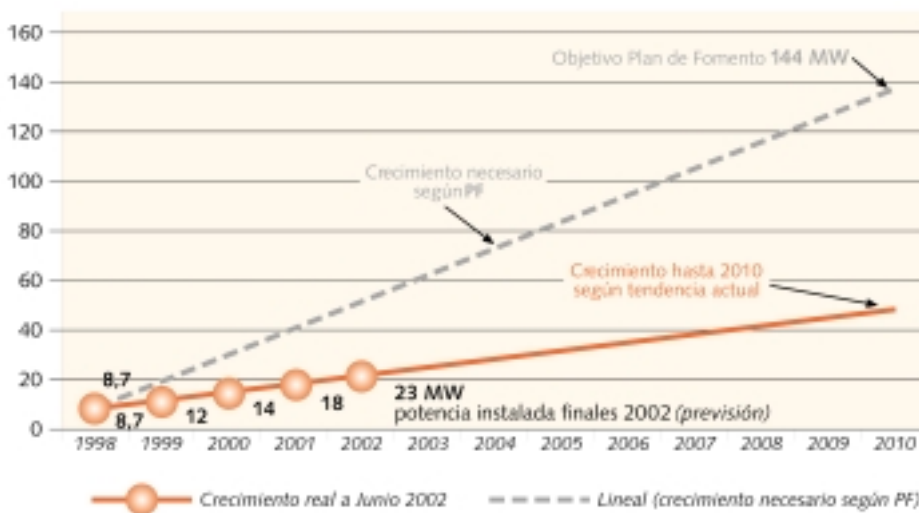
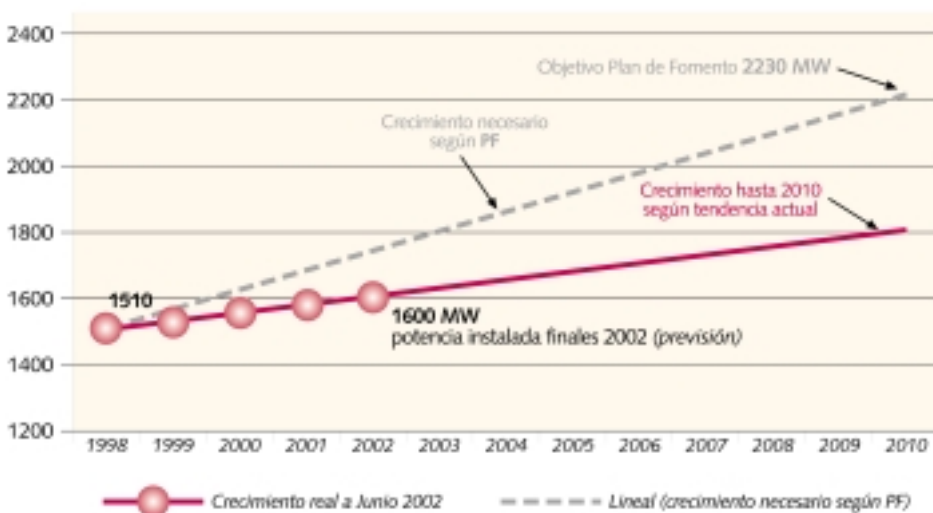


Gráfico 4.
Minihidráulica (fuente A.P.P.A.)
Potencia instalada en MW



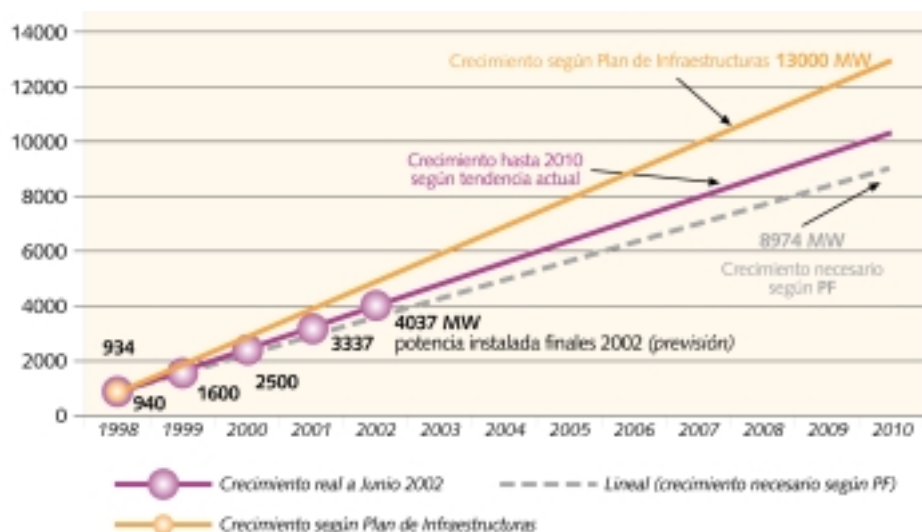
mo para proporcionar materia prima para la biomasa. Hoy, sin embargo, esta tecnología –estas y variadas tecnologías para ser más exactos– no está lo suficientemente retribuida como para hacerla rentable y desde la Asociación de Promotores de Energías Renovables - APPA venimos reclamando un incremento de los incentivos actuales. La biomasa además de todas las ventajas comunes a las energías renovables cuenta con el valor añadido de ser modulable.

En cuanto a la solar fotovoltaica, (gráfico 3) la evolución es similar y por tanto también está muy lejos del cumplimiento de estos objetivos. Esta tecnología requiere el apoyo de todas las Administraciones, especialmente las autonómicas y locales, para que se creen las condiciones adecuadas, de modo que los ciudadanos puedan acceder a la misma.

Por su parte, la energía minihidráulica, la más limpia de todas las tecnologías, según el estudio Impactos Ambientales de la Producción de Electricidad, lamentablemente se encuentra paralizada (gráfico 4), apenas se construyen nuevas minicentrales cuando el Plan de Fomento prevé la instalación de más de 700 MW aunque el recurso disponible, con el máximo respeto medioambiental a nuestros ríos, es superior a esa cifra.

En cuanto a la eólica (gráfico 5) que ha tenido hasta hace poco un desarrollo muy satisfactorio, que ha convertido a nuestro país en el segundo europeo en potencia instalada, por delante de Dinamarca -país pionero en esta tecnología-, en este momento se encuen-

Gráfico 5.
Eólica (fuente A.P.P.A.)
Potencia instalada en MW



tra con ciertos síntomas preocupantes de ralentización. En primer lugar hay que referirse a cierta idea preconcebida de que la eólica es un gran negocio, un "chollo" para algunos, cuando la realidad es que se trata de una actividad con unos márgenes muy estrechos, que requiere una gran inversión en capital y con un retorno a largo plazo.

Los gastos de los aerogeneradores por kW instalado no sólo han dejado de bajar sino que se han incrementado ligeramente, los costes de promoción han aumentado considerablemente con motivo de las enormes dificultades que encuentran los promotores en la tramitación de los proyectos y, sobre todo, los costes de conexión se han disparado. APPA ya advirtió que el número de MW instalados en el 2001 había sido inferior al del año anterior y ya podemos anunciar que los del presente ejercicio serán también menores que los del pasado año. El panorama se complica porque los parques, que quedan por hacer son los que tienen menos recurso, menos horas de viento, y por tanto serán menos rentables.

La vigencia del sistema de incentivos

Una de las claves para el desarrollo de la energía eólica, como años

antes de la minihidráulica, es sin duda el sistema de apoyo al precio de la energía renovable. Por algo los dos países que han mantenido este sistema, Alemania y España, figuran en cabeza del ránking eólico y un tercero, Dinamarca, fue por delante mientras lo mantuvo.



Foto cedida por APPA.

La justificación de este sistema de incentivos (precio fijo o precio de pool más prima) es incontestable, y quedó plasmada claramente en la intención de nuestros legisladores cuando la aprobaron por unanimidad en nuestro país. Dado que las energías convencionales no internalizan sus costes,

es necesario primar los costes ambientales evitados por el uso de energías renovables. El coste de estos incentivos es mínimo respecto a las ayudas y subvenciones directas o indirectas que reciben las tecnologías convencionales. Modificar este marco o rebajar mínimamente estos incentivos supondría renunciar al desarrollo de las energías limpias.

Las energías renovables son ya una realidad que dan trabajo en España a varias decenas de miles de personas, en las que hay invertidos más de seis mil millones de euros y en las que se tendrán que invertir en los próximos años más del doble de esa cantidad. Evitan la emisión de más de diez millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera, nos ahorran una importante factura exterior al no tener que importar combustibles fósiles, no generan re-

La aportación del ferrocarril a un consumo energético sostenible

Pedro Pérez del Campo
Gerente de Medio Ambiente. Renfe.

El ferrocarril ha demostrado ser el medio de transporte más acorde con el modelo de desarrollo sostenible, dado su bajo consumo energético, su capacidad para adaptarse a las fuentes de energía renovables y por sus mínimas emisiones contaminantes. Ahora el objetivo es lograr que resulte lo suficiente atractivo para atraer a los viajeros y al transporte de mercancías.

Resulta de sobra conocido que, tras la industria, el transporte ocupa el segundo lugar entre los sectores de actividad consumidores de energía en los países desarrollados. Además, el incremento de la movilidad en este entorno socioeconómico crece varios puntos por encima del crecimiento del propio PIB desde hace ya muchos años, no ob-

cos de un desarrollo sostenible) de este fenómeno son de sobra conocidas: dependencia del desarrollo económico de los vaivenes del mercado energético y fenómenos inflacionistas derivados, contaminación local, regional y global, etc.

En todo caso, conviene retener los factores que representan las causas de los efectos descritos y que, a modo de indicadores pueden ayudarnos a medir un determinado comportamiento energético (desde el nivel de un Estado hasta el de un sector o el de una determinada empresa) en términos de su sostenibilidad.

El primer indicador resulta evidente y mide el origen de la energía consumida, con independencia del propio nivel de consumo y, diríamos, que también de su lugar de generación: tanto por ciento de fuentes renovables respecto a otras fuentes.

A mayor porcentaje de renovables, los efectos ambientales serán menores, si bien el nivel de dependencia exterior puede ser alto. En el caso español, no obstante, dicha dependencia exterior -básicamente del petróleo- disminuiría notablemente al incrementar el porcentaje de renovables.



servándose señales de que esta tendencia vaya a aminorar a corto o medio plazo. Así las distancias con el sector industrial se van reduciendo progresivamente.

Las consecuencias económicas, sociales y ambientales (pilares bási-

El segundo indicador no es tan evidente y refleja la facilidad de uso de una energía determinada. Si se consume energía eléctrica se podrá optar más fácilmente al uso de fuentes renovables, que si sólo se consumen derivados del petróleo, al no existir otra opción: tanto por ciento de energía eléctrica respecto a otras fuentes.

El tercer, y último indicador, es tecnológico y cuantifica la eficiencia energética en nuestro consumo: de energía por habitante, por unidad producida o, en nuestro caso, por unidad transportada.

Si analizamos el comportamiento energético del sector del transporte desde la perspectiva de los modos que lo integran y considerando a Renfe como la empresa representativa del modo ferroviario (explota el 86% de la red ferroviaria de nuestro país y representa el 92% del tráfico de viajeros y el 96% del tráfico de mercancías), observaremos cómo la aportación del ferrocarril a un modelo de transporte sostenible, desde la perspectiva energética resulta insoslayable y con unas potencialidades aún mayores por explotar.

El papel de Renfe

En términos absolutos el sector del transporte consume aproximadamente el 33% de la energía total consumida en España. De dicho porcentaje Renfe, que transporta el 5% de los viajeros y el 4% de las mercancías, ha pasado de consumir el 1'07 del total del consumo del sector en 1997 a un 0'93% en el año 2000. Ello representa pues el 0'34% del total de la energía consumida en España.

Como, además el 65% del transporte de Renfe se realiza mediante motores eléctricos, puede concluirse que el consumo de Renfe implica el 1'17% de toda la electricidad consumida en España.

Si analizamos la eficiencia ener-

gética veremos que se ha pasado de una media de 393 KJ por cada Viajero + Tonelada - Kilómetro transportado en 1997 a los 356 KJ del año 2001, habiéndose registrado los avances más notables en el ámbito del tráfico de viajeros (377 KJ en 2001) y manteniéndose constantes las cifras del tráfico de mercancías (334 KJ en 2001).

Esto último implica que, a pesar de los innegables y loables esfuerzos tecnológicos en el transporte por carretera y por avión, realizados en los últimos años, en términos de eficiencia energética sigue existiendo una brecha notable. Así, para realizar una unidad de transporte, Renfe consume 4'5 veces menos que si ésta se traslada por carretera y hasta 30'6 veces menos, que si la movemos por avión.

Probablemente, la razón estriba en la congestión del tráfico, así como en la necesidad de incrementar la potencia de los motores y el peso del propio vehículo al incorporar nuevos sistemas de seguridad. Variables que, en el ferrocarril, no dependen del propio vehículo, sino de la gestión del tráfico en sí misma.

Todos estos datos justifican el por qué para transportar los ya citados 5% de todos los desplazamientos de viajeros y el 4% de todos los de mercancías, Renfe sólo es responsable del 1'7% de todo el CO₂ emitido por el sector del transporte y el por qué -por ejemplo- cada viajero que se desplaza en tren, en vez de utilizar su propio vehículo evita que se emitan 60 gramos de CO₂ por cada Kilómetro que recorra.

Visto este rendimiento parece oportuno plantearse cómo mejorar aún más en nuestro propio comportamiento energético.

Una primera medida es evidente: si conseguimos ofrecer un producto

de calidad, obtendremos nuevos clientes, que incrementarán la tasa de ocupación de nuestros trenes de viajeros y mercancías, reduciendo el consumo unitario. Este factor es compartido, lógicamente, por los otros modos de transporte.

Lo que ya no comparten los otros modos es la potencialidad derivada de nuestro consumo eléctrico, imposible -al menos a medio plazo- para ellos. Actualmente cada kilovatio consumido proviene, lo que depende de factores meteorológicos, de un 20% de producción hidroeléctrica, resultando el 80% restante una mezcla de fuentes termoelectricas y nucleares.

Algunas compañías ferroviarias europeas (por ejemplo, los SJ suecos



fueron pioneros) se están planteando aprovechar la liberalización del mercado eléctrico para exigir -como grandes consumidores- no sólo un mejor precio sino, también, un origen determinado y certificado, como tal por organismos externos a las propias compañías eléctricas.

Esta política, sin variar en absoluto la necesidad de seguir reduciendo el consumo específico y aumentando la eficiencia, podrá no sólo reducir las emisiones "estadísticas" de contaminantes sino, lo que es más importante, fomentar el interés de las compañías productoras por generar una mayor cantidad de energía, a partir de fuentes más "ecológicas" que las actuales. ■

Energías renovables para la actividad aeroportuaria

José María Guillamón

Jefe de la División de Medio Ambiente. Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea

Las energías renovables han dejado de ser una alternativa y en el año 2010 deberán suponer un 12% del consumo energético de la Unión Europea. Un sector clave por su elevado consumo energético es el transporte aéreo, donde la aplicación de estas energías es complicada al tener que garantizarse en todo momento el suministro eléctrico para que las operaciones aéreas se desarrollen en un entorno seguro.

La disponibilidad de energía es esencial para el crecimiento económico y el desarrollo social, pero su uso está también asociado a la contaminación atmosférica y a otros efectos nocivos para la salud y el medio ambiente. Las limitaciones de los sistemas energéticos en los próximos decenios, previsiblemente no se deberán al agotamiento de las re-

promover la producción y el consumo sostenible de la energía, de manera que permita compatibilizar el desarrollo económico y la conservación del medio ambiente. Entre las medidas encaminadas a fomentar la producción de energías de un modo sostenible se pueden destacar, el desarrollo de las fuentes de energía renovable y la adopción de tecnologías más eficientes. En este sentido, los países están introduciendo en sus políticas instrumentos, que permiten promover este tipo de energía, mediante incentivos económicos y ayudas para la investigación y desarrollo.

Los expertos coinciden en que se está llegando al límite de la capacidad de los ecosistemas para regenerarse de la contaminación producida por el hombre; por ello el desarrollo de las fuentes de energía renovable no es sólo deseable, sino que es necesario. Representa, además de una inversión para un mundo más saludable y limpio, una inestimable herencia para las generaciones futuras.

En el marco del Protocolo de Kioto y en sintonía con el objetivo establecido en el Libro Blanco de la Energía de la Comisión Europea, es necesario potenciar las energías re-



servas de combustible fósil, sino más bien a las cuestiones ambientales, sociales y geopolíticas planteadas por las pautas de producción y consumo.

Mediante la aplicación de políticas y medidas adecuadas se puede

novables de forma que en el año 2010, el 12% del consumo total previsto en la Unión Europea provenga de estas fuentes de energía. En nuestro país, la producción de este tipo de energías permitirá en los próximos ocho años evitar las emisiones de entre 30 y 40 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera, principal responsable del cambio climático.

El cambio hacia un sistema energético donde las energías renovables tengan un peso significativo parece inevitable, siendo una de las mejores alternativas posibles por su carácter de renovables, y por tanto inagotables, no contaminantes y de producción autóctona, garantizándose el suministro sin fluctuaciones en los costes de producción. Por otra parte, la importante demanda actual, esta dando lugar a una mejora de los equipos y a un abaratamiento en el coste del Kwh producido.

El transporte al igual que la energía, es un factor indispensable para la modernización y el desarrollo en el nuevo contexto mundial, ya que la competencia en los mercados internacionales depende de la capacidad de transportar los bienes de manera rápida y eficiente desde las instalaciones de producción hasta los centros de consumo.

Sin duda, las infraestructuras y los modos de transporte han desempeñado a lo largo de la historia una función primordial en el desarrollo social y económico de las civilizaciones, contribuyendo no solo al acercamiento de los pueblos, sino también al actual grado de prosperidad y calidad de vida que disfruta hoy nuestra sociedad, sin embargo, a veces, los avances tecnológicos llevan aparejados riesgos para el medio ambiente en forma de emisiones que contribuyen al calentamiento del planeta y a la contaminación de su atmósfera.

AENA, consciente de la necesidad de hacer compatible el desarrollo del transporte aéreo y la conservación del medio ambiente, definió

en 1998 una política medioambiental, implantando sistemas de gestión medioambiental en todos los centros operativos de su red, impulsando programas encaminados a la reducción de las emisiones contaminantes producidas por el consumo de la energía necesaria para la operación aeroportuaria. Estos programas se basan principalmente en actuaciones en materia de eficiencia energética y en la utilización progresiva de las energías renovables, enfocadas a potenciar la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el marco del Protocolo de Kyoto, y en sintonía con las políticas de reducción de emisiones promovidas por la Oficina Española de Cambio Climático.

No cabe duda que el uso de las energías renovables supone un cambio sustancial en la manera de entender la generación de energía en

“La energía eólica es ya la fuente de energía primaria en el aeropuerto de Las Palmas”

el mundo aeroportuario, donde la fiabilidad del suministro eléctrico es primordial para la seguridad en las operaciones de aterrizaje y despegue. En este contexto, aunque los aeropuertos tradicionalmente han sido instalados en lugares de baja intensidad de viento, ya que los antiguos aviones tenían serios problemas al aterrizar con viento cruzado, aeropuertos como los de las Islas Canarias, donde los vientos alisios proporcionan un potencial eólico elevado, se encuentran en un emplazamiento muy adecuado para el desarrollo de instalaciones de producción de energía eólica.

AENA, en sintonía con su política medioambiental, impulsó en 1999, un programa para la promoción de las energías renovables en los aeropuertos que gestiona. En este sentido, el aeropuerto de la Isla de La Palma ha sido pionero en el mundo en

el uso de la energía eólica como fuente de energía primaria, habiendo superado sin dificultad las severas restricciones que la Organización de Aviación Civil Internacional, agencia del Sistema de Naciones Unidas, impone a las instalaciones para que no interfirieran en las operaciones de aterrizaje y despegue. De esta forma, se evita el aporte a la atmósfera de una importante cantidad de dióxido de carbono.

Otros proyectos similares se están llevando a cabo en los aeropuertos de Tenerife Sur, Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote, siendo de destacar la importancia de impulsar el desarrollo de las energías renovables en una isla como Lanzarote declarada en 1994 Reserva de la Biosfera por la UNESCO.

Asimismo, se está promoviendo la instalación de paneles solares térmicos para la producción de energía para calefacción y agua caliente sanitaria, como es el caso de Palma de Mallorca en donde se ha instalado un importante sistema de paneles solares de más de cuatrocientos metros cuadrados.

En lo que respecta a la eficiencia y ahorro energéticos, AENA está elaborando un plan a largo plazo cuyo objetivo es lograr una uniformidad en las tasas de consumo eléctrico por pasajero en todos los aeropuertos de la red. Este plan incidirá principalmente en hacer que los sistemas sean más eficientes, adecuando además la arquitectura a las características bioclimáticas de su entorno.

Así pues, cualquier actuación planteada desde el respeto al medio ambiente requerirá alcanzar siempre un equilibrio entre el crecimiento de este modo de transporte y la protección de la calidad de vida en el entorno aeroportuario, sabiendo que la conservación de los valores naturales es una cuestión, que nos afecta a todos y que las acciones de hoy repercutirán de manera decisiva sobre nuestra calidad de vida en el futuro. ■



La construcción sostenible

Aurelio Ramírez

Presidente del Consejo de la Construcción Verde, España

La Construcción Sostenible se puede definir como aquella que teniendo especial respeto y compromiso con el medio ambiente, implica el uso eficiente de la energía y del agua, los recursos y materiales no perjudiciales para el medioambiente, resulta más saludable y se dirige hacia una reducción de los impactos ambientales.

El término de construcción sostenible abarca, no sólo los edificios propiamente dichos, sino también cuenta el entorno y la manera cómo se integran para formar las ciudades. El desarrollo urbano sostenible (urbanismo sostenible) tiene el objetivo de crear un entorno urbano que no atente contra el medio ambiente, y que proporcione recursos urbanísticos suficientes, no sólo en cuanto a las formas y la eficiencia energética y del agua, sino también para su funcionalidad, como un lugar que sea mejor para vivir.

La experiencia ha demostrado que no resulta fácil cambiar el sistema de construcción de los edificios y de gestionar su funcionamiento. Para ello debe romperse con la rutina y los hábitos adquiridos por décadas por el actual sistema de construcción que no ha tenido en cuenta el papel finito de los recursos naturales.

Esto conlleva un cambio en la mentalidad de la industria -y las estrategias económicas- con la finalidad de priorizar el reciclaje, re-uso y recuperación de materiales frente a la tendencia tradicional de la extracción de materias naturales y de fo-

mentar la utilización de procesos constructivos y energéticos basados en productos y en energías renovables.

Resulta evidente que con el actual ritmo de crecimiento demográfico, a pesar de la disminución en los últimos años de la tasa de crecimiento, continuamos creciendo año tras año a una velocidad que podría llegar a duplicar la población humana mundial antes de mediados del presente siglo. Una situación en que la actual utilización de los recursos naturales y del medio ambiente suponen una disminución del potencial de dichos recursos para las generaciones futuras.

Fenómenos como el cambio climático, el deterioro de la capa de ozono, la lluvia ácida, la deforestación o la pérdida de biodiversidad, parecen estar provocados por las actuales actividades industriales y económicas.

Sin embargo, es un error atribuir exclusivamente a la industria y al transporte el origen principal de la contaminación.

El entorno construido, donde pasamos más del 90% de la nuestra vida, es en gran medida culpable de dicha contaminación. Los edificios consumen entre el 20% y el 50% de los recursos naturales, dependiendo del entorno en donde están situados, siendo la construcción un gran consumidor de recursos naturales como; madera, minerales, agua y combustibles fósil.

Asimismo, los edificios, una vez construidos, continúan siendo una causa directa de contaminación por las emisiones que producen o el impacto sobre el territorio y son una fuente indirecta de contaminación por el consumo de energía y agua necesarios para su funcionamiento.

Al mismo tiempo tiene un impacto ambiental tanto por la utilización de materiales provenientes de recursos naturales, como por el uso de grandes cantidades de energía que se necesita para fabricar los productos de construcción finales (cemen-

“La calidad en la edificación es la clave para relanzar el mercado, mejorar las condiciones medioambientales y ahorrar recursos. Esta visión incluye tanto la energía, el agua y los materiales, como los sistemas o estrategias que inciden sobre el concepto global de calidad”

tos, aceros, manufacturas,...) y para su instalación en obra. No se pueden olvidar también los costes ecológicos que suponen tanto la extracción de los recursos minerales (canteras, minas, etc.) como la deposición de los residuos originados en su fabricación



Foto cedida por Z3

e instalación en obra, que abarcan desde las emisiones tóxicas a las posibles contaminaciones de las aguas superficiales por vertidos y de las subterráneas por parte de los lixiviados de los vertederos. Al final de su vida activa, también los edificios originan una gran cantidad de residuos.

En muchos edificios modernos se producen ambientes interiores insalubres y/o peligrosos para sus ocupantes, y en una parte significativa de los edificios nuevos o rehabilitados aparece el denominado "síndrome del edificio enfermo" (enfermedades respiratorias, propagación a los ocupantes de las enfermedades de otros,...).

Criterios de sostenibilidad

La aplicación de los criterios de sostenibilidad, que lleva a una utilización racional de los recursos naturales disponibles para la construcción, requerirá realizar unos cambios importantes en los valores que ésta tiene como cultura propia. Estos principios de sostenibilidad, llevan hacia una conservación de los recursos naturales, una maximización en la reutilización de los recursos, una gestión del ciclo de vida, así como una reducción de la energía y agua global aplicados a la construcción del edificio y a su utilización durante su funcionamiento.

Lo hecho, hecho está, y del pasado deben extraerse conclusiones que impidan perpetuar los errores al tiempo que dar continuidad a los aciertos; pero con voluntad se pueden (y deben) minimizar determinados impactos nocivos. Así, se debe considerar la vivienda, no como un elemento aislado, sino inseparable de su entorno e interrelacionado con la política de desarrollo del suelo, en el marco de la construcción de la ciudad.

La sociedad debe sentir la necesidad de recuperar el concepto de ciudad próspera y cohesionada de manera que mejorando su integración en el territorio y el medio natural se reduzca su impacto ambiental.

Para ello, hay que tener en cuenta algunos aspectos, como el planea-

miento urbano, la reducción de las demandas derivadas del transporte, el ahorro de agua y energía, el tratamiento de los residuos, de forma especial los materiales de construcción, la mejora del medioambiente interior de los edificios, el mantenimiento de las viviendas existentes y/o rehabilitación de las mismas, la utilización de nuevos materiales constructivos bajo el concepto de sostenibilidad, etc...

La sostenibilidad tiene en cuenta los efectos que la construcción producirá en las personas que viven y/o trabajan en los edificios. Así, pues, se trata de avanzar en instrumentalizar una serie de principios como, por ejemplo:

- Conservación de recursos (materiales, agua, energías).
- Principio de las tres "R": reciclar, recuperar, re-usar.
- Análisis de la gestión del ciclo de vida de las materias primas utilizadas, con el objetivo de reducir la generación de residuos y de emisiones GEI.
- Uso racional de la energía.
- Uso racional del agua.
- Incremento de la calidad y salud de vida para el usuario / propietario y la comunidad en la que se asienta (urbanización).
- Protección general medioambiental del entorno en el que se asienta.

La Construcción Sostenible pretende conceptualmente racionalizar, ahorrar, conservar y mejorar. A grandes rasgos los requisitos que deben cumplir los edificios sostenibles incluyen un consumo racional de la energía y del agua a lo largo de su ciclo de vida, la utilización de materiales no dañinos con el medio ambiente y materiales de las tres "R", la minimización de residuos durante la construcción y el ciclo de vida, el uso racional del suelo e integración natural en el entorno o la satisfacción de las necesidades presentes y futuras de los usuarios / propietarios (flexible, adaptable y con calidad intrínseca).

Minimizar el impacto

Una estrategia óptima para minimizar el impacto ambiental es utilizar soluciones que disminuyan de manera equilibrada los efectos que los materiales producen sobre el medio ambiente, es decir, sobre el consumo de energía para producirlos e instalarlos, los residuos que ellos generan cuando se fabrican y luego se instalan en obra y la contaminación directa e indirecta que producen, como por ejemplo:

- Re-uso de los edificios existentes cuando se realizan demoliciones o grandes reformas, mantener en donde resulte razonable algunos o la mayoría de los elementos que se in-

dican a continuación: cimentación y estructura, cubierta y fachada, particiones, suelos elevados y falsos techos,....

- Enviar a recuperar y/o reciclar los residuos generados durante la construcción como: madera, asfalto, hormigón, ladrillo y bloque, yeso-cartón, metales, papel y cartón, impermeabilizantes, plásticos...

- Elegir materiales que sean recuperados o restaurados como suelos de madera, paneles de madera, puertas y marcos de madera, mamparas y mobiliario, tejas, ladrillo y elementos decorativos como frentes de chimeneas, herrajes, y aparatos de iluminación antiguos.

- Elegir materiales que tengan contenidos en reciclados, post-consumidor o post-industrial como: yeso-cartón, paneles acústicos de falso techo, placas de suelo elevado, acero, hormigón,...

- Elegir materiales de origen local o regional, en un radio razonable desde el centro de la obra, en términos de coste del transporte y lo que supone esto de emisiones de GEI.

- Elegir materiales para el edificio que sean rápidamente renovables como corcho, bambú, vinilo, chopo, pinos de rápido crecimiento,...

- Elegir los productos en madera que procedan de bosques certificados como explotaciones sostenibles para elementos definitivos del edificio.

- Elegir pinturas, imprimaciones, moquetas, adhesivos y aislantes y maderas compuestas sin Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

Desde la redacción del proyecto de los edificios se puede controlar en gran medida el consumo energético final que inicialmente va a tener. Posteriormente, en el funcionamiento de los edificios tendrá una gran importancia la gestión de la energía, la intervención de los usuarios y el mantenimiento.

Para llevar a cabo un uso eficien-



Foto cedida por Z3

te de la energía y de su conservación habría que considerar los siguientes aspectos en la construcción de los edificios:

- Aislamientos y protecciones contra la radiación solar en fachadas y cubierta.
- Empleo de luz natural para disminuir el uso de la eléctrica y utilización de sensores de luz.
- Uso de equipos y sistemas electromecánicos que sean eficientes energéticamente.
- Uso de energías renovables para una parte de la energía consumida por el edificio: solar térmica, fotovoltaica y empleo de células de combustible.
- Instalación de sistemas de seguimiento y verificación para los consumos energéticos de todo el edificio.
- Instalación de controles digitales directos para la temperatura, humedad e iluminación en la mayoría de los espacios.
- Instalación de controles del nivel de CO₂ para que el nivel de ventilación se adecue al de la ocupación del edificio.

Por último resaltar que si realizamos un edificio cumpliendo los mínimos de las normas existentes, hacemos el peor edificio que la ley nos permite.

La máxima por la que se rigen las actuaciones del Consejo de la Construcción Verde, es hacer edificios sostenibles que sean mejores que los edificios actuales y cuesten menos de construir y mantener. Esto lo logra el Consejo y sus miembros con el planteamiento global de todos los aspectos sostenibles del mismo y se apoya en herramientas de análisis y modelización por ordenador del edificio y sus características. En definitiva, hacer mejores edificios es la clave para relanzar el mercado, mejorar las condiciones medioambientales interiores y exteriores y ahorrar recursos.

Consejos para una casa ecológica

1. Es importante un correcto emplazamiento de la vivienda. Evitando zonas industriales de gran contaminación atmosférica, muy ruidosas, cercanas a grandes líneas de alta tensión o cuyo subsuelo esté recorrido por venas de agua subterránea o fallas geológicas. Resulta decisivo el estudio geobiológico de un terreno antes de construir una vivienda.

2. La vegetación abundante, tanto en el exterior como en el interior de la casa, permite disminuir los efectos de la contaminación atmosférica, los ruidos, etc. y ayudan al confort térmico, climático y de correcta humedad relativa ambiental. La NASA ha realizado estudios sobre

“Los edificios consumen entre el 20% y el 50% de los recursos naturales según su entorno, siendo la construcción un gran consumidor de recursos naturales como la madera, determinados minerales, el agua y la energía”

plantas en el interior de los edificios, y se ha observado el efecto descontaminante, al eliminar en pocas horas, en más de un 80%, sustancias tan tóxicas como el benceno y el tricloroetileno.

3. El diseño bioclimático de la vivienda y la correcta orientación solar, es importante para que regule correctamente los cambios climáticos y de temperatura, manteniendo un perfecto confort térmico y ambiental sin gastos energéticos adicionales, al tiempo que se mantiene una correcta renovación del aire, respetando la respiración del edificio por todos sus poros (paredes y techo) y evitando los aislamientos de poro cerrado y las pinturas plastificantes.

4. Los materiales de construcción deberían ser lo más naturales y ecológicos posible evitando materiales tóxicos, radiactivos, que generen gases o electricidad estática (como sucede con los plásticos, lacas y fibras sintéticas). Los ladrillos cerámicos, la piedra, la madera, las fibras vegetales, el adobe de tierra y los morteros con abundante cal son preferibles al hormigón armado con mucho hierro, al aluminio, al PVC, o al exceso de cemento y aditivos químico-sintéticos en las construcciones.

5. Hay que procurar que las pinturas que sean naturales o al menos no tóxicas o con supuestos efectos alérgicos. Existe en el mercado una amplia gama de pinturas ecológicas. Se recomiendan como las más sanas las pinturas al silicato, por ser totalmente minerales, resistentes al fuego o a la contaminación, lavables, no tóxicas, de gran durabilidad y permitir respirar a las paredes.

6. Para el mobiliario y la decoración interior son preferibles la madera y las fibras naturales. Evitar los muebles y maderas aglomeradas con formaldehidos y colas tóxicas, así como tratamientos de protección de la madera que contengan lindano o pentaclorofenos (altamente tóxicos).

7. La correcta ventilación permitirá evitar problemas de acumulación en la vivienda de elementos tóxicos o radiactivos (como el gas radón). Incluso en los meses de invierno es importante la correcta ventilación de la vivienda.

8. El ahorro energético: electricidad, gas, agua, etc. son premisas indispensables para una casa sana, tanto para sus moradores como para el entorno. El medio ambiente merece un serio y responsable respeto en el que todos debemos colaborar con los granitos de arena, que suponen nuestras acciones personales. ■

Tendencias tecnológicas en el sector energético

Juan Antonio Cabrera Jiménez
CIEMAT

La Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial (OPTI) ha editado recientemente una serie de siete publicaciones donde se presentan cuales serán las Tendencias Tecnológicas que van a marcar el futuro de algunos de los principales sectores de actividad de la economía española.

desarrollo, en función de las oportunidades para la innovación que presentan, el papel que pueden jugar para dar respuesta a las necesidades futuras de la sociedad y la posición en que se encuentra nuestro país para afrontar su desarrollo.

Opti y el programa de prospectiva español

OPTI nace en 1997 por iniciativa del entonces Ministerio de Industria con el objetivo de generar una base de información y conocimiento sobre la evolución de la tecnología para facilitar a la Administración y a las empresas la toma de decisiones en el diseño de sus políticas tecnológicas. Para ello el observatorio desarrolla actividades de prospectiva y vigilancia tecnológica, ayudando a identi-

ficar aquellas tecnologías emergentes que deben impulsarse en nuestro país. En diciembre de 1999 se constituye la Fundación OPTI bajo el protectorado del Ministerio de Ciencia y Tecnología, pasando así a tener entidad jurídica propia. Desde sus inicios, se estructura como una red de Centros con capacidad tecnológica propia, cada uno de los cuales aporta sus competencias específicas para desarrollar sus actividades de prospectiva y se responsabiliza de los trabajos en su sector.

La prospectiva constituye un proceso desarrollado para analizar el futuro a largo plazo de la ciencia y la tecnología con el objetivo de identificar las oportunidades que pueden aparecer como respuesta a las necesidades de la sociedad. Permite desarrollar una visión compartida por

Los sectores analizados han sido: Agroalimentación, Energía, Medio Ambiente Industrial, Químico, Transporte, Tecnologías de Diseño y Producción y Tecnologías de la Información y la Comunicación. Para cada uno de estos sectores junto a las tendencias se han determinado aquellas tecnologías consideradas como críticas para su

los expertos, que participan en los ejercicios sobre cuales serán los posibles escenarios tecnológicos futuros, identificando las acciones que es necesario realizar hoy para que ese futuro sea lo más favorable posible.

OPTI es responsable del Programa de Prospectiva Tecnológica de España, en cuya primera fase se han desarrollado veintiséis estudios en los sectores de actividad citados anteriormente, que han sido recogidos en tres informes sobre el futuro tecnológico en el horizonte del 2015.

Estudios de prospectiva realizados en el sector de la energía

Dentro de la serie de estudios desarrollada por OPTI, el sector de la energía ha sido responsabilidad del Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), que entre los años 1999 y 2001 ha realizado tres estudios para disponer de una panorámica del sector energético en nuestro país construida sobre la base de las opiniones de los expertos que desarrollan sus actividades en este campo.

Como objetivo del primer estudio se seleccionaron las "Energías Renovables" en base a que es el subsector que tiene el mayor reto respecto a innovación tecnológica y desarrollo de mercado en España. El estudio se desarrolló entre julio de 1998 y febrero de 1999 sobre temas relacionados con las tecnologías de aprovechamiento de recursos renovables más significativas hoy día, particularizado para cada una de ellas: biomasa, solar térmica, solar fotovoltaica, eólica y minihidráulica. Los objetivos del estudio consistían en detectar la situación actual de nuestro país respecto a las tecnologías emergentes en estos subsectores, y así identificar las oportunidades de mercado futuras para nuestra indus-

tria y las medidas que deberían tomarse con objeto facilitar el desarrollo de los temas propuestos, solventando así las posibles limitaciones existentes para el desarrollo.

Durante el período 1999-2000 se abordó un estudio con los objetivos de detectar las posibilidades tecnoló-

"Los estudios en el sector de la energía, como los realizados por OPTI, han utilizado una misma metodología basada en la utilización de un cuestionario Delphi"

gicas existentes en el sector de la "Conversión de Combustibles Fósiles". Se trataba de identificar tecnologías emergentes para aumentar la eficiencia energética disminuyendo la cantidad de energía que es necesario consumir por unidad económica producida (intensidad energética), tecnologías capaces de producir energías más limpias reduciendo la cantidad de CO₂ emitido por unidad de energía utilizada (intensidad de carbón) y tecnologías que permitan capturar y almacenar para su elimi-



Foto cedida por APPA

nación el CO₂ de las emisiones antes de alcanzar el medio ambiente.

Para completar una visión prospectiva integrada del sector energético, se abordaron en el tercer estudio las tendencias en "Transporte, Distribución, Almacenamiento y uso Final de la Energía" con el objetivo de evaluar la capacidad de las tecnologías existentes para mejorar la economía

y flexibilidad del uso energético, identificar tecnologías emergentes que permitan la optimización del transporte y operación de los sistemas eléctricos, que son capaces de mejorar los actuales sistemas de distribución de energía para adaptarlos a los nuevos requerimientos y tecnologías para el almacenamiento de la energía, que tendrán una incidencia decisiva en la integración de las energías renovables y la regulación del sistema eléctrico. Se incluyeron también en el estudio tecnologías para favorecer el uso eficiente de la energía en los sectores residencial y terciario, el transporte y en el sector industrial.

Metodología

Los estudios en el sector de la energía, al igual que todos los realizados por OPTI, han utilizado una misma metodología basada en la utilización de un cuestionario Delphi. En este cuestionario se propone a los participantes un conjunto de temas como hipótesis de futuro, y se les pregunta su opinión sobre una serie de variables relacionadas con la importancia y el impacto que tendrían si se cumplieren, el intervalo temporal en que se espera que ocurra su desarrollo, la posición de España con relación a otros países de nuestro entorno, las barreras actuales existentes y las medidas que deben ponerse en marcha para conseguir su materialización. La característica del

método Delphi es que los participantes pueden variar sus respuestas en una segunda ronda del cuestionario en función de las opiniones recogidas. De esta forma, se obtiene como resultado una opinión del grupo y se conoce el grado de consenso existente sobre el tema planteado.

La gran cantidad de información sobre el futuro recogida en los tres

estudios de prospectiva fue analizada y sintetizada por un grupo de trabajo formado por expertos del sector energético procedentes del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE, y del Ministerio de Ciencia y Tecnología, MCYT, junto con el soporte del equipo de prospectiva del CIEMAT, bajo la coordinación de OPTI. De esta forma se incorpora la opinión de los expertos del IDAE y del MCYT a los resultados finales del proceso de prospectiva permitiendo obtener una visión integrada del sector en un horizonte temporal a medio plazo, estableciendo cual es la posición de España, las metas que resulta posible alcanzar y las barreras, para poder elaborar recomendaciones de actuación.

El grupo de trabajo determinó cuáles eran los factores comunes detectados en cada uno de los estudios, que marcaban los diferentes caminos posibles para el desarrollo tecnológico. De esta forma, surgían una serie de líneas con característi-

Para seleccionar cuáles de estas tecnologías podían ser consideradas críticas se realizó un análisis de cada una de ellas, teniendo en consideración los resultados obtenidos en los estudios respecto a las posibilidades de España para contar con la capacidad científica y técnica necesaria pa-

“La liberalización del mercado eléctrico y los condicionantes medioambientales dibujan un escenario futuro orientado a la diversificación energética basada en la utilización de fuentes de energía renovables”

ra abordar su desarrollo, y las oportunidades para innovación, comercialización o producción que presentaba, tomando como referencia el entorno europeo. De esta manera, la relación entre la posición de España y el atractivo de las tecnologías permitía realizar un proceso de

que pueden suceder y que, según el momento en que ocurran o la velocidad con que se desarrollen, tendrían efectos decisivos sobre las tendencias y por tanto sobre la materialización de las tecnologías.

Para cada una de las tecnologías se han seleccionado los correspondientes indicadores, es decir factores numéricos que permitan disponer de información cuantitativa relativa al grado de cumplimiento del tema. Se trata de contar con información de origen estadístico o datos relacionados con una determinada tecnología que permitan seguir el acercamiento o alejamiento de nuestro país en relación con el grado de implementación alcanzado por las tecnologías identificadas como críticas. Cada uno de los indicadores aparece asociado a la tecnología cuyo desarrollo intenta medirse y serán objeto de seguimiento periódico por parte de OPTI.

Tendencias tecnológicas

Como resultado de los trabajos citados anteriormente se identificaron las siguientes tendencias y tecnologías:

- *Diversificación energética mediante el uso de las energías renovables.*

La liberalización del mercado eléctrico junto a los condicionantes medioambientales dibuja un escenario futuro orientado a la diversificación energética basada en la utilización de fuentes de energía renovables y configurando un sistema eléctrico en el que los centros de generación se sitúan en zonas cercanas a los puntos de consumo. La construcción de instalaciones comerciales, el despegue del sector industrial y el aumento de su presencia en el mercado requiere conseguir una reducción de los costes actuales de inversión que permita,

- la construcción de centrales solares termoeléctricas en configuración híbrida, central electrosolar con



Foto cedida por APPA

cas parecidas que convergían en grandes tendencias. Dentro de estas tendencias se encuentran agrupadas las tecnologías que realizan funciones similares y que corresponden a métodos de producción o productos que pueden funcionar conjuntamente.

comparación en el que se destacaban las tecnologías consideradas más importantes para el futuro del sector.

Hay que tener en cuenta a la hora de evaluar los posibles escenarios de futuro, la existencia de “acontecimientos críticos”, es decir factores

apoyo de combustibles fósiles, o solo solar de colectores distribuidos,

- la implantación de parques eólicos comercialmente competitivos conectados a la red,

- la utilización de grandes turbinas con potencias entre 1 y 3 Mw para producir mayores niveles de energía utilizable y de nuevos diseños de aerogeneradores sin caja de multiplicación y generadores sincros multipolos,

- el desarrollo de módulos fotovoltaicos basados en células de lámina delgada con nuevos materiales con mejores rendimientos y así menor coste que los actuales,

- utilización de sistemas de concentración fotovoltaica para disminuir el área de la célula y obtener mayor rendimiento, disminuyendo así el precio del kilovatio producido.

La integración de los sistemas renovables en la red eléctrica se materializará respecto a la biomasa en la utilización de cultivos agroenergéticos en combinación con residuos agroforestales para producir calor y electricidad. Se generalizará el uso de biogas procedente de vertederos como fuente energética y se aumentará el aprovechamiento de los pequeños saltos hidráulicos con el desarrollo de turbinas que minimicen el impacto medioambiental.

La integración de módulos fotovoltaicos en edificios conectados a la red o en sistemas aislados junto con el desarrollo de componentes fotovoltaicos adaptados a usos específicos potenciará su despegue comercial en el sector de la edificación, unido a la utilización generalizada de sistemas solares para suministro de agua caliente sanitaria en viviendas unifamiliares o en instalaciones centralizadas en urbanizaciones, centros comerciales e industriales, etc.

- *Descentralización: Sistemas distribuidos de energía eléctrica.*

La tendencia a la implantación de sistemas descentralizados de

energía eléctrica modificará el modelo de generación de la red de distribución actual disminuyendo las inversiones requeridas para nuevos tendidos eléctricos y permitiendo el aprovechamiento de sistemas auto-productores.



Foto cedida por APPA

Junto a las energías renovables, los sistemas de cogeneración basados en utilizar el calor producido en la combustión para generar simultáneamente electricidad y otra forma útil de energía térmica, vapor o agua caliente, permitirán aumentar significativamente la eficiencia en los procesos de los sectores industrial o terciario.

“La generación de hidrógeno, producido a partir de combustibles fósiles o por electrólisis, podría basarse en utilizar las energías renovables para descomponer el agua o por procesos fotoquímicos”

Las pilas de combustible constituyen uno de los sistemas más prometedores en cuanto a alternativa de futuro, por su alta eficiencia y mínima contaminación ambiental, para la generación distribuida de electricidad a escala industrial y para producir electricidad y calor en los hogares.

Los problemas planteados por los sistemas descentralizados y la necesidad de mantener la calidad del suministro requieren contadores bidireccionales que permitan discriminar entre la energía producida o consumida añadiendo nuevas funciones a

las disponibles hoy en día. La capacidad de las redes de transporte para responder a la demanda exigirá el desarrollo de dispositivos basados en electrónica de potencia para controlar el flujo de corriente en las redes facilitando la operación.

- *Tecnologías de almacenamiento y transporte de energía.*

El desarrollo de tecnologías de almacenamiento con mayor capacidad para almacenar energía, menor tiempo de respuesta, más eficaces que las actuales, y económicamente más competitivas, jugará un papel importante en el futuro modelo de suministro de electricidad. La posibilidad de utilizar hidrógeno como un medio para almacenar y transportar energía, el llamado vector energético, requiere disponer de sistemas que permitan su almacenamiento basados en depósitos criogénicos con mejores propiedades de aislamiento o en el desarrollo de tecnologías basadas en hidruros, nanotubos y compuestos de carbono. La generación de hidrógeno, producido hoy

a partir de combustibles fósiles o por electrólisis, podría basarse en utilizar las energías renovables para descomponer el agua o mediante procesos fotoquímicos. La implantación de estos sistemas impulsaría el papel de las renovables en el sistema eléctrico evitando el carácter intermitente de estos recursos.

Los sistemas de almacenamiento basados en desarrollos avanzados de baterías convencionales permitirán regular la potencia requerida por la red contribuyendo a la calidad de servicio demandada por los usuarios. La aparición de volantes de inercia convencionales o basados en superconductores significará un avance importante en aplicaciones de reposición de servicio, que continuará a largo plazo con los anillos basados en superconductores de alta temperatura que permitan almacenar la energía como campo magnético sin pérdidas.

Tecnologías más eficientes para reducir los costes de transporte en las redes eléctricas gracias a la utilización

diseño de la red eléctrica actual.

• *Tecnologías de uso limpio de combustibles fósiles para generar electricidad.*

La necesidad de cubrir la creciente demanda energética nos llevará a

“La eficiencia energética como utilización óptima de recursos energéticos es clave para reducir el consumo implantando hábitos más racionales de consumo, introduciendo mejores sistemas de gestión y mejorando el rendimiento de los equipos”

seguir recurriendo a combustibles fósiles sobre la base de su disponibilidad frente a otros combustibles, pero cumpliendo con el requisito de eliminar los impactos medioambientales ligados a su utilización. La necesidad de nuevas tecnologías limpias en las nuevas plantas energéticas para responder a las normativas de reducción de emisio-

plantas de uso limpio, que utilizarán calderas de carbón pulverizado con cámaras de combustión presurizada y los desarrollos en tecnologías de licuefacción y gasificación a costes competitivos con los actuales.

El control de las emisiones se basa en la implantación en los nuevos proyectos de centrales de sistemas, que eliminan los óxidos de nitrógeno o en el aprovechamiento de los combustibles pobres mediante la combustión en lecho fluidizado. Minimizar el impacto ambiental mediante el desarrollo de técnicas eficaces para capturar y almacenar el dióxido de carbono emitido.

El desarrollo de centrales avanzadas basadas en la incorporación de sistemas expertos en las plantas para así simplificar la operación mejorando su eficiencia y aumentando el rendimiento o en la utilización del gas natural para alimentar turbinas en centrales de ciclo combinado aprovechando el calor residual en un generador de vapor para producir más electricidad aumentando la eficiencia térmica. La repotenciación de plantas energéticas, modificando el sistema de combustión existente o mediante la introducción de sistemas que mejoren el rendimiento, es una técnica factible y disponible comercialmente para mejorar la efectividad de las plantas existentes. La incorporación de mejores tecnologías de catálisis aumentando la eficiencia de los procesos, implica una mejor comprensión de su desarrollo y mayores conocimientos que los actuales.

El objetivo de mejorar la eficiencia puede conseguirse alimentando las turbinas con gases pobres enriquecidos en hidrógeno abriendo el camino a la utilización de combustibles que hoy no resultan rentables. Una opción a largo plazo es el desarrollo de turbinas que utilizan directamente hidrógeno como combustible, lo que requerirá importantes avances en materiales.



Foto cedida por APPA

de nuevos materiales para cables y aislantes junto con la aplicación de los avances en materiales superconductores de alta temperatura en el diseño de nuevas aplicaciones e instalaciones configuran el cambio de

nes, requerirá disponer de plantas de demostración que permitan integrar distintas tecnologías y estudiar su eficiencia global.

Los requerimientos normativos y legales implicarán el desarrollo de

- *Diversificación energética en el sector transporte.*

El sector transporte, con un crecimiento continuado, requiere una revolución impulsada por su influencia en la calidad ambiental, ligado a nuevas tecnologías de propulsión que fomenten la diversificación energética. Además de la reducción de peso gracias a la utilización de materiales más ligeros y a la miniaturización de componentes, la alternativa que se vislumbra más cercana a los motores de combustión convencionales son los automóviles eléctricos, con baterías recargables, y los vehículos híbridos, utilizando electricidad con apoyo de un motor convencional, sobre todo en las denominadas flotas cautivas.

Los biocarburantes, bioetanol y biodiesel se emplearán como sustitutos de la gasolina y del gasóleo en los sistemas de transporte alcanzando cuotas de penetración en el mercado superiores al 2%.

Las pilas de combustible de tipo polimérico para automoción, consiguiendo rebajar los precios actuales y el empleo del hidrógeno combinado con gasolina, etanol o gas natural como sustituto de productos petrolíferos, reflejan nuevamente el futuro papel que puede jugar el hidrógeno como vector energético. Este papel requerirá disponer de sistemas de repostado con costes que permitan su penetración comercial.

El hidrógeno se utilizará como sustituto de los productos petrolíferos en los motores de combustión interna contribuyendo a la reducción de las emisiones.

- *Eficiencia energética.*

La eficiencia energética como utilización óptima de los recursos energéticos es un factor clave para reducir el consumo mediante la implantación de hábitos más racionales de consumo, la introducción de mejores sistemas de gestión y la mejora del rendimiento de

los equipos. Los consumos de energía en el sector residencial y terciario pueden reducirse significativamente mediante el uso de sistemas de iluminación con lámparas de bajo consumo y sensores que permitan definir el ambiente luminoso deseado así como sistemas de climatización más eficientes y autoregulables. La arquitectura bioclimática integra nuevos productos en los edificios lo que supone un factor muy importante en el ahorro energético al que se suma el que puede alcanzarse utilizando electrodomésticos de bajo consumo y la introducción de buenas prácticas de uso.

El peso sobre el consumo final de la energía del sector transporte puede reducirse actuando sobre los hábitos de los usuarios mejorando las



Foto cedida por APPA

prestaciones de los sistemas de transporte colectivo para disminuir el uso del vehículo privado, reduciendo el consumo específico de los automóviles, mejorando la eficiencia de los vehículos pesados para el transporte de mercancías por carretera y aumentando la diversificación de los sistemas de propulsión.

Con respecto al sector industrial, las actuaciones para disminuir la intensidad energética se basan en los sistemas de cogeneración, produciendo calor y electricidad, formando parte de un proceso de generación distribuida y la toma en consideración de criterios medioambientales para la toma de decisiones sobre la incorporación de nuevos productos en la industria estableciendo un sis-

tema global de gestión energética, que abarca desde el aprovisionamiento en función de los precios para cubrir sus necesidades hasta conseguir el máximo aprovechamiento de los residuos generados.

Estos resultados configuran una visión de futuro que permite enfocar las acciones a realizar hoy para que podamos afrontar en las mejores condiciones los retos que nos esperan.

Conclusión

En esta primera fase del Programa de Prospectiva desarrollado por OPTI se ha conseguido movilizar a más de 5.000 expertos, obteniéndose un índice de respuesta del 32%, lo que avala plenamente la información obtenida y homologa el Programa español con los mejores ejercicios de prospectiva realizados en otros países.

Estos documentos de tendencias intentan servir de base a los procesos de toma de decisiones, en la planificación estratégica institucional y empresarial. Lo que se pretende es que las personas implicadas en estas actividades conozcan cuáles son las actuaciones que pueden realizar hoy, dónde dirigir los esfuerzos y cómo establecer prioridades canalizando los recursos disponibles en I+D+I para conseguir una posición más competitiva en su entorno de actuación.

Bibliografía

- *Los tres Informes de Prospectiva Tecnológica Industrial y los documentos de tendencias en cada uno de los distintos sectores se pueden encontrar en formato electrónico en la página de publicaciones de la web de OPTI:*

<http://www.opti.org/publicaciones.htm>

Escenarios energéticos. La encrucijada española.

Emilio Menéndez Pérez

Dr. Ingeniero de Minas. Profesor UPM y UAM. COFIS- Medio Ambiente

El cambio climático, el encarecimiento de los combustibles fósiles y la necesidad de un modelo de desarrollo sostenible que permita el acceso a la electricidad a todos los seres humanos hacen necesario un cambio en la actual política de consumo energético, sin que ello suponga una limitación al crecimiento económico. Nuevas políticas de transporte, el gas natural, las energías renovables y los biocombustibles líquidos pueden ser las claves para un uso más eficiente de la energía.

La sociedad vive en general confiada en que la energía comercial es abundante, no tiene por qué encarecerse de forma significativa y que los problemas ambientales derivados de los usos energéticos son controlables.

Energía, aspectos críticos

Frente a esto hay posiciones críticas que van calando en nuestra sociedad y que se pueden centrar en dos aspectos básicos:

- el cambio climático es un fenómeno crítico que debería modelar nuestros esquemas energéticos, derivarlos hacia modelos de menor aporte de carbono a la atmósfera, y esto hacerlo lo más pronto posible.

- la disponibilidad de combustibles fósiles es amplia en teoría, pero el coste de su adquisición grava ciertas economías de forma significativa. Un previsible encarecimiento de esos combustibles situaría en muy malas condiciones de viabilidad a un buen número de países.

Todo ello sin olvidar que una parte importante de la Humanidad no tiene acceso a la energía comercial.

Usos energéticos

La energía se une al desarrollo económico: hay una cierta relación entre el consumo energético, el crecimiento de la economía y la creación de empleo. Una clave de futuro está en reconducir el esquema, aunque no es nada fácil. Nos hemos convertido en una sociedad en que todo se mueve y en ese movimiento reside la actividad económica, pero también el consumo de energía. Revisemos cuatro conceptos al respecto.

- **Transporte.** Tanto de personas como de mercancías. Supone ya más de un tercio del consumo energético total, y camina a ser la mitad de éste. Es una actividad energéticamente ineficiente. Se utiliza la carretera, en vez del ferrocarril o el barco, pero además el automóvil tiene un

rendimiento de menos del 20%. En España hay que señalar a este respecto: la pérdida del ferrocarril y el gran número de personas que viven de la carretera, pues somos el quinto fabricante de automóviles, en buena medida dirigidos a la exportación, aunque una buena parte del empleo se relaciona con esta industria; somos el segundo país en volumen económico de turismo, el que se identifica con la movilidad, pero además crea un gran número de puestos

de trabajo: el 10% del total español.

- **Servicios y usos domésticos.** Suponen una buena parte del consumo de electricidad, que además resulta creciente. Aumenta el número

Figura 1. Distribución de inversiones en el sistema energético

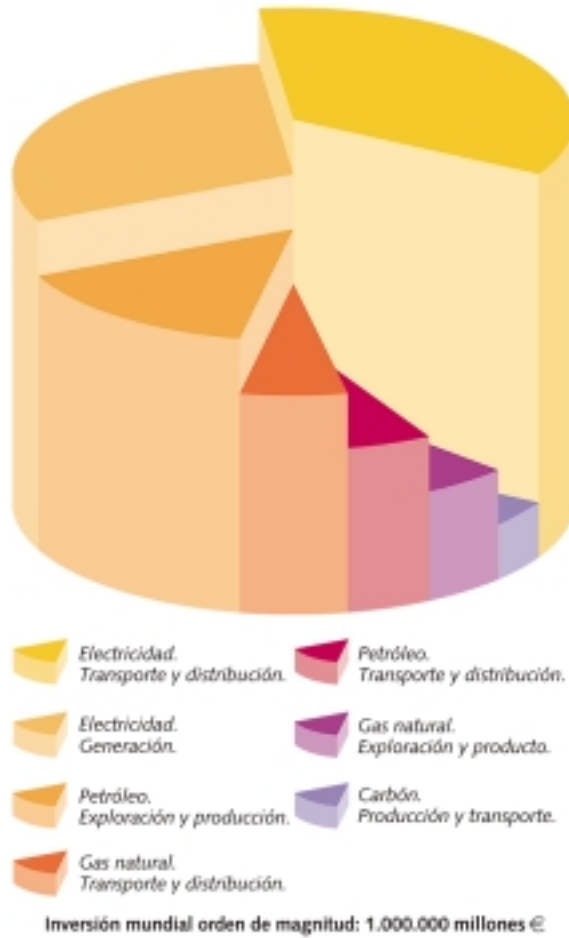
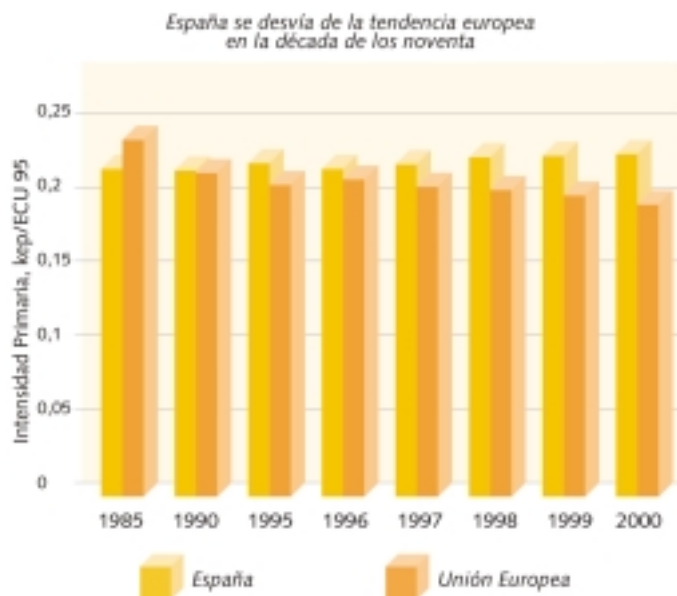


Figura 2. Evolución de la intensidad energética



Se estima que casi 2.000 millones de personas no disponen de conexión a redes eléctricas. El desarrollo sostenible exige el acceso de esas personas a la energía y a otros servicios como el agua o la sanidad y a la educación, tal cual nos recuerda la Cumbre de Johannesburgo.

En este contexto surgen debates con propuestas de cambio, algunos de los cuales se analizan aquí pensando en el caso español, pero sin olvidar que la energía se encuentra en un ámbito progresivamente globalizado. Se busca llegar a modelos en los cuales se potencie la eficiencia energética y la utilización de vectores de bajo o nulo contenido en carbono, aunque no siempre se trabaja con firmeza al respecto.

Esos modelos, en la opinión de científicos y técnicos, podrían plasmarse en realidades en tres o cuatro décadas, mientras que a corto plazo se tendrían escenarios de transición. Un aspecto crítico con respecto a estas capacidades de actuación es el volumen de las inversiones en nuevos esquemas; la energía es un servicio intensivo en capital. Se estima que en la actualidad el orden de magnitud de la inversión mundial en un año promedio es de un billón, millón de millones, de euros, si se tratara de crear y mantener un servicio energético razonable. (Fig. 1).

Un cambio drástico hacia unos modelos energéticos más asumibles, ambiental y socialmente, implicaría un esfuerzo económico importante,

que es preciso plantear a la sociedad para entre todos encontrar soluciones factibles y rápidas, tanto para los países desarrollados como para aquellos con escasez de recursos.

de emplazamientos para prestación de servicios, sean éstos necesarios o suntuarios. El turismo y la diversión los demandan, pero también ciertas necesidades sociales. Las viviendas tienden a ser unipersonales o poco más y la cifra global de electrodomésticos crece. En España hay que volver a citar el turismo, pero también el hecho de que sólo una de cada diez viviendas dispone de aire acondicionado.

- **Industria.** Fue el gran consumidor en décadas pasadas. En la actualidad la industria básica se desplaza hacia países en vías de desarrollo. El caso del aluminio en Brasil es muy significativo. Es llamativo el incremento de consumo de artículos de usar y tirar: papel, celulosa, vidrio, aluminio, plástico, etc, que tienen una fuerte componente energética. En España hay una componente importante de industria básica: acero, cemento, aluminio, más otras ligadas a la construcción, cerámica por ejemplo, todas ellas de fuerte consumo energético.

- **Ciudades y áreas metropolitanas.** La Humanidad se concentra en espacios urbanos de forma progresiva, en ellos la demanda de transporte y servicios es la mayor componente del sistema energético; se camina hacia que la mitad de la demanda energética se concentre en estos espacios. En el VI CONAMA se tratará de forma específica este tema.

La demanda de energía primaria en España sobrepasa los 125 millones de tep, algo más del 1% mundial. Las tres cuartas partes de esa energía proviene de suministros externos. El ahorro y la gestión de la demanda de energía se nos presenta como el aspecto más importante en los modelos de futuro. Es necesario un diálogo social y un presupuesto participativo en todas las cuestiones energéticas y ambientales, para mejorar los modelos de consumo y para asumir esquemas de abastecimiento energético. No olvidemos además

que la intensidad energética ha crecido sensiblemente en los últimos años, sobrepasando la media europea (Fig. 2).

Sistema eléctrico

La electricidad consume un tercio de la energía primaria en el mundo desarrollado, pero por el contrario, tal como se ve en la fig. 1, implica dos tercios de las inversiones totales en el sistema energético. Esto induce a varios hechos sobre los cuales reflexionar:

- las tremendas dificultades de los países en vías de desarrollo para hacer llegar la electricidad a la totalidad de sus ciudadanos. La privatización buscaba entre otros hechos incrementar la capacidad de inversión en el servicio eléctrico,

“Hay posibilidades de inducir políticas y culturas de menor uso del automóvil privado, de reducir su uso en las ciudades, mejorando la calidad de vida en éstas, lo que reduciría sensiblemente el consumo energético y las emisiones de CO₂”

- la tendencia a buscar tecnologías de generación de baja inversión específica, que implican, por otro lado, una dependencia del gas natural o de los derivados del petróleo. La fig. 3 compara niveles de inversión por unidad de potencia instalada,

- las dificultades para hacer avanzar de forma rápida a las energías renovables, ya que éstas suponen un rango de inversión mayor que el correspondiente a varias opciones convencionales.

Los sistemas eléctricos se estructuraron en un marco regulado a lo largo de la segunda mitad del siglo XX. Las necesidades de elevadas inversiones: energía hidráulica, centrales de carbón y nucleares, obligaban al “reconocimiento de la inversión”,

característica básica de la regulación. La liberalización se ha unido de forma preferente a la generación con gas natural, que implica menores inversiones específicas.

El gas natural tiene la ventaja de que su emisión de CO₂, menos de 400 gr/kWh, es más pequeña que la correspondiente al carbón, del orden de 1,2 kg/kWh. Pero la tendencia a ubicar varios grupos de ciclo combinado juntos, y próximos a los núcleos urbanos, introduce un problema de concentración de emisiones (CO y NO_x) en esos entornos, que ya soportan los mismos contaminantes procedentes de la automoción.

Combustible para transporte

El transporte, en el caso español, consume dos tercios de los derivados del petróleo, incluyendo aviación y transporte por carretera, fig. 4. Supone ya un tercio de las emisiones de CO₂, y en su crecimiento previsto radica el aspecto más crítico de nuestro incumplimiento de los compromisos de Kioto.

Hay posibilidades de inducir políticas y culturas de menor uso del automóvil privado, de reducir su uso en las ciudades, mejorando la calidad de vida en éstas, lo que reduciría sensiblemente el consumo energético y las emisiones de CO₂. La introducción de biocombustibles en automoción no contabiliza sus emisiones por la consideración de ciclo cerrado de carbono para la biomasa. Otra posibilidad es consumir gas natural, con tecnologías ya utilizadas, que reducen un tercio las emisiones específicas de CO₂.

En el futuro, más allá de la década que se contempla en los análisis convencionales, las celdas de combustible permitirán el uso de hidrógeno procedente del gas natural, de los bioalcoholes, o hidrógeno de electrólisis del agua con energía eólica, como vector energético de cero carbono.

Gas natural

La evolución del esquema energético se puede plantear en base a desarrollar el uso del gas natural, sustituyendo en buena medida a otros vectores primarios. En España se asume una penetración fuerte que pudiera apuntar hacia dos esquemas de evolución de la demanda, la cual recordemos en la actualidad se acerca a los 20 billones, miles de millones, de metros cúbicos, bcm.

- El previsto, que significa una lenta introducción de las centrales de ciclo combinado. Supondría algo menos de 40 bcm en el año 2010 y unos 60 bcm en el año 2020.

- Otro de fuerte penetración, que incluiría una mayor presencia de ciclos combinados, cogeneración, y sobre todo uso del gas natural en transporte. Este podría llevarnos a una demanda de 40 bcm en el año 2010 y a 80 bcm en el año 2020.

La primera cuestión es disponer de infraestructuras de llegada de gas natural, tanto mediante gasoducto: la conexión con Francia, el actual desde Marruecos y el que previsiblemente unirá Argelia con el Sureste de España, como de plantas de regasificación para metaneros, las existentes: Barcelona, Cartagena y Huelva, y las proyectadas: Sagunto, Ferrol y Bilbao; a las que añadir la portuguesa de Sines. Existen críticas sobre la idoneidad de ubicación de alguno de los proyectos o la falta de previsión de futuro. Sería deseable una mayor información y un diálogo social al respecto, ya que no parece que con el listado anterior se

Figura 3.
Inversión específica en generación eléctrica convencional

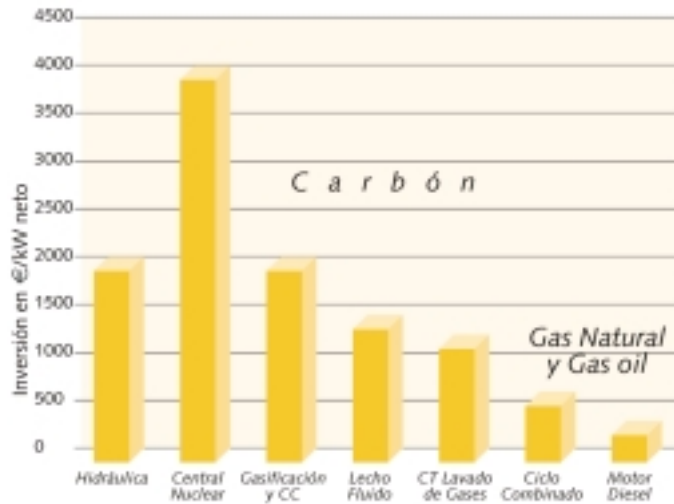
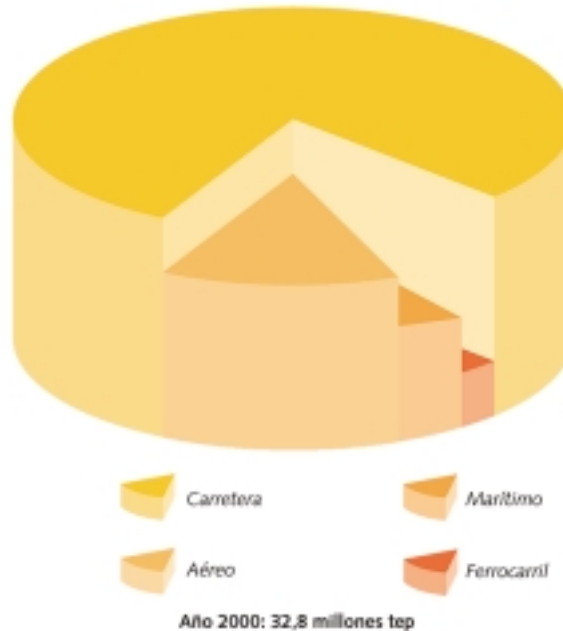


Figura 4.
Consumo energético en transporte en España



pueda llegar a alcanzar una importación de 60 bcm.

La segunda cuestión es la procedencia del gas, hoy desde Argelia se reciben dos terceras partes del consumo, y del conjunto de países islámicos provienen las cuatro quintas partes. Este hecho incide en la política exterior española en el Norte de Africa, donde llegar a una solución de consenso entre Argelia, Marruecos y España, con el conflicto saharauí de fondo, no parece nada fácil. Hacia el futuro el esquema no cambiará mucho, la llegada de combustible a través de los gaso-

ductos europeos previsiblemente será poco relevante, lo que nos trae una llamada de atención sobre esa dependencia concentrada.

- La hipotética salida de gas natural de Asia Central a través de un puerto turco abriría las puertas a un nuevo origen, que por otro lado es donde se encuentran las mayores reservas conocidas de este combustible en el mundo.

- La posibilidad de traer gas de países de América Latina debería ser considerada, en un marco de buen acuerdo para los países de ambos lados del océano. Aunque existen dudas de que las reservas allí disponibles permitan previsiones a lo largo de varias décadas

Todo esto, si no aparecen nuevos datos, muestra el carácter de puente del gas natural, disponible para dos a cuatro décadas. En la segunda mitad del siglo XXI, o antes, habrá que disponer de otras alternativas energéticas.

Energías renovables

Han estado presentes siempre en el esquema energético, el desarrollo eléctrico en España y en otros países ha estado ligado a la hidráulica. Ahora es preciso reflexionar cómo pueden entrar de forma significativa las otras energías renovables.

- **Eólica.** Ha mostrado que con primas asumibles en el sistema eléctrico crece a buen ritmo hacia el futuro. En España habrá que resolver problemas de transporte de electricidad y otros más complejos de disponibilidad de potencia rodante pa-

ra suplir los periodos de bajo viento. Así se podría pensar en sobrepasar los 13.000 MW que indica CNE en su previsión de infraestructuras para el año 2010. Si hubiera un convencimiento general a favor de la eólica se podría llegar en el año 2020 a unos 30.000 MW de potencia instalada, lo cual supondría del orden del 20% de la demanda eléctrica.

- **Solar.** La extensión de los paneles de agua caliente podría ahorrar más de un 10% del consumo energético en edificios de uso público y privado.

La alternativa termoeléctrica parece que puede desarrollarse con la aplicación de la prima ya aprobada de 12 cts de euros/kWh, valor mayor que el correspondiente a la electricidad eólica pero asumible por el sistema, sobre todo teniendo en cuenta que es electricidad que se genera en la punta de demanda del mediodía. Se debería llegar en veinte años a unos 5.000 MW de potencia instalada para suplir esa punta.

La fotovoltaica, aunque incrementara sensiblemente la potencia instalada, por ejemplo, multiplicar por diez las previsiones del Plan de Fomento de las Energías Renovables, seguiría siendo testimonial en el sistema eléctrico. Es preciso, no obstante, potenciar la investigación para dar validez futura a esta alternativa.

- **Electricidad de biomasa.** No se extiende con fuerza, ya que salvo en casos especiales es una solución compleja, la cual precisaría un análisis individualizado en sus aspectos medioambientales y económicos, de primas y dimensionado.

- **Biocombustibles líquidos.** Es una opción frente al crecimiento de la demanda de derivados del petróleo para automoción; se han instalado dos plantas industriales de producción de bioalcohol. La Comisión Europea propone que en el año 2010 un 6% del combustible

de automoción provenga de la biomasa. En el caso español supondría del orden de un millón de tep. Estamos lejos, pero eso es posible y, por añadidura, crearía un significativo volumen de empleo en el entorno rural.

“Si no se actúa desde la Administración es previsible que la intensidad energética siga aumentando. Caminaríamos así a un escenario de derroche energético”

Es necesario, no obstante, estudiar cuestiones importantes. En primer lugar que la producción de biocombustibles líquidos se una a materias primas autóctonas. En esta línea es necesario desarrollar tecnología propia, tal cual está haciendo en la actualidad CIEMAT. Parece que en España es más fácil y competitiva la producción de alcoholes que aceites. Si esto fuera así habría que tenerlo en cuenta en el direccionado del parque automovilístico, quizás hacia vehículos de menor cilindrada y con motores gasolina-alcohol.

En cualquier caso parece lógico que se redefiniera el Plan de Energías Renovables, recogiendo sus condicionantes y particularidades auto-

“Las inversiones necesarias para el abastecimiento de energía primaria, llegada de gas natural y mejoras en el refinado de petróleo deberán ser significativas en esta década”

nómicas y con la incorporación de la Universidad y los Agentes Sociales en la discusión y elaboración del mismo. Deberíamos buscar una menor dependencia energética del exterior, creación de tecnología y empleo y reducir nuestras emisiones de CO₂.

Condicionantes económicos

El sistema energético, como se indicó, es intensivo en capital. La traslación de la *figura 1* al caso español da un orden de magnitud de inversión en torno a 5.000 millones de euros anuales, aunque puede cambiar en función de la opción energética que se elija. La capacidad de inversión tiene límites, y eso afecta al elegir alternativas de cambio. Hoy una serie de empresas españolas tienen “obligación” de invertir en países donde se han ubicado para mantener el servicio energético.

Las inversiones necesarias para el abastecimiento de energía primaria, llegada de gas natural y mejoras en el refinado de petróleo deberán ser significativas en esta década. Se podrían cifrar en un tercio de las totales. Pero por un lado deberían proporcionar un esquema más equilibrado del suministro de combustibles, y por otro, incidir en la penetración del gas natural como combustible de automoción. La producción de biocombustibles líquidos requiere un esfuerzo inversor moderado.

Donde aparecen las cuestiones más críticas es en el sistema de generación eléctrica. El gas natural aparece como la alternativa de menor inversión específica para desarrollar y cambiar el sistema eléctrico; en ello se basa el reciente documento aprobado por el Gobierno, Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas 2002-2011, que da niveles de inversión más bajos que cualquier otro planteamiento. En ese documento se incluyen 12.000 millones de euros en energías renovables, casi un tercio de las que contempla esa planificación.

Las energías renovables para generación de electricidad precisan altas inversiones si se quiere que su penetración sea elevada; para producir un 10% de la electricidad que consumimos se necesitan 10.000 millones de euros con eólica o

60.000 millones de euros con fotovoltaica. Por ello parece lógico fomentar aquellas vías que pueden dar participación a los ciudadanos, a pequeña escala económica individual, en el desarrollo de los proyectos. En Alemania más de la mitad de la inversión en parques proviene de pequeños ahorradores, que tienen así acceso a esa buena rentabilidad futura que significa la energía eólica.

Pero otras alternativas, como la nuclear, que se proponen desde ciertas instancias, requieren también inversiones elevadas, del orden de 3.500 euros/kW neto. En la *fig. 5* se ve la comparación de inversiones para obtener 1.000 kWh/a con energía nuclear y eólica de dos tipos: terrestre de 1.000 euros/kW neto u "off shore" de 1.500 euros/kW neto. El hecho de que el potencial eólico en el Golfo de Cádiz y en el Mediterráneo proporcione amplias zonas con recurso igual o superior a 2.500 horas anuales a plena carga justifica un amplio plan de acción al respecto.

Escenarios de evolución energética

La evolución del sistema energético español indica en primer lugar un elevado índice de dependencia exterior, lo que significa un riesgo para nuestra economía, tal y como se dibuja hoy el escenario geopolítico mundial, así como también la propia estructura de actividades de nuestro esquema económico: turismo, construcción, servicios y movilidad.

Figura 5. Inversión en Eólica y Nuclear para 1000 kWh/año

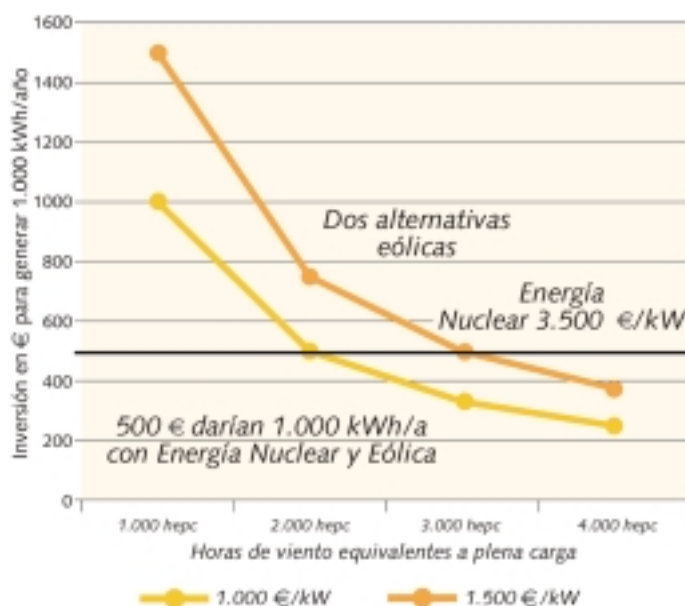
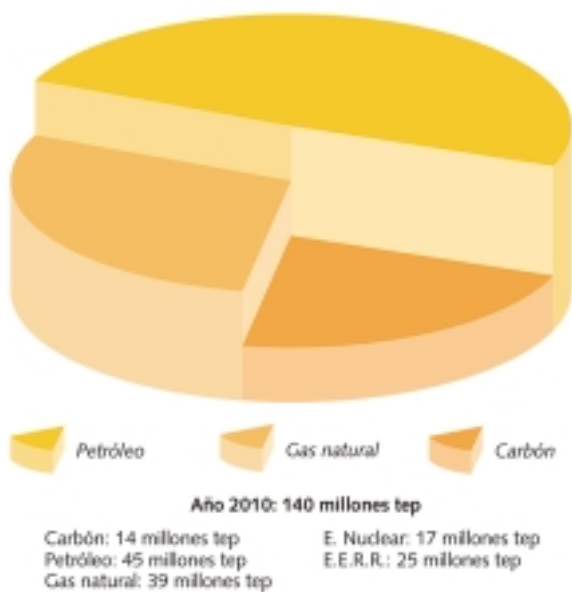


Figura 6. Emisiones de CO₂ en un escenario acorde con Kioto



Si no se actúa desde la Administración es previsible que la intensidad energética siga aumentando. Caminaríamos así a un escenario de derroche energético, en el cual las emisiones de CO₂ superarían de una forma amplia los 300 millones de t que nos marca el Compromiso de Kioto, que trasladado al caso español, nos situaría entre 370 y 400 millones de t en el año 2010. Es el escenario convencional, en el cual el aumento de la generación de electricidad con

gas natural y eólica corrigen el sistema eléctrico, y alivian el global, donde el transporte será el gran emisor.

Se puede pensar, en un extremo opuesto, en el escenario que nos llevaría a cumplir con los acuerdos derivados de Kioto, para lo cual sería preciso:

- un plan de ahorro y uso eficiente de la energía, con objetivos firmes y concretos, que se podrían validar con la evolución de la intensidad energética

- reducción de la utilización del vehículo privado, para uso individual, en las ciudades: desarrollo del transporte público

- utilización del gas natural en todos los vehículos de transporte público urbano: autobuses y taxis

- fomento del transporte peninsular de mercancías por ferrocarril. Mejora de las infraestructuras

- mayor desarrollo de la energía eólica, 20.000 MW en el año 2010. Más de 3.000 MW de solar termoeléctrica en esa fecha

- producción de 1 millón de tep de biocombustibles líquidos en el año 2010.

Todo esto daría un esquema de consumo energético como el que se sugiere en la *fig. 6*, al que es no fácil llegar, pero si posible; aunque esa evolución, que se dibuja con un incremento del consumo energético del 1% anual, menor que el actual, puede afectar a la actividad económica y al empleo, por lo que deberían analizarse con tiempo y con la participación de los diferentes agentes sociales.

La Energía en la Red

Hemos seleccionado una serie de páginas web que ofrecen información sobre los diferentes aspectos relacionados con la energía. En la mayoría de ellas encontrarás otros enlaces de interés que te permitirán profundizar en la información que necesites.

ORGANISMOS INTERNACIONALES

CME / Consejo Mundial de la Energía	www.worldenergy.org
IEA / Agencia Internacional de la Energía	www.iea.org
OCDE / Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico	www.oecd.org
UNFCCC / Convenio Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas	www.unfccc.de
IAEA / Agencia Internacional de la Energía Atómica	www.iaea.org
UIE / Unión Internacional de Electrotécnia	www.iue.org
WEEA / Asociación Mundial para la Eficiencia Energética	www.weea.org

ORGANISMOS EUROPEOS

Parlamento europeo	www.europarl.eu.int/home/default_es.htm www.europarl.es
Comisión europea	www.europa.eu.int/comm/index_es.htm
EUROSTAT / Oficina Estadística de las Comunidades Europeas	www.europa.eu.int/comm/eurostat
Energía	www.europa.eu.int/comm/energy/index_es.html
Energía y transportes	www.europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/index_es.html
Políticas energéticas	www.europa.eu.int/po/ener/index_es.htm
AEMA / Agencia Europea de Medio Ambiente	www.eea.eu.int
COGEN / Asociación Europea para la Promoción de la Cogeneración	www.cogen.org
EUROFORES / Foro europeo para las energías renovables	www.eurofores.org
AGORES / Centro de información y portal de las energías renovables de la UE	www.agores.org
EURELECTRIC / Unión de la industria eléctrica	www.eurelectric.org
EUROGAS / Unión de la Industria del Gas	www.eurogas.org
FORATOM / Forum Atómico Europeo	www.foratom.org
FEDARENE / Federación Europea de Agencias Regionales de Energía y Medio ambiente	www.fedarene.org

ORGANISMOS ESPAÑOLES

Ministerio de Economía	www.mineco.es
Ministerio de Ciencia y Tecnología	www.mcyt.es
Ministerio de Medio Ambiente	www.mma.es
IDAE / Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía	www.idae.es
CIEMAT / Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas	www.ciemat.es
CDTI / Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial	www.cdti.es
CSIC / Consejo Superior de Investigaciones Científicas	www.csic.es
CNE / Comisión Nacional de Energía	www.cne.es
INE / Instituto Nacional de Estadística	www.ine.es
CSN / Consejo de Seguridad Nuclear	www.csn.es
OMEL / Compañía Operadora del Mercado Español de Electricidad	www.omel.com
REE / Red Eléctrica de España	www.ree.es
UNESA / Asociación Española de la Industria Eléctrica	www.unesa.es
FAE / Foro de la Industria Nuclear Española	www.foronuclear.org
APPA / Asociación de Productores de Energías Renovables	www.appa.es
ASENSA / Asociación Española Empresas Energía Solar y Alternativas	www.asensa.org
CENSOLAR / Centro de Estudios de la Energía Solar	www.censolar.es
PSA Plataforma Solar de Almería	www.psa.es

AGENCIAS REGIONALES

EREN / Ente Regional de la Energía de Castilla y León	www.jcy.es/jcyl-client/jcyl/cict/eren
EVE / Ente Vasco de la Energía	www.eve.es
FAE / Fundación Asturiana de la Energía	www.faeen.info
ICAEN / Institut Català d'Energia	www.icaen.es
INEGA / Instituto Enerxético de Galicia	www.inega.es
ITER / Instituto Tecnológico y de Energías Renovables	www.iter.es
SODEAN / Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía	www.sodean.es

ASOCIACIONES ECOLOGISTAS

World Watch Institute	www.worldwatch.org
Instituto de Recursos Mundiales	www.wri.org
Amigos de la Tierra	www.tierra.org
Ecologistas en Acción	www.ecologistasenaccion.org
Greenpeace	www.greenpeace.es
WWF/Adena	www.wwf.es

Centenario de la Real Sociedad Española de Física. 1903-2003

La reunión fundacional de la *Sociedad Española de Física y Química* tuvo lugar el 23 de enero de 1903, en el decanato de la Universidad Central, en el viejo caserón de la calle Ancha de San Bernardo de Madrid, donde la Sociedad tuvo su primera sede. En el acta de constitución, rubricada por José Echegaray (Premio Nobel de Literatura), se dice: "...el Sr. Carracido expuso el objeto de la reunión que no era sino ponerse de acuerdo para constituir la Sociedad Española de Física y Química destinada a fomentar el estudio de estas ciencias y publicar los trabajos a ellas referentes por los que se adhirieron a la idea". El propio Carracido, en 1909, recordaba en la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales: "En el año 1903 se funda la SEFQ y poco después se reanuda la publicación de la Revista de nuestra Academia. En la vida de una y otra está interesado el honor de España".

Como espaldarazo, muy gratificante, a la labor que la Sociedad venía haciendo para mejorar la actividad científica, docente e investigadora en España, fue distinguida en el año de sus bodas de plata (1928) con el título de Real por el Rey Alfonso XIII. Pocos años después, en 1934, su reconocimiento internacional se hizo patente.

La Real Sociedad Española de Física, es una sociedad científica cuyo objeto es ayudar, en todo el territorio nacional, al desarrollo y a la divulgación de esta disciplina, tanto en su aspecto de ciencia pura como en sus aplicaciones. Es una sociedad miembro de la Sociedad Europea de Física (EPS) y de la Sociedad Iberoamericana de Física y entre sus actividades más significativas se encuentra la publicación de la Revista Española de Física, de la que con motivo de la Bienal-Centenario, se publicarán seis números a todo color, y la organización de la Olimpiada Nacional de Física.

Los Premios Nobel, Santiago Ramón y Cajal y Albert Einstein, fueron nombrados en su día Socios de Honor de la RSEFQ. El mismo día 23 de enero, de 2003, se celebrará el Acto de Inauguración del Centenario en el marco incomparable del Paraninfo de la Universidad Complutense, con asistencia de numerosas personalidades, presidido por el Excmo. Sr. Rector D. Rafael Puyol y dando la conferencia inaugural el Excmo. Sr. D. Federico Mayor Zaragoza.

Próximamente tendrá lugar la XXIX Reunión Bienal-Centenario, con la presidencia de honor de su majestad el Rey Juan Carlos I. Nueve Premios Nobel y un Premio Príncipe de Asturias asistirán a ella. Se plantea una reunión científica constituida por una primera parte dedicada a conferencias plenas de interés general en Física y Química, impartidas por los Premios Nobel y el Premio Príncipe de Asturias (los días 7 y 8 de julio) y una segunda parte (los días 9, 10 y 11) consistente en sesiones paralelas, agrupadas por áreas científicas. Existirá un número limitado de becas para estudiantes. Los participantes y acompañantes, que lo deseen, podrán asistir a los actos sociales programados



para cada tarde/noche. Se pretende que esta celebración no sea una Bienal más, sino el punto de encuentro de los físicos y químicos españoles. Para más información acerca de la celebración de la Bienal-Centenario, la Real Sociedad Española de Física, tiene a su disposición una página web, con todos los detalles y las últimas novedades:

www.centenario-bienales.com

además de la página web de la Real Sociedad Española de Física:

www.ucm.es/info/rsef

donde se encuentra toda la información de los Congresos, Concursos, Olimpiadas y demás actividades que se desarrollan. Están todos invitados.

Nace el portal de la Física: *fisicaysociedad.es*

El pasado 8 de junio vio la luz uno de los proyectos más emblemáticos del *Colegio Oficial de Físicos*: el *POR-TAL DE LA FÍSICA* www.fisicaysociedad.es.

Elaborado con la colaboración del *Ministerio de Ciencia y Tecnología*, este portal es la más clara apuesta de futuro del *Colegio*, y representa fundamentalmente, nuestra contribución al mundo de la Física y a su divulgación entre la sociedad de habla hispana. Gracias a la inestimable colaboración de un gran equipo de profesionales, hemos conseguido comenzar un proyecto que, aunque siempre apasionante, ha planteado algunas complejidades que se han ido resolviendo.

El portal de la física surge con la intención de ser un punto de encuentro de la Física en español, donde todos aquellos usuarios que busquen cualquier tipo de información referente a cualquier tema relacionado con esta materia (no sólo en sus aspectos científicos, sino también en aquellos más técnicos o directamente relacionados con la profesión de físico), puedan acceder a ella de una manera sencilla y directa.



Imagen tomada de página principal <http://www.fisicaysociedad.es>

Así, www.fisicaysociedad.es se divide en cuatro grandes bloques, dedicándose cada uno a divulgar distintos aspectos de la Física, y temas relacionados, desde perspectivas diferentes, en función del público susceptible de ser receptor de la información dada. Los bloques son:

- **Enseñanza**

En esta sección se ha pretendido facilitar y apoyar la labor de los docentes de la física, utilizando para ello la tecnología disponible a través de internet.

Los contenidos de esta sección se han estructurado con el fin de proporcionar material educativo e informa-

ción de interés a los profesores de física, complementado todo esto con temas de actualidad, unidades didácticas, etc.



Imagen tomada de <http://www.fisicaysociedad.es/ensenanza>

Mención especial merece la oferta formativa del Colegio de Físicos, en la que se incluye el material docente completo de diferentes cursos organizados habitualmente por esta institución. Las unidades didácticas incluidas desarrollan temas que resultan de especial dificultad en el aula. Está previsto ampliar los temas tratados hasta abarcar las principales áreas de la Física. Esta sección incluye además una recopilación exhaustiva de las diferentes licenciaturas de Ciencias Físicas en España.

- **I+D+I+P**

Como elemento de apoyo al Sistema Español de Investigación, Desarrollo, Innovación y Prospectiva, y en lo que se refiere a las ciencias y tecnologías físicas, la página web [fisicaysociedad.es](http://www.fisicaysociedad.es) ha pretendido habilitar un espacio virtual, con contenidos que puedan servir de ayuda para los profesionales que desarrollan estas actividades.

En esta sección del portal encontraremos una amplia gama de utilidades que van, desde los Recursos Temáticos que permiten acceder a una selección comentada de los principales recursos de Internet sobre estos temas, pasando por una descripción de la actividad investigadora en España con información exhaustiva de los Centros, Instituciones, Universidades y Empresas en los que se desarrolla esta actividad y terminando con la creación de bases de datos de profesionales expertos en Física, dentro de la sección Red de Expertos.

La Red de Expertos del Colegio de Físicos tiene como

fin primordial dar apoyo a la actividad profesional del licenciado en Ciencias Físicas. Esta Red está compuesta por colegiados del Colegio de Físicos especialistas en las diferentes materias que componen esta área del saber. La Red de Expertos del Colegio ha sido creada para servir de punto de encuentro entre la comunidad de Físicos y todos aquellos que pudieran demandar los servicios especializados de este tipo de profesionales. Con la estructura que se ha creado, se han establecido los cimientos

serie de monográficos sobre temas vinculados con la Física. Inicialmente se han desarrollado las materias de Radiaciones Ionizantes, Meteorología y Climatología, Con-



Imagen tomada de <http://www.fisicaysociedad.es/idip>

para que esta Red se vaya constituyendo en fuente de conocimiento, especializado y de calidad, sobre Física. Se pretende con ello prestigiar las habilidades de los licenciados en Ciencias Físicas, poner de manifiesto su calidad profesional y aumentar con ello sus oportunidades laborales.

• Física en la sociedad

La física está presente en numerosos sectores de nuestra sociedad, particularmente en los relacionados con la ciencia y la tecnología, pero también en otros como la sanidad, la economía o la industria. Además, los físicos desarrollan su profesión en áreas muy diferentes, tanto directa como indirectamente relacionadas con su formación, en las cuales aplican el método científico y su capacidad de análisis de la realidad. Esta circunstancia añade gran amplitud al ámbito de interés profesional del físico.

Por este motivo se planteó desde un principio que el portal de la física debería tratar los temas relacionados con esta área del saber, haciendo un especial hincapié en sus aplicaciones y campos de desarrollo, que además, constituyen el marco de evolución profesional de los físicos.

Así pues, la sección Física en la Sociedad incluye una



Imagen tomada de <http://www.fisicaysociedad.es/fys>

taminación Atmosférica y Oceanografía; pero se pretende ampliar esta sección hasta abarcar los temas de mayor interés sobre Física. Es importante destacar que los dos objetivos fundamentales de esta sección son ofrecer a la población información fiable, estructurada, completa e interesante relacionada con los temas seleccionados; y habilitar una buena referencia informativa para profesionales, empresas, medios de comunicación y población en general.

• Directorios

En la que se ha elaborado una guía de referencia a los organismos que contribuyen al desarrollo de la Física en España, aunque sin olvidar aquellas instituciones de mayor importancia a escala internacional.

El portal [fisicaysociedad.es](http://www.fisicaysociedad.es) ha nacido con la vocación de convertirse en el portal de referencia en habla hispana sobre información relacionada con la física. Como podréis comprobar, el portal que os presentamos es sólo el comienzo de lo que esperamos sea una larga andadura. Estamos seguros que queda mucho por hacer y sabemos que sin vuestra colaboración nuestra meta sería imposible. El Colegio Oficial de Físicos siempre se ha caracterizado por su capacidad de congregar entorno a un proyecto profesionales e instituciones de los más diferentes ámbitos. El Congreso Nacional de Medio Ambiente es buena prueba de ello. Así pues, nos gustaría una vez más animaros a participar en este objetivo que creemos puede ser común, y a compartir con nosotros el interés por una de las más apasionantes disciplinas del saber: LA FÍSICA. ■

Los físicos ante las emisiones radioeléctricas

Desde la introducción de manera generalizada de los servicios de radiodifusión de televisión y radio, hace ya varias décadas, hasta la reciente generalización del uso de la telefonía móvil, los ciudadanos se han visto sometidos inevitablemente a la exposición de campos electromagnéticos.

El pasado 28 de septiembre se publicó el Reglamento que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. Dicho Reglamento establece unos límites de exposición del público en general a campos electromagnéticos procedentes de emisiones radioeléctricas, y la necesidad de certificar periódicamente el cumplimiento de esos límites mediante un estudio específico realizado por un técnico competente en la materia.

Esto ha supuesto la necesidad de certificar gran número de instalaciones de este tipo (antenas de telefonía móvil, entre otras) y la inevitable participación de un gran número de profesionales especialistas en la materia.

A este respecto nos gustaría

indicar que el licenciado en Ciencias Físicas posee una base de conocimientos adecuada para asumir la realización de este tipo de estudios con garantías, habiendo ya algunos que desarrollan esta actividad en empresas del sector.

Es más, si hacemos un breve repaso a los requerimientos de los estudios en cuestión, observaremos que estos se podrían diferenciar en dos: el cumplimiento de un protocolo de medidas sistemático, y la interpretación de los datos obtenidos. Es claro que un licenciado en Ciencias Físicas, habituado durante su carrera a trabajar con aparatos de medida de parámetros físicos, puede complementar con plenas garantías el protocolo de medidas establecido. Es también claro que un licenciado en Ciencias Físicas tiene suficientes conocimientos para interpretar el resultado de estas medidas pues el estudio e interpretación de los mecanismos de propagación de un campo electromagnético es un problema más o menos complicado de Electrodinámica, un área del saber descubierta y desarrollada como tal por los Físicos, y, por lo tanto,

perfectamente estudiada en el plan lectivo de esta licenciatura.

De hecho, repasando con detenimiento el plan lectivo de esta licenciatura, se puede constatar que el Electromagnetismo, en general, conforma un conjunto de teorías físicas que explican fenómenos relacionados con materias ampliamente estudiadas en esta carrera. Tampoco debemos olvidar que la aplicación práctica de estas teorías ha contribuido al desarrollo de técnicas que han servido para crear sistemas y dispositivos muy diversos, entre los que se encuentra, sin duda alguna, los destinados al establecimiento de comunicaciones móviles. La historia nos demuestra que la participación de los físicos en este proceso de desarrollo ha sido muy importante y que dicha participación no sólo se ha limitado a aspectos teóricos sino que también ha contemplado otros puramente prácticos. Sin ir más lejos, el desarrollo de aparatos y métodos de medida de los parámetros físicos involucrados en estos fenómenos ha constituido y constituye un campo de trabajo de los licenciados en Ciencias Físicas.

Curso de formación del profesorado en el área de la Meteorología

El *Colegio Oficial de Físicos*, en colaboración con el Instituto Nacional de Meteorología, ha celebrado dos ediciones del Curso de Formación del Profesorado en el Área de la Meteorología. Estos cursos se han incluido dentro del convenio que el *Colegio Oficial de Físicos* mantiene con el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte para la formación permanente del profesorado.

Estos cursos han tenido como objetivo la contribución a actualizar los conocimientos del profesorado de enseñanza secundaria en diferentes temas que se relacionan con esta materia, entre los cuales podríamos destacar la predicción meteorológica, el

cambio climático, la contaminación atmosférica, etc.

La ayuda que este curso proporciona para trasladar al aula un tema tan trascendente como la meteorología, ha sido muy bien acogida por la comunidad de profesores de secundaria, lo que ha llevado al Colegio a programar futuras ediciones.

El *Colegio Oficial de Físicos*, consciente de la necesidad de procurar a los profesionales de la enseñanza formación continuada y de calidad, pretende seguir con esta línea de fomento y divulgación de las ciencias y, en particular, de la física y sus temas afines.



B i b l i o g r a f í a



Instituto de Recursos Mundiales. "Recursos Mundiales 2002. La gente y los ecosistemas: se deteriora el tejido de la vida". Ecoespaña Editorial. ISBN: 84-932176-1-1. 407 páginas. 42 euros.

El primer análisis global del 'tejido de la vida' de la Tierra alerta sobre los perjuicios inminentes del deterioro ambiental. El Presidente Aznar señala que el informe RECURSOS MUNDIALES es "una de las referencias esenciales a la hora de diseñar políticas orientadas hacia la consecución del desarrollo sostenible".

"Se deterioran el tejido de la vida y los beneficios que los ecosistemas prestan a la Humanidad". Éste es el serio aviso que lanza el Instituto de Recursos Mundiales tras coordinar los estudios definitivos del primer análisis de los principales ecosistemas de la Tierra. Todos los datos están disponibles en la última edición en castellano del informe 'RECURSOS MUNDIALES 2002. La guía global del Planeta', acompañados de numerosos cuadros, mapas, resúmenes y tablas. El Presidente del Gobierno español, José María Aznar, señala en el texto de presentación del informe que su contenido es "una de las referencias esenciales a la hora de diseñar políticas orientadas hacia la consecución del desarrollo sostenible" como "único modo de combatir" las consecuencias del deterioro ambiental en el Planeta.

Más información:
www.buenosdiasplaneta.org, y
www.millenniumassessment.org/es/index.htm



Devlin, Keith. "El lenguaje de las matemáticas". Ediciones Robinbook, s.1. Cl. Industria, nave 11 (Poi. Ind. Buvisa). 08329 Telá (Barcelona). Tel: 93 555 14 11 11. Fax: 93 540 40 92. e-mail: bibiana@robinbook.com. Dep. de prensa: Bibiana Ripoll. MA NON TROPPO/Col. CIENCIA. 29,95 euros. 400 páginas.

«Las matemáticas permiten convertir lo invisible en visible».

«En el año 1900» dice Devlin «todo el conocimiento matemático se hubiese podido recopilar en unos 80 libros mientras que, en la actualidad, necesitaríamos cientos de miles de volúmenes para ello».

En este maravilloso libro Keith Devlin, miembro fundador y presidente del Instituto Americano de Matemáticas, nos ofrece hábilmente una historia sobre el tema y una guía del terreno. Las matemáticas, comenta el autor, pueden ser definidas como la ciencia modelo, porque consiguen convertir lo invisible en visible. Por ejemplo, es sólo a través de las matemáticas que comprendemos el mecanismo que hace permanecer a un Jumbo en el aire (mediante una ecuación descubierta el siglo XVIII por Daniel Bernoulli). De la misma manera, las ecuaciones de movimiento y mecánica de Newton permiten «ver» las fuerzas invisibles que hacen dar a la tierra vueltas alrededor del sol y provocan la caída de una manzana del árbol a la tierra. Como sentenció Galileo: «El gran libro de la naturaleza puede ser leído solamente por aquellos que conocen el lenguaje en el que está escrito. Y ese lenguaje es el de la matemática». Keith Devlin es un profe-

sor idóneo de este lenguaje.

"El lenguaje de las matemáticas" forma parte de la colección Ciencia del sello MA NON TROPPO, que nace como gran apuesta de EDICIONES ROBINBOOK Por las ediciones de calidad, con autores prestigiosos y un alto nivel para un público exigente. Esta serie ofrece libros de alta divulgación científica, pero asequibles también para un lector no especialista, y busca convertirse en referencia en el ámbito de las polémicas generadas alrededor de los últimos avances, descubrimientos e hipótesis de todas las ramas de la ciencia.



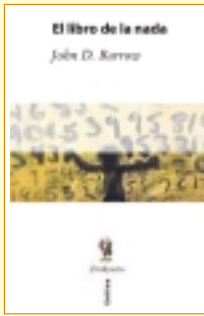
Allende Landa, José. "Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Sostenibilidad". Universidad del País Vasco Servicio Editorial. 274 páginas.

Los gestores locales de la nueva política urbana y regional, obligada a incorporar de manera activa los dictados de la política ambiental integral en la implementación de la evaluación ambiental estratégica y de la Agenda 21, disponen en esta obra de reflexiones y propuesta, de enorme actualidad.

La visión transdisciplinar de una ordenación del territorio holística, junto a una lectura local-regional del desarrollo sostenible, resulta ya una exigencia inaplazable. Ese lenguaje común que necesitan las distintas disciplinas que se concitan en la gestión del territorio, aparece reflejado con nitidez en los diversos capítulos de esta obra.

Su utilidad para urbanistas, gestores territoriales y de la política medioambiental

surgida de la Cumbre de Río, así como los múltiples cursos de postgrado sobre el medio ambiente, encontrarán aquí las claves de esa nueva lectura del territorio.

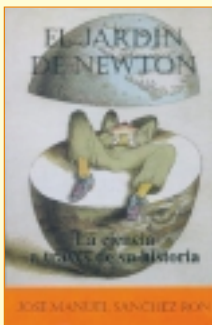


Barrow, John D. "El libro de la nada". Editorial Crítica, 2001. 368 páginas. 24 euros.

¿Qué es la nada? Y, si la nada es nada, ¿no puede existir físicamente o es que realmente es algo? Quizás sean preguntas algo enrevesadas pero que muchas personas se habrán planteado alguna vez.

Desde la antigüedad, desde la Grecia clásica, a lo largo de la historia, filósofos, físicos y matemáticos se han encontrado con el concepto de la nada, del vacío o del tan común elemento matemático cero en la actualidad, pero que no siempre fue utilizado ni tan siquiera conocido. Todos han intentado entender qué es la nada pero, en otras ocasiones, en algunos momentos de la historia de la ciencia, la han esquivado con invenciones como por ejemplo: el éter.

Esta evolución histórica de la idea de la nada hasta llegar a su actual significado cosmológico está retratada de una manera brillante por el autor. Destaca que para desarrollar los diferentes conceptos el autor no se complica excesivamente con los desarrollos matemáticos, siendo un buen libro de divulgación apto para todos los públicos.



Sánchez Ron, José Manuel. "El jardín de Newton". Editorial Crítica. Barcelona, 2001. 281 páginas. 34 euros.

Este volumen recoge el contenido del curso «Aula abierta» impartido por el autor, Sánchez Ron, en la Fundación Juan March durante ocho lecciones impartidas en el año 2000. Los títulos de los diferentes capítulos de éste excelente libro de divulgación, nos hablan de lo que podemos

encontrar en el «Jardín de Newton»: La matemática, instrumento universal de conocimiento: de Euclides a Gödel; El grande entre los grandes: Isaac Newton; Y la química se hizo ciencia: Lavoisier; El fin de una quimera: Charles Darwin y la teoría de la evolución; El sueño de Claude Bernard: la medicina como ciencia experimental en el siglo XIX; La institucionalización de la ciencia: química orgánica y electromagnetismo en el siglo XIX; Albert Einstein, espejo del siglo XX; Una revolución en curso: sobre moléculas y genes.

Al pasear por este jardín de la ciencia, las Matemáticas, la Física, la Química, Ciencias Naturales y Biomédicas, nos ofrecen los mejores frutos que se han dado a lo largo de la historia de la Ciencia, mientras tanto Sánchez Ron nos cuenta algunas facetas curiosas y anecdóticas de los principales científicos que se adentraron en este tupido jardín.



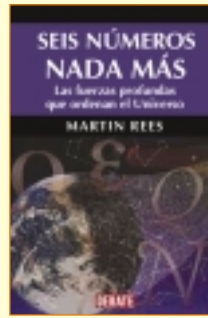
"Ciencia y Tecnología en 2001. Anuario 2002". Edita: Asociación Española de Periodismo Científico. 330 páginas.

Por tercer año consecutivo, la Asociación Española de Periodismo Científico ha elaborado un anuario, en el que se recogen todos los acontecimientos y las noticias, que han configurado la actualidad científica y tecnológica del año anterior, en este último caso, del 2001. El anuario aparece dividido en catorce capítulos. Se describen las Universidades, las comunidades autónomas, las fundaciones, las empresas, los centros y parques tecnológicos, así como diversas actividades del periodismo científico y la divulgación, sin olvidar los museos de la ciencia e internet.

Este anuario, por su riqueza en datos, representa el esfuerzo mayor realizado en España, para sistematizar el complejo mundo de la investigación científica. Especial interés representa, en estos momentos, en los que España lucha por ponerse al nivel de los países de su entorno en lo que a ciencia se refiere.

Se abre el anuario con una introducción, que escribe Ana Birulés, ministra de Ciencia y Tecnología. La finalidad de este Ministerio es "unificar al más alto rango político y administrativo las competencias gubernamentales en las áreas científica, tecnológi-

ca, industrial, de telecomunicaciones y de la sociedad" A.M.A.



Rees, Martin. "Seis números nada más". Editorial Debate, 2001. 240 páginas. 18 euros.

Martin Rees nos lleva por todas las escalas, desde la enormidad cósmica hasta la pequeñez de lo atómico, mediante seis números que definen el Universo tal y como lo conocemos en la actualidad. Y, en todas estas escalas, Rees nos muestra cómo actúan las fuerzas que controlan la materia y cuál predomina sobre las demás en cada momento.

Las consecuencias a escala astronómica son unas estrellas con un ciclo vital largo y luminoso, y un final en forma de supernova o de agujero negro en algunas de ellas. Unas fuerzas que obligan a hablar de la gravedad y de la relatividad, de la posibilidad de vida extraterrestre y de nuestra propia existencia, del origen del Universo y de su futuro.

"Seis números nada más" es un repaso por lo más interesante de las teorías científicas aceptadas en la actualidad. A esto hay que añadir las propias ideas del autor, a veces filosóficas, a preguntas que quizás en un futuro lleguen a resolverse. Algunos de estos seis números no se conocen perfectamente, y conocerlos bien nos permitiría saber quiénes somos, de dónde venimos y adónde vamos.



Sánchez Ron, José Manuel. "Historia de la Física Cuántica I. Periodo fundacional 1860-1926". Editorial Crítica, 2001. 496 páginas. 30 euros

El nacimiento de la Física Cuántica es una de las páginas más brillantes y apasionantes de la historia de la Física, y en la obra: "Historia de la Física Cuántica I. Pe-

riodo fundacional (1860-1926)", Sánchez Ron la relata con la maestría de cosmólogo.

Lamará la atención del lector que el relato empiece en 1860 con los trabajos de espectroscopia de Kirchhoff y Bunsen, dada la importancia de los espectros en el nacimiento de la Cuántica (teorías atómicas de Bohr, Sommerfeld, etc.), en vez de comenzar con la cuantización de la radiación del cuerpo negro, postulada por Planck en 1900. Además, es de destacar el importante papel del zaragozano Miguel Catalán y sus multipletes dentro del mundo de la espectroscopia.

Por las páginas de este libro desfilan figuras de la talla de Becquerel, los Curie, Einstein... Asistimos a los primeros Consejos Solvay y podemos leer fragmentos de los trabajos originales de los científicos, así como de su relación epistolar; sin olvidar el entorno en que vivían (I Guerra Mundial, la situación alemana...), una historia inolvidable.



Rittmann, Bruce E. y McCarty, Perry L. "Biotecnología del Medio Ambiente. Principios y Aplicaciones". Editorial McGraw-Hill, 2001. 768 páginas. 48 euros

La protección y mejora del medio ambiente se realiza a través de, entre otros medios, de la biotecnología. A lo largo de este libro, se explican de manera detallada y completa los principios más importantes de la Ingeniería y Microbiología, junto a las principales aplicaciones medioambientales más clásicas, como el lodo activo y la digestión anaerobia, hasta aplicaciones en vías de desarrollo como la eliminación de toxicidad de productos químicos peligrosos.

"Biotecnología del Medio Ambiente: Principios y Aplicaciones" está orientado básicamente a cursos para graduados cuyos conocimientos les permitan incidir en procesos microbiológicos para el control de la calidad medioambiental, así como también está recomendado como un importante libro de consulta para aquellos profesionales que trabajan en el mundo del medio ambiente. Entre otras cuestiones es de destacar en esta obra la cantidad y variedad de problemas con ejemplos, que ilustran paso a paso la forma de utilizar los diferentes procesos de tratamiento. ■



Nuestra central produce tanta energía como mil millones de centrales nucleares, y sólo en contadas ocasiones se producen fallos.

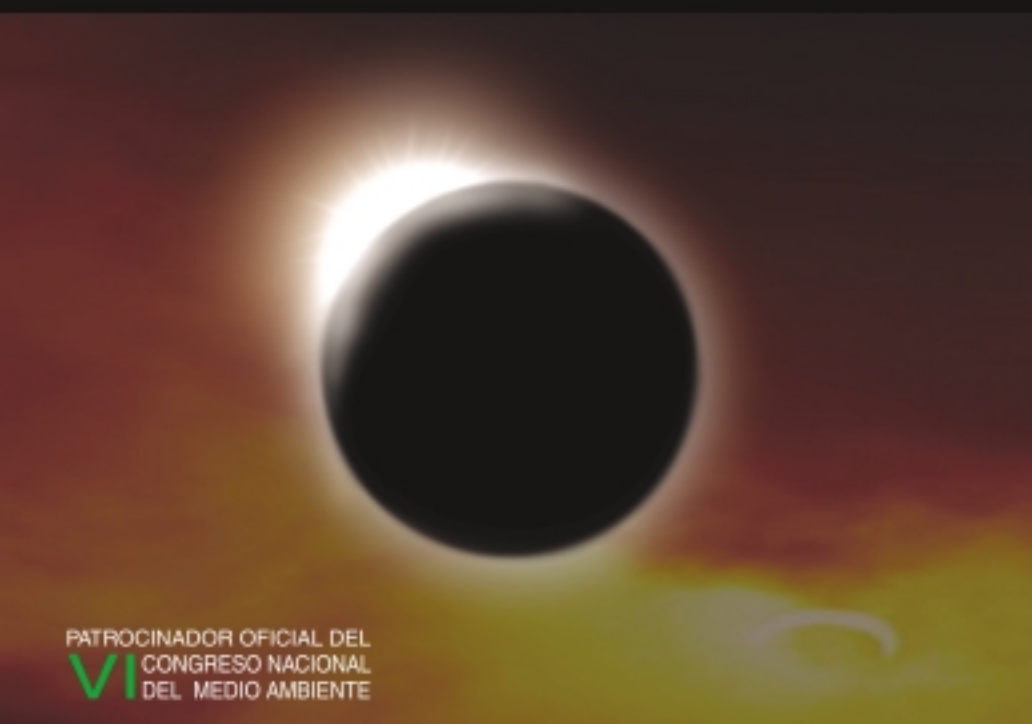


Aunque en realidad se llaman eclipses y son inofensivos.

Energía solar. Ya se ha alcanzado la capacidad de producción de algunas centrales nucleares. Ya es una opción viable para obtener energía eléctrica de forma rápida, ecológica e inagotable. Está sucediendo en Alemania, donde las instalaciones de captación y transformación de energía solar sustituyen poco a poco a otras formas de producción convencionales, y se está extendiendo a los demás países desarrollados, por conciencia ecológica y por interés económico.

Y ocurre gracias a tecnología como la que crea y desarrolla Isofotón, la empresa española líder europea en energía solar y una de las que más contribuye con su trabajo al desarrollo sostenible del planeta.

Si le interesa póngase en contacto con nosotros. Si no le interesa, debería.





CONAMA

1992 - 2002

El compromiso profesional por el desarrollo sostenible

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

www.conama.es