
LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA ESPAÑOLA Y LAS ENERGÍAS RENOVABLES

MANUEL MONTES PONCE DE LEÓN
RAQUEL MORENO CARRASCO

Dirección General de Política Tecnológica
Ministerio de Educación

La historia del hombre siempre ha estado marcada por una lucha por mejorar su calidad de vida. A medida que ha ido aumentando la cultura esa lucha ha ido evolucionando y a medida que se ha ido incrementando el conocimiento de la naturaleza se ha ido sacando un mayor provecho de la misma, de sus fenómenos y de sus riquezas. La evolución fue lenta

hasta que se entró en la conocida como era industrial, en la que el hombre empezó a explotar las materias primas minerales para fabricar máquinas con las que era capaz de transformar la materia, darle forma y conseguir herramientas que le sirviesen de ayuda y facilitar su trabajo. Los principios de esta era industrial sirvieron para que los países más avanzados culturalmente basasen su economía en las fuentes minerales e impulsasen con ello una sociedad en la que las industrias tomaron el protagonismo social. La riqueza mineral llevaba aparejada el poderío industrial y, con él, el progreso social.

Para el funcionamiento de las industrias se requería un uso intensivo de fuentes energéticas, en aquellos momentos el carbón, recurso mineral al igual que otros que se utilizaban como materias primas de transformación. La abundancia del carbón en la mayoría de los países industrializados supuso un complemento social importante para el proceso de industrialización, siendo la minería una actividad industrial más,

que incluso condujo al desplazamiento de la vida social hacia las zonas mineras. En esta época se impulsó el conjunto industria-energía como algo único, comenzando la época del desarrollo industrial, que con el tiempo empezaría a marcar diferencias socio-económicas importantes de unos países a otros, desde los países industrializados a aquellos otros que se mantenían en la cultura agrícola y ganadera, o con respecto aquellos otros carentes de recursos naturales o cuya cultura no les permitió evolucionar de forma acorde con los países industrializados.

El conocimiento aparejado al desarrollo industrial condujo a una fuerte evolución de la tecnología, merced a la cual cada vez se mejoraban los procesos, se reducían los costes, se simplificaban las operaciones, lo que se hacía unas veces por economía, otras por seguridad y, en la mayoría de los casos, para una mejor adaptación a los usos a los que destinaban los productos fabricados. La tecnología empezó a tomar partido importante por lo que suponía

de beneficio frente a la competencia, por ahorro económico y como el primer indicador de la evolución del propio desarrollo. La tecnología se iba convirtiendo en una riqueza complementaria capaz de competir con los recursos naturales, hasta tal punto que se empezó a comercializar como una materia prima más. Esta tecnología, al mismo tiempo, se convertía en un recurso para los países escasos en materias primas para poder acceder al mercado intercambiando tecnología por materias primas. La tecnología empezaba a marcar otra diferencia entre los países, quedándose unos como industrializados y otros como tecnológicos; los primeros dependientes de los segundos en cuanto a su capacidad para evolucionar.

Al mismo tiempo que la tecnología permitía desarrollos como la máquina de vapor, se descubría la electricidad y se encontraron otras fuentes energéticas como el petróleo, que impulsó el sector industrial a la vez que se convertía en un elemento trascendental para el transporte, y, con el tiempo, en indicador de calidad de vida, al permitir la movilidad. El petróleo irrumpió en el mundo desarrollado como primer protagonista, con una diferencia importante con respecto al carbón; su menor dispersión geográfica lo hacía codiciado por aquellos países carentes de él. El poderío industrial podía verse mermado como consecuencia de la carencia de petróleo, nuevo motivo para que la tecnología adquiriese mayor importancia. Nuevamente las fuentes energéticas jugaban un papel importante en el mundo industrial; la industria del automóvil adquiría cada vez un mayor protagonismo, pero ese protagonismo requería para su mantenimiento un uso intensivo de petróleo. Por su condición de estado líquido permitía un mejor manejo y transporte que el carbón.

El petróleo ha generado crisis socio-políticas importantes. Estas crisis han venido acompañadas de nuevos descubrimientos, como la energía nuclear, que impulsó la utilización pacífica de la energía del núcleo de los átomos como una alternativa para la generación de electricidad centralizada, permitiendo con ello una mayor diversificación de las fuentes energéticas. En este caso se vuelve a intensificar la importancia del conocimiento y de la tecnología, pues la energía nuclear se concentraba en aquellos países con mayor capacidad tecnológica, que fueron los que desarrollaron las centrales nucleares, que después vendieron a otros países de su entorno próximo y con suficiente capacidad industrial para asumir las grandes cantidades de energía centralizada que se produce y al mismo tiempo con la capacidad tecnológica necesaria para saber utilizar estas máquinas.

La evolución industrial, tecnológica y energética ha venido acompañada de una evolución cultural y de unas mejoras sensibles de la calidad de vida. La evo-

lución cultural y social ha conducido al mismo tiempo a un planteamiento crítico de los medios utilizados para conseguir esa calidad de vida. Esta situación ha generado un cuestionamiento social importante a la energía nuclear. Igualmente se están cuestionando los efectos de la producción masiva de gases de efecto invernadero. Este posicionamiento social, que surge como una mayor concienciación en relación con el respeto a la naturaleza, ha hecho que surja un nuevo factor a tener en cuenta en la sociedad moderna, el medio ambiente. La conjunción de estos tres elementos —economía, tecnología y medio ambiente— es la que da origen a la nueva cultura del desarrollo sostenible como un medio para satisfacer la mejora de la calidad de la sociedad pero respetando la naturaleza para garantizar su mantenimiento para generaciones futuras. El Protocolo de Kyoto exige un nuevo planteamiento a la evolución tecnológico industrial, como es la necesidad de controlar la producción de gases de efecto invernadero. Este planteamiento obliga, por tanto, a dar una nueva vuelta de tuerca a la tecnología energética para conseguir un desarrollo sostenible en el campo de la energía.

En una sociedad que cada vez demanda más energía, en un continente con carencias significativas de fuentes de energía y en un país con un clima mediterráneo hay dos soluciones que la sociedad reclama, la mejora de la eficiencia energética y la utilización de las energías más antiguas, como son la del sol, la del agua y la del viento, hoy conocidas como energías renovables, pero que requieren un avance tecnológico que permita su utilización masiva de forma competitiva con el resto de las fuentes energéticas. La eficiencia energética, importante para amortiguar el fuerte consumo de energía, es menos visible por la sociedad, sobre todo cuando se dispone de energía relativamente económica. Es por tanto un importante desafío tecnológico cambiar la cultura energética y para ello se requiere un esfuerzo económico considerable.

La Unión Europea se hace eco de la importancia de estos asuntos, motivo por el cual a mediados del mes de julio de 2003 publicó un programa plurianual de acciones en el ámbito de la energía denominado «Energía inteligente-Europa (2003-2006)». Con este programa pretende promocionar y desarrollar instrumentos y medios para realizar el seguimiento, supervisión y evaluación del impacto de las medidas adoptadas por la Comunidad y sus Estados miembros y promover modelos eficientes e inteligentes de producción y consumo de energía fundamentados en bases sólidas y sostenibles, fomentando la sensibilización a través, sobre todo, del sistema educativo y de los intercambios de experiencias y conocimientos técnicos entre los principales interesados, las empresas y los ciudadanos en general, apoyando acciones encaminadas a estimular las inversiones en

las nuevas tecnologías y propiciando la difusión de buenas prácticas y de las mejores tecnologías disponibles, así como la promoción internacional.

Este programa lo estructura en los ámbitos específicos de programas anteriores que tuvieron un éxito demostrado: como SAVE, para eficiencia energética; ALTERNER, para promoción de las energías renovables; STEER, en apoyo a las iniciativas relacionadas con los aspectos energéticos del transporte, y COOPENER, para promoción de la eficiencia energética y las energías renovables en los países en vías de desarrollo.

EVOLUCIÓN DEL CONSUMO ENERGÉTICO MUNDIAL ▼

Según las previsiones, el **petróleo** se mantendrá como principal fuente de energía, con una contribución del 34%, entre todos los recursos energéticos naturales. Se espera un crecimiento anual de la demanda del 1,8%. Este aumento de demanda en los países de la OCDE se debe fundamentalmente al transporte. En el resto de los países, además del crecimiento del consumo en el transporte, también experimentarán fuertes crecimientos otros sectores como el doméstico, industrial y generación eléctrica. Según el informe WETO 2030 existen suficientes reservas de petróleo para satisfacer la demanda prevista en las próximas tres décadas.

El **gas natural** es la segunda fuente de energía primaria que experimentará un crecimiento más rápido después de las energías renovables no hidráulicas, duplicándose su producción del 2000 al 2030. La subida de la demanda de gas llegará al 2,7% de crecimiento anual en las próximas dos décadas y su contribución en la demanda de energías primarias alcanzará el 25% en el 2030, llegando incluso en la Unión Europea a ser la segunda fuente de energía después del petróleo. La mayor parte de este crecimiento será a expensas de la energía nuclear y del carbón. Las reservas mundiales de gas natural son más que suficientes para responder al aumento proyectado del 86% de la demanda en los años de la previsión.

Se tiene previsto un crecimiento medio en la demanda de **carbón**, superior a previsiones anteriores, del 2,1% hasta el 2010 y del 2,5% hasta el 2030, menor que la demanda de energía primaria, por lo que su contribución hará que el carbón siga siendo la segunda fuente de energía, con el 28% del total. En los países de la OCDE todo el aumento de la demanda de carbón será debido a la generación de energía eléctrica, debido al cambio a gas en el sector industrial y en calefacción. China y la India, con fuertes reservas de carbón y un alto crecimiento previsto de la demanda de electricidad, contribuyen con más de dos terceras partes al aumento mundial de demanda de carbón para el período considerado. A

diferencia del petróleo y del gas natural, las reservas pueden perdurar aproximadamente 250 años.

Después de producirse el pico en la producción de **energía nuclear** en el 2010 está previsto que disminuya su consumo ligeramente para el año 2030. Asimismo, y teniendo en cuenta que el desarrollo de la energía nuclear no mantendrá el mismo ritmo que la producción de la electricidad total, se prevé que su cuota de mercado se reducirá al 10% en dicho año.

A escala mundial, en el 2020 se utilizará un 50% más de energía hidráulica que en la actualidad; la mayor parte, cerca del 80%, se producirá en los países en desarrollo, pero, no obstante, su contribución en el contexto global de las energías disminuirá.

Otras **energías renovables**, incluyendo la geotérmica, solar, eólica, oceánica y combustibles renovables (biomasa) y residuos se espera que tengan un crecimiento rápido, con un promedio del 2,8% de crecimiento anual, esperando alcanzar el 4% para el año 2030, frente al 2% actual. La mayor parte de este crecimiento será debido a los países de la OCDE, como consecuencia de la influencia del factor medioambiental, ya que continuará resultando más cara que la utilización de los combustibles fósiles, y su contribución final dependerá de la evolución de los precios del mercado en su conjunto.

Demanda final de energía ▼

El aumento de la demanda final de la energía en correspondencia con la perspectiva de la energía primaria será del 1,8% anual. A escala mundial, la participación por sectores será similar a la actual (cerca del 35% corresponde a la industria, 25% al transporte y 40% al consumo residencial y sector terciario). En general, el mayor aumento de demanda energética se deberá a los países en desarrollo, que supondrá el 60% del aumento total, mientras que los países de la OCDE sólo contribuirán con el 23% del aumento.

De esta forma, los países de la OCDE pasarán a demandar el 47% de la energía total, en lugar del 58% que demandaban en 1997, y, consecuentemente, los países en desarrollo demandarán el 43%, en lugar del 34%, correspondiendo el resto a los países de la antigua Unión Soviética. Este crecimiento en los países en desarrollo se debe al desarrollo económico, a la expansión industrial, al aumento de la tasa de población y a la urbanización.

La generación de electricidad mundial aumentará anualmente el 2,4% en el período 2000-2030. Su contribución en el uso final de fuentes primarias aumentará del 36% actual al 38% previsto para el 2030. Se mantendrá en todas las regiones la penetración de la electricidad, que pasará a representar cerca de una cuarta parte de la demanda final de

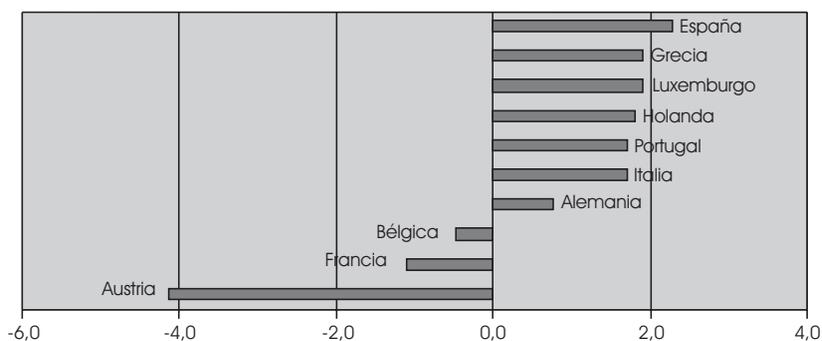


GRÁFICO 1

INCREMENTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS ESTADOS MIEMBROS DE LA UNIÓN EUROPEA

FUENTE: REE.

energía. La producción de electricidad aumentará constantemente a un ritmo medio del 3% anual. En 2030 más de la mitad de la producción procederá de las tecnologías surgidas a partir de los años noventa, como son las turbinas de gas de ciclo combinado, las tecnologías avanzadas del carbón y las energías renovables.

LAS ESTRATEGIAS ENERGÉTICAS DE LA UNIÓN EUROPEA ¶

En el año 2000, la Comisión Europea publicó el documento titulado «Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético», conocido como libro verde. Según este documento, la Unión Europea consume cada vez más energía e importa cada vez más productos energéticos; la producción comunitaria es insuficiente para cubrir sus necesidades energéticas y no se podrá emancipar de su dependencia energética sin una política energética activa. De no hacerse nada, en 20 o 30 años la Unión cubrirá sus necesidades en un 70% con productos importados, frente al 50% actual.

En términos absolutos, los hogares y el sector servicios son los máximos demandantes de energía; un 63% de las necesidades de estos sectores se cubren con combustibles fósiles, excluyendo el transporte individual. El transporte constituye la gran incógnita energética del futuro, dependiendo del petróleo en un 98%, lo que equivale a un 67% de la demanda total del petróleo. La demanda de electricidad ha aumentado más rápidamente que las demás formas de energía, con un crecimiento anual previsto del 3%. El calor constituye el principal mercado de consumo de energía final, un tercio de la energía consumida, englobando tanto la calefacción doméstica como la producción de vapor para las necesidades de la industria.

Las energías renovables representan, en la actualidad, cerca del 6% del abastecimiento europeo, y la hidroelectricidad por sí sola aporta el 4%. El objetivo de duplicar la participación de las energías renova-

bles en la producción de electricidad no va a poder alcanzarse. Es indispensable que los Estados miembros hagan suyo este objetivo y fijen unos objetivos nacionales acordes con el de la Unión. La cuota de las energías renovables en el consumo global depende estrechamente de la evolución del consumo y del ahorro de energía. Los progresos realizados en el sector de las energías renovables se han visto absorbidos por el aumento del consumo. La Comisión ha cifrado las inversiones necesarias para alcanzar el objetivo del 12% en 165.000 millones de euros entre 1997 y 2010.

Un esfuerzo especialmente significativo debería realizarse en el ámbito eléctrico, con un 24% de electricidad verde en el 2010 a partir de fuentes de energías renovables. No obstante, la hidroelectricidad, que representa un tercio de las energías renovables, y cuyas posibilidades de expansión son casi nulas, siendo las resistencias locales su mayor impedimento de expansión, dejan a la minihidráulica las únicas perspectivas de futuro. Por tanto, son las demás fuentes de energía renovables (biomasa, eólica, solar y geotérmica) las que deberán aportar casi la totalidad del crecimiento, lo que exige una multiplicación por cuatro de su parte relativa.

La biomasa podría contribuir de forma significativa, por ser un recurso extendido y polivalente que puede utilizarse tanto con fines de calefacción como de electricidad. Las fuentes de abastecimiento de bioenergía comprenden los desechos forestales, los residuos agrícolas, los flujos de residuos y nuevos cultivos energéticos. La aplicación de los biocombustibles líquidos como sustitutivo de los combustibles fósiles en transporte es otra vía importante, de dar un mayor protagonismo a la biomasa, pero ello requeriría compromisos importantes por parte de los Estados de la Unión, con ayudas de índole fiscal e intensificando la investigación. Una de las posibilidades de financiación de las energías renovables podría consistir en someter las fuentes de energía más rentables (nuclear, petróleo y gas) a una forma de contribuir al desarrollo de las energías renovables.

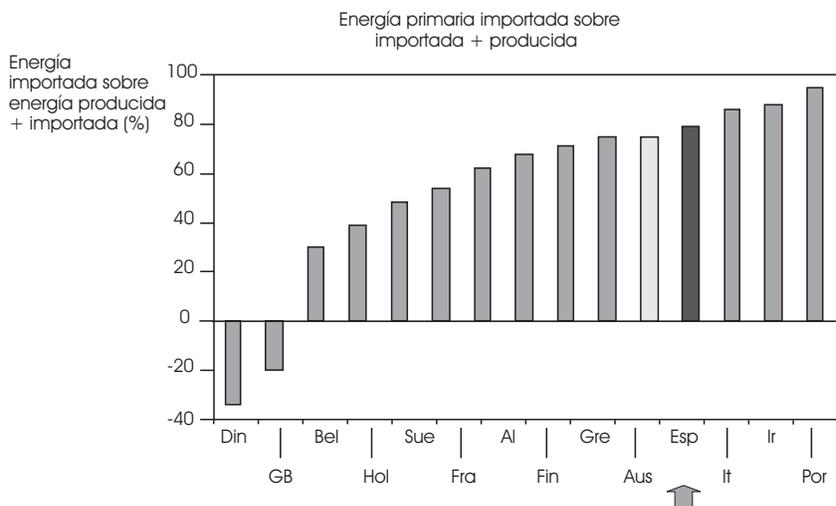


GRÁFICO 2
DEPENDENCIA DE LOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA EN LA IMPORTACIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA

FUENTE: Eurostat 2002.

Esta preocupación realista de la Comisión Europea para garantizar el suministro junto con los compromisos contraídos con posterioridad en relación con el control de la producción de los gases de efecto invernadero responsables del cambio climático llevan a establecer, entre otras recomendaciones, y en lo relativo a las energías renovables, la necesidad de realizar importantes esfuerzos en términos de investigación y desarrollo tecnológico, de ayuda a la inversión o ayuda al funcionamiento, recomendando la cofinanciación de dichas ayudas a través de la contribución de sectores que gozaron para su desarrollo inicial de ayudas muy importantes y que son hoy muy rentables (gas, petróleo, energía nuclear). Estas medidas forman sólo parte de un conjunto, por lo que su tratamiento no debe ser nunca considerado de forma aislada, sino, por el contrario, debe estar integrado para conseguir corregir en lo posible la tendencia negativa de crecimiento de la dependencia energética europea.

La situación energética en España es diferente de la posición global europea, por ser aún más dependiente del suministro energético, alcanzándose cifras de importación de hasta el 76% de las fuentes primarias de energía, con una tendencia a aumentar equivalente a la de la Unión Europea y con unos crecimientos del consumo final de energía continuos. Por otro lado, la posición geográfica de España induce a pensar que las energías renovables pueden ser una solución de futuro.

LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA INDUSTRIA ↓

Al mismo tiempo que se aumenta la participación de las energías renovables como fuentes energéticas primarias se tiene que implantar una nueva filosofía de actuación, el uso cada vez más eficiente de los recursos energéticos, para evitar que el encarecimiento de los mismos perjudique la competitividad

industrial. Un uso más eficiente de la energía reduciría costes, reduciría el consumo de energía primaria y, en consecuencia, se reduciría la dependencia energética del exterior.

La eficiencia energética debe aplicarse a todo el sector productivo y social, empezando por la eficiencia en la producción de recursos naturales, incluidos los energéticos, en su transformación, su transporte, en la fabricación de equipamiento y usos industriales y, por último, en los equipamientos finales para conseguir, con productos y equipamiento más eficientes, reducir el consumo de energía. Nuevamente la eficiencia energética presenta un componente tecnológico importante. Se tiene que pasar de una cultura de calidad de prestación de servicios, como objetivo industrial, a una cultura que, sin dejar este objetivo, introduzca como especificación de producto su mayor eficiencia energética. Esta cultura no sólo redundará en un menor consumo energético, sino que el beneficio final llegará al usuario con una reducción, en algunos casos importante, en los costes de uso de las diferentes tecnologías.

La eficiencia energética debe llevar a la utilización de productos y equipos que tengan un menor consumo energético en su ciclo de vida, desde su creación hasta su eliminación total de la vida útil. Al mismo tiempo se debe potenciar la utilización de equipamiento en el que prime la eficiencia energética por encima de otros factores. En transformación energética se debe ir hacia procesos que consuman menos energía pero que al mismo tiempo reduzcan el empleo de fuentes energéticas de importación.

En la industria se debe impulsar el ahorro y la eficiencia energética de los procesos y a su vez se debe impulsar la fabricación de productos que sean más

competentes en su uso posterior o que requieran ciclos de vida con menor consumo energético. En el transporte se debe ir hacia vehículos más eficientes y hacia el uso de combustibles con una componente autóctona mayor, y, en el uso final doméstico, servicio o agricultura, se deben imponer equipos que cada vez sean más competentes energéticamente, con independencia de fomentar un uso más racional del equipamiento para reducir el consumo sin reducir su disponibilidad.

La eficiencia energética debe introducirse como una vía complementaria a las energías renovables y debe propiciarse un desarrollo tecnológico que impulse en paralelo las dos componentes. La intensidad energética como parámetro utilizado para comparar la evolución económica con el consumo energético debe ir disminuyendo, es decir, que, con independencia de la evolución del PIB, el cociente entre el consumo energético y el PIB debe ir en disminución. Esta evolución decreciente de la intensidad energética se está consiguiendo a escala de la Unión Europea, pero no así a escala del Estado español. Esta última discrepancia entre España y la Unión Europea, en relación con la eficiencia energética, requiere políticas diferenciadas al respecto.

El sector industrial es muy heterogéneo y la evolución de cada uno de los subsectores en relación con la eficiencia y el ahorro energético es muy distinta. En el período 2000-2012 se prevé un aumento del consumo de energía de 14.500 ktep; el potencial de ahorro de energía es de 2.352 ktep en el último año, lo que viene a suponer un 4,8% respecto del consumo del año 2012. Los sectores industriales en los que el potencial de ahorro es mayor son: industria química; alimentación, bebidas y tabaco; minerales no metálicos, y siderurgia y fundición. En cada uno de los sectores los costes energéticos tienen una incidencia distinta sobre los costes totales, debido a los tipos de procesos utilizados. En algunos sectores los ahorros o cambios de sistemas energéticos pueden repercutir en el producto final.

En las consideraciones de ahorro y eficiencia energética hay que contemplar tres tipos diferenciados de medidas a adoptar: medidas en tecnologías horizontales, medidas en tecnologías de procesos y medidas en tecnologías de nuevos procesos. Entre las tecnologías de carácter horizontal se pueden mencionar la optimización de la combustión en calderas, el reciclado de productos, la recuperación del calor de distintas partes de los procesos, mejoras en secaderos o el reciclado de productos.

Junto a estas medidas de carácter individual existen otras que pueden presentar grandes ventajas, sobre todo en estos momentos en los que existe una gran tendencia a integrar industrias en polígonos industria-

les. Se trata de los servicios energéticos comunes a base de la incorporación de pequeñas unidades de poligeneración que proporcionen electricidad, calor y frío a varias empresas e incluso a núcleos urbanos próximos. Estas unidades pueden ir alimentadas por energías renovables, con productos residuales de alto valor energético o con gas natural. Si estos polígonos se encuentran próximos a zonas agrícolas pueden utilizar los productos residuales de la agricultura o plantear ciertos cultivos energéticos. Esta labor integradora puede realizarse a través de las agrupaciones empresariales en colaboración con las administraciones locales.

LAS ENERGÍAS RENOVABLES †

En los últimos años del siglo pasado ha surgido, como una necesidad del sector energético, impulsada por cuestiones medioambientales y de seguridad de abastecimiento, la utilización de las energías renovables. Con independencia de su contribución, como fuentes de energía primaria en el conjunto del suministro energético, este subsector energético ha dado origen a un nuevo sector industrial, en el que las empresas españolas han tomado una posición activa generando una nueva actividad industrial, de momento no catalogada en la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE), ni incluida con anterioridad en los análisis sectoriales de la industria española, pero que, dada la relevancia adquirida por la presencia de algunas empresas españolas en el contexto internacional y la particular significación que el sector tiene a escala nacional, se ha considerado necesario hacer un estudio específico.

El sector industrial de las energías renovables tiene una difícil configuración, por la amplitud de sistemas y tecnologías que engloba. El concepto de energía renovable como energía no consumible lleva a incluir en el inventario general no sólo las energías hidráulica, solar o eólica, sino también la biomasa, la geotérmica y la energía producida por los residuos. Ante este amplio listado de fuentes de energías renovables, el sector se ve también complicado por las diferencias tan grandes de tecnologías que su aprovechamiento requiere. En el CNAE existen actividades que recogen parcialmente equipos o componentes de este sector. Igualmente, hay empresas cuyas actividades se han recogido de forma genérica o parcial en los sectores de bienes de equipo y maquinaria, química, electrónica o equipamiento eléctrico. No obstante, cada día van identificándose más de forma individualizada las empresas que trabajan en este sector, generándose asociaciones empresariales específicas al respecto.

El nivel de desarrollo del sector no se ha producido por igual en todos los subsectores que abarca, ni a escala nacional ni a escala mundial. Tampoco son, en general, las mismas empresas las que trabajan en todos

CUADRO 1
PARTICIPACIÓN POR SUBSECTORES EN EL CONSUMO FINAL DURANTE EL AÑO 2000 Y ESCENARIO BASE
Y AHORROS GENERADOS DURANTE EL AÑO 2012

	Año 2000		Año 2012		Ahorro energía ktep	
	Total ktep	%	Total ktep	%		%
Extractivas (no energéticas)	310	0,9	436	0,9	0	0,0
Alimentación, bebidas y tabaco	2.446	7,1	3.890	8,0	633	26,9
Textil, cuero y calzado	1.161	3,4	1.974	4,0	12	0,5
Pasta, papel e impresión	2.057	6,0	3.093	6,3	26	1,1
Química	9.467	27,6	14.728	30,2	772	32,8
Minerales no metálicos	6.191	18,0	7.293	14,9	401	17,0
Siderurgia y fundición	4.224	12,3	5.645	11,6	406	17,3
Metalurgia no férrea	1.702	5,0	2.412	4,9	31	1,3
Transformados metálicos	1.029	3,0	1.497	3,1	23	1,0
Equipo transporte	890	2,6	1.479	3,0	26	1,1
Construcción	2.241	6,5	2.782	5,7	0	0,0
Madera, corcho y muebles	723	2,1	1.256	2,6	22	0,9
Resto industria	1.899	5,5	2.355	4,8	0	0,0
TOTAL	34.340	100,0	48.840	100,0	2.352	100,0

FUENTE: Subdirección General de Planificación Energética/IDAE.

los subsectores, aunque existan algunas cuya actividad económica se vaya ampliando para abarcar cada vez más subsectores, por lo que pueden tener de complementarios con miras al fin último de la producción energética. Este motivo conduce a hacer un planteamiento del estudio subdividido por subsectores, de forma que cada uno de ellos dejará manifiestas sus debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas.

Esta corriente renovadora de la producción energética recurriendo a fuentes naturales, que se habían venido usando con anterioridad al período de industrialización, llegó a España mediante tres iniciativas completamente diferenciadas. Se creó un Centro de Estudios Energéticos, precursor del actual Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE). En el ámbito de la investigación y el desarrollo se propició una diversificación de la Junta de Energía Nuclear, dependiente del entonces Ministerio de Industria y Energía, convirtiéndolo al Organismo Público de Investigación en el actual Centro de Investigaciones Energéticas, Medio Ambientales y Tecnológicas (CIEMAT) y dotándolo de un Instituto/Departamento de Energías Renovables. También en el entorno de la investigación y el desarrollo se creó, dentro del Programa de Investigación Electrotécnico, un área de investigación en energías renovables.

El mayor protagonismo que se ha dado a este sector es consecuencia de la sensibilización socio-política, dentro de un contexto de desarrollo sostenible y del calentamiento global del planeta debido a la excesiva producción de gases de efecto invernadero, por la utilización de los combustibles fósiles en generación energética, y le pone en situación de darle una consideración diferenciada con respecto a otros sectores en los que gran parte de las empresas venían dedicándose.

CONTEXTO INTERNACIONAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES ▼

En un mercado cada vez más abierto y globalizado, para alcanzar un nivel de participación adecuado, incluso en los mercados nacionales, es necesario un alto grado de competitividad. Esta competitividad sólo puede conseguirse a través del mantenimiento de unos niveles mínimos de producción, para lo que en muchas ocasiones es necesario contar con la demanda internacional.

En el momento actual, el mercado de las energías renovables es uno de los de más rápida expansión y crecimiento. Por un lado, el mercado europeo ha demostrado un gran dinamismo en los últimos años, siendo el de mayor crecimiento del mundo, y por otro, el mercado de los países en vías de desarrollo, que ha comenzado su crecimiento y presenta un importante potencial de desarrollo. En 1995 el mercado mundial registró una inversión de 7.100 millones de euros, llegando a registrar inversiones de 25.000 millones de euros a finales de 1999. Las inversiones previstas para el período 1995-2010 para generar electricidad a partir de las energías renovables eran de 236.000 millones de dólares, superando a las inversiones, con el mismo fin, nucleares y del petróleo, y quedándose a un nivel equivalente a las del gas natural, siendo sólo superadas por las tecnologías de uso limpio del carbón.

Las ventajas que presentan las energías renovables para los países en vías de desarrollo son:

- Abastecimiento de energía autóctona segura y compatible con el medio ambiente.
- Grandes recursos potenciales.

- Hábitat.
- Débil tasa de electrificación rural.
- No es necesaria la existencia de una infraestructura tecnológica demasiado sofisticada, lo que facilita la transferencia de tecnología.

A estas ventajas hay que añadir el impulso que, para incrementar el uso de estas tecnologías en los países en vías de desarrollo, puede suponer el desarrollo adecuado de los denominados mecanismos flexibles, previstos en el Protocolo de Kyoto. En concreto, los mecanismos de desarrollo limpio e implementación conjunta que permiten una actuación coordinada y conjunta de los objetivos fijados en dicho protocolo entre países industrializados y los países en vías de desarrollo. Su finalidad es reducir las emisiones globales de gases con efecto invernadero y contribuir paralelamente a que los países en vías de desarrollo alcancen un desarrollo sostenible.

Cabe esperar que la aprobación definitiva del texto de la Directiva 2001/77/CE, para la promoción de la electricidad renovable en el mercado interior, aumente la confianza de los inversores en la continuidad y estabilidad del marco legal y de apoyo a la electricidad renovable vigente en cada Estado miembro, y que tal confianza redunde en la puesta en marcha de nuevos proyectos.

Energía eólica. La potencia eólica instalada en el mundo en el 2002 era de 31.900 MW, que supone un fuerte crecimiento frente a la potencia instalada en 2001, que era de 24.741 MW. De esta potencia, la mayor parte se centra en la Unión Europea, con 23.450 MW. Los países que proporcionan la mayor parte de esta potencia son (Alemania, 12.000 MW; España, 4.838 MW, y Dinamarca, 2.900 MW). Estos datos confirman que España ocupa la segunda posición en Europa y en el mundo, detrás de Alemania, consiguiendo así sobrepasar a Estados Unidos, que ocupaba en el 2001 la segunda posición (4.675 MW). Los datos de avance del 2003 señalan que a escala mundial se ha alcanzado una potencia total de 39.294 MW.

Solar térmica de baja y media temperatura. En la Unión Europea, en el año 2002, se instalaron 1.195.499 m² de paneles solares nuevos, lo que supuso una disminución de 368.235 m² con respecto al año anterior. Esto supone que en la Unión Europea a finales del año 2002 existían 12.844.900 m² instalados. Alemania es el país de la Unión Europea con más superficie solar térmica instalada, con 4.720.000 m², seguido de Grecia, con 2.850.200 m². Hay que destacar la campaña de promoción alemana de «Solar na Klar», merced a la cual en el año 2002 han llegado a los 574.060 m² nuevos. Las previsiones europeas para el 2010 llegan a los 80 millones de metros cuadrados, por lo que el esfuerzo a realizar es bastante importante.

La industria solar térmica europea está definida por la existencia de más de un centenar de empresas fabricantes, pequeñas y medianas. La mayoría de los fabricantes se encuentran en Alemania, Austria y Grecia. La mayoría de estas empresas proceden de sectores de calefacción, fontanería, calentadores de agua, etc., conectados todos ellos al sector del uso doméstico del agua caliente, al que se unen los sistemas solares térmicos. Entre los fabricantes europeos más destacados se encuentran: Green OneTec (fabricante de colectores), Sunstrip and ESE (materiales absorbedores), Wagner (sistemas completos) y Thermomax (sistemas a vacío). Este sector emplea a 16.300 trabajadores.

No hay ninguna empresa española entre las doce más importantes de Europa. España ocupa el sexto lugar de los fabricantes en cuanto al número de empleos directos, con 150 empleados, frente a Alemania con 7.500 empleos directos. La empresa con mayor producción en Europa es la alemana Ikarus, con una producción de 150.000 m² de superficie solar térmica. En general, se estima que la industria solar térmica genera anualmente un negocio entre 750 y 800 millones de euros y un número de empleos directos de 13.080 personas.

Solar térmica de alta temperatura. Este sector está dispuesto para grandes avances. Las tecnologías son económicas y están dispuestas para aplicaciones comerciales en regiones con buenos recursos solares. Las plantas construidas en la década de los ochenta han demostrado ser altamente fiables y competitivas. También tienen la ventaja de suministrar electricidad comercializable a través de red cuando se emplean en sistemas híbridos. Aunque hay pocas aplicaciones comerciales hasta la fecha, se tienen previstos 700 MW de capacidad para el 2003 y 5.000 MW para el 2010. Se calcula un mercado de 8.000 millones de euros, especialmente centrado en los países de África del Norte.

Solar fotovoltaica. En Europa, el primer país usuario, y muy destacado, es Alemania (397,6 MWp), seguido de Holanda (48,63 MWp). El mayor incremento también lo ha conseguido Alemania, con 120 MWp en el año 2003. El resto de los países sólo suman un incremento de potencia en el año 2003 de aproximadamente 21 MWp en total.

Japón es el primer productor de células fotovoltaicas fabricadas en el mundo, con el 47,9%. Le sigue Europa, que ha superado a EEUU, con el 26,5%. España se sitúa en cuarto lugar, con un 7% de la cuota de mercado, algo menos que en el año 2002.

Biomasa. En la Unión Europea se estima que el 58% de la energía primaria suministrada por las diferentes fuentes energéticas renovables procede de la biomasa. Francia es uno de los países que produce más

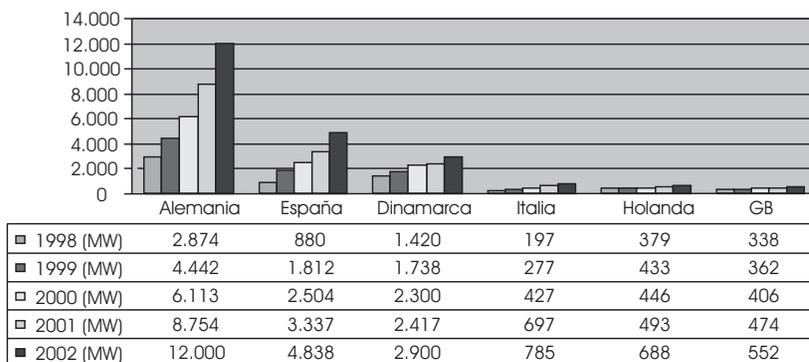


GRÁFICO 3
EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA EÓLICA INSTALADA EN LOS PRINCIPALES MERCADOS DE LA UE

FUENTE:
 EWEA 2003.

energía a partir de la biomasa, con una producción de 8.48 millones de tep, frente a los 44,6 millones de tep producidos en toda la Unión en el año 2000. Aunque actualmente el mayor consumo se utiliza en usos térmicos, tanto doméstico como industrial, para el 2010 se tiene previsto aumentar considerablemente su uso para producir electricidad en instalaciones de cogeneración.

En relación con el **biogás**, la producción europea en el año 2002 ha sido de 2.762 ktep, figurando como primeros productores el Reino Unido, con 952 ktep, y Alemania, con 659 ktep.

En lo que respecta a los **biocombustibles**, en el año 2002 se ha llegado a una producción de etanol de 317.200 toneladas y de ETBE (Etil ter butil eter) de 568.000 toneladas. En el caso del etanol, el principal productor es España, que ha desbancando a Francia. En el caso del ETBE, Alemania está en cabeza, seguida de Francia e Italia.

El mercado de la biomasa contribuye significativamente en el balance energético de la Agencia Internacional de la Energía, representando el 3% del suministro de energía primaria total. Globalmente, la biomasa supone el 14% de la demanda final de energía. En la mayoría de los países de la AIE, la madera para calefacción es el principal uso de la biomasa, aunque se está produciendo un aumento del empleo de residuos urbanos e industriales para producir electricidad y calor, así como biocombustibles para transporte. De forma creciente se están empleando combustibles sólidos y biogás en sistemas modernos de combustión, tales como la cogeneración o procesos industriales. El Libro Blanco de la Comisión Europea concede un importante papel a la biomasa dentro de las energías renovables, previniéndose la introducción de 90 Mtep hasta el año 2010.

Minihidráulica. Hay un interés tremendo en la aplicación de la minihidráulica donde existe potencial para ella y los impactos ambientales son reducidos. En Europa se produjo una expansión de 709 MW entre 1993 y 1996, para alcanzar los 9.643 MW. Una

contribución realista para las pequeñas centrales supondría una instalación adicional de 4.500 MW de aquí al 2010.

Después de más de un siglo de desarrollo industrial, la hidráulica proporciona una quinta parte de la producción eléctrica mundial. No obstante, sólo una séptima parte del potencial hidráulico mundial está explotada en el presente. Según la ESHA (European Small Hydraulic Association) se estima que el potencial aún disponible en términos de minihidráulica en Europa es de 5.939 MW (incluyendo 1.111 de incremento de la capacidad de las plantas existentes). Al final del año 2001 la capacidad de las plantas minihidráulicas en la Unión Europea era de 10,320 MW. Por países, Italia y Francia permanecen como líderes en potencia instalada, con 2.270 y 2.020 MW, respectivamente, mientras que España es el país que ha hecho un mayor esfuerzo, con una instalación adicional de 570 MW entre 1990 y 2000, situándose en tercer lugar de la Unión Europea.

La industria de plantas de minihidráulica europeas representa aproximadamente 10.000 empleos y una producción de 400 millones de euros por año. Las principales empresas europeas de fabricación son: Voith Siemens Hydro, VA Tech Hydro y Alstom Power Hydro. Las competencias técnicas para la construcción e instalación de miniturbinas se encuentran en muy pocos países de la Unión Europea. El mercado potencial a escala mundial lleva a mantener este sector en unos niveles tecnológicos adecuados, para lo que se precisa esfuerzos en la automatización integral de las instalaciones, desarrollo de conjuntos integrados versátiles con adaptación a distintos emplazamientos, mejoras en el diseño de las turbinas y desarrollo de la micro hidrólrica (< 1 MW) para producir en consumo directo o con acumuladores.

Geotérmica. La capacidad geotérmica está creciendo, siendo Estados Unidos el líder en su uso, alcanzando en 1998 una capacidad de 2.850 MW, siguiéndole Italia, con 558 MW. La capacidad total a escala mundial era de 8.240 MW en 1998.

Hidrógeno y pilas de combustible. En Europa, Estados Unidos y Japón se está llevando a cabo una intensa actividad de investigación industrial sobre numerosas variantes de pilas de combustible, tanto para motores eléctricos de vehículos como para nuevas generaciones de centrales de producción de electricidad y calor. El Gobierno de Japón ha decidido trabajar conjuntamente con las empresas de automoción como Toyota, Honda, Nissan, General Motors y Daimler Chrysler y las del sector de la energía Sanyo Electric y Nipón Oil en una serie de proyectos para los que invertirá hasta 21,50 millones de dólares en tres años. Daimler Chrysler se comprometió a invertir 1.000 millones de dólares en la próxima década para desarrollar las pilas de combustible. Esta compañía trabaja con Ford y otras firmas para construir autobuses con esa tecnología. General Motors aspira a ser la primera compañía en vender un millón de automóviles con pilas de combustible y planea empezar la producción en masa en el 2010; en junio del 2002 anunció que había invertido en dos compañías especializadas en el almacenamiento y el transporte de hidrógeno.

El Departamento de Energía de Estados Unidos ha anunciado ayudas para la investigación en pilas de combustible a razón de siete millones de euros anuales. La Royal Dutch Shell y la British Petroleum-Aramco tienen departamentos dedicados al desarrollo del combustible de hidrógeno, mientras que Exxon Mobil se asoció a General Motors y Toyota para desarrollar las pilas de combustible. Texaco también realiza fuertes inversiones en la tecnología de almacenamiento de hidrógeno, teniendo en su poder el 70% de las plantas de producción de todo el mundo. En el 2001 BMW Group y Magna Steyr firmaron un acuerdo de intenciones para el desarrollo y entrega de depósitos de combustible de hidrógeno. Honda se ha convertido en la primera en construir su propia planta de producción de hidrógeno y su propia estación de servicio que utilizará placas solares fotovoltaicas para proveerse de energía y poder extraer el hidrógeno del agua.

El grupo francés PSA presentó un prototipo de taxi que emplea un motor eléctrico alimentado por baterías que son recargadas por una pila de combustible que lleva un pequeño depósito de hidrógeno, con una autonomía de 300 kilómetros. Air Liquide, especializada en la producción y suministro de gases, ha anunciado su intención de competir en el mercado de las pilas de combustible.

En este sector son líderes Estados Unidos, Japón, Canadá y Alemania. Existe ya un comercio abierto en algunos tipos de pilas de combustible, fundamentalmente dirigido a proyectos de demostración en utilidades diversas; igualmente existen modelos prototipos de vehículos impulsados por pilas de combustible circulando en varias ciudades del mundo. En

estos proyectos están incluidas las ciudades de Madrid y Barcelona.

Islandia pretende ser la primera economía que funcione basándose en hidrógeno producido por electrolisis a partir de energías geotérmica e hidráulica; Japón tiene previsto invertir 4.000 millones de dólares para el 2020, comenzando con un presupuesto de 88 millones de dólares en los próximos cinco años. Alemania también es un líder mundial en la construcción de vehículos con pilas de combustible y estaciones de abastecimiento de hidrógeno.

En la actualidad la producción mundial de hidrógeno es de 500 Nm³/año, de los cuales el 48% se obtiene a partir del gas natural; el 30%, del petróleo; el 18%, del carbón, y el 4% por electrolisis del agua, siendo su coste de 0,32 \$ por libra si se consume *in situ*, mientras que cuando se vende hay que añadir al precio entre 1 y 1,4 \$ por libra. La energía requerida para producir el hidrógeno vía electrolítica es de 32,9 kWh/kg. Cada vez son más las vías que se están buscando a escala de investigación para producir hidrógeno, como es el caso de la producción a partir de glucosa que se está desarrollando en el Laboratorio Nacional de Energía Renovable de Colorado (EEUU).

IMPORTANCIA DEL SECTOR DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA †

El sector español de las energías renovables está actualmente configurándose, con situaciones totalmente diferenciadas según los subsectores y debido a las aperturas de nuevas líneas de negocio en estas direcciones de algunas empresas que operaban en otros sectores económicos.

La instalación de equipos de producción eléctrica en el Régimen Especial ha continuado creciendo a un ritmo muy alto. En el año 2002 la potencia instalada alcanzaba la cifra de 12.630 MW, suponiendo un aumento del 16% con respecto al año anterior. De esta potencia se deben a cogeneración y tratamiento de residuos 6.257 MW y el resto se reparte entre las energías renovables de la siguiente forma: minihidráulica, 1.492 MW; eólica, 4.580 MW; biomasa y otras, 296 MW; solar fotovoltaica, 5 MW. Estas referencias a la producción energética sirven como reflejo de la importancia creciente que está adquiriendo la demanda de productos del sector, actualmente incluidos en otros sectores industriales.

La contribución de las energías renovables en el sector eléctrico ha sido, en potencia instalada, del 11,7%, y en energía producida, del 7%, en ambos casos contando con la minihidráulica, pero sin con-

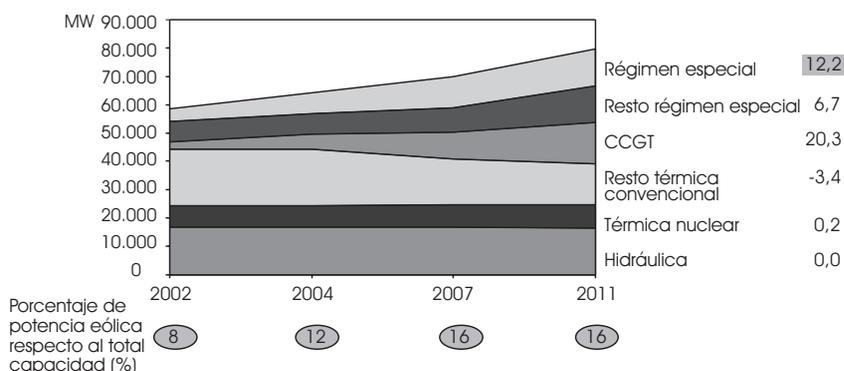


GRÁFICO 4
POTENCIA INSTALADA PREVISta EN EL SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL PENINSULAR 2002-2001

FUENTE: MINECO.

tar con las grandes plantas hidroeléctricas de las empresas eléctricas pertenecientes a UNESA.

Asimismo, las previsiones realizadas en la «Planificación de los sectores de electricidad y gas» y por el «Plan de Fomento de las Energías Renovables» señalan como objetivo que las energías renovables alcancen en el 2012 un 12% de la energía total, siguiendo el objetivo señalado por la Comisión Europea, señalado anteriormente.

Energía eólica

Uno de los primeros sectores de las energías renovables en surgir ha sido el subsector de la energía eólica, originado del sector eléctrico, del sector aeronáutico o de los propios sectores de bienes de equipo. En estos momentos las empresas del sector eólico no sólo se dedican a la construcción de los aerogeneradores con sus propios desarrollos y tecnología, sino que han cubierto negocios como la construcción, mantenimiento y operación de parques, introduciéndose en el sector de la generación eléctrica. La peculiaridad de producción eléctrica en los parques eólicos obliga a un tratamiento particular, incluso del negocio de generación, diferenciándolo de los grandes generadores eléctricos.

Por otro lado, las propias empresas eléctricas han segregado sus actividades renovables, bien con la creación de empresas específicas o bien participando en nuevas sociedades. En este sector se incluyen empresas centradas fundamentalmente en la construcción de los aerogeneradores y parques eólicos, como Gamesa Eólica, Ecotecnia, Aerogeneradores Canarios, S.A. (ACSA), DESA, M. Torres, entre otros, con capital nacional, y GE Wind Energy, Neg-Micon, De-Wind y Nordex, con capital extranjero.

Esta situación indica la potencialidad del mercado mundial, que debe permitir a las empresas españolas entrar competitivamente, como están haciendo hasta el momento en países como Túnez, Japón, Italia, China, Estados Unidos y Canadá.

La potencia eólica instalada en España a finales del año 2002 era de 4.838 MW, con un crecimiento con respecto al 2001 de 1.606 MW, crecimiento superior al experimentado durante el año 2001, que fue de 815 MW, destacando los incrementos en las comunidades autónomas de Galicia, Castilla y León, Castilla La Mancha, Aragón y Navarra. Los datos disponibles del 2003 por el IDAE apuntan a que se ha alcanzado una potencia instalada de 6.234 MW y se han vendido 11.914 GWh de energía eléctrica de origen eólico, lo que supone un aumento con respecto al año 2002, en el que se vendieron 9.602 GWh.

Según el Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) del IDAE, el potencial eólico existente en España es de 15.100 MW, mientras que para el año 2010 estaban previstos 8.140 MW. Debido al ritmo de crecimiento actual, este objetivo para el 2010 ha sido revisado, situándose ahora como nuevo objetivo llegar a 13.000 MW en el 2011, según el documento de «Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas» publicado en septiembre de 2002 por el Ministerio de Economía.

No obstante, el ritmo de crecimiento actual de parques eólicos es difícil de mantener, por estar agotándose los emplazamientos más atractivos. Ante la capacidad de producción de algunos de los fabricantes, el mercado nacional se queda limitado, por lo que precisan abrirlo al exterior, siendo cada vez mayor el impulso exportador de las empresas nacionales, pero para ello deben competir en precios y en tecnología. Asimismo, se trabaja en I+D para conseguir el aprovechamiento de vientos de menor velocidad y aumentar el número de emplazamientos adecuados.

Gamesa tiene una cuota de mercado en el ámbito español del 60%, aproximadamente, tras la adquisición de Made. Existen 15 fábricas con un total de 1.231 empleados. Su actual capacidad de producción anual se encuentra en torno a los 1.700 aerogeneradores, lo que la coloca con una cuota mundial del 15%, por detrás de la danesa Vestas y de la

alemana Enercom Ecoferencia, con una cuota de mercado español del 9,2%, tiene dos fábricas con unos 267 trabajadores. Su actual capacidad anual es de 500 MW. En el sector de los pequeños aerogeneradores, Bornay es la compañía líder, con más de 177 unidades instaladas en el 2002 en España. En conjunto, se calcula que el diseño, construcción, instalación y mantenimiento de aerogeneradores da trabajo a más de 60.000 personas.

Entre los problemas con los que se encuentra este sector se pueden incluir: la dificultad de predicción de la producción para garantizar su entrada en el mercado eléctrico, la calidad de suministro, su aleatoriedad debida a las condiciones variantes de su origen, variabilidad topográfica y climática del territorio. Estas dificultades exigen a los fabricantes nacionales disponer de gamas de productos más amplias que a las empresas competidoras de otros países. Este hecho ha generado, a su vez, una mayor capacidad para competir en el mercado exterior, dirigiéndose a países con connotaciones geográficas y climatológicas muy diferenciadas.

Esta apertura de mercado exige unas infraestructuras tecnológicas comunes que conduzcan a disponer de una capacidad nacional de certificación, que disponga de medios propios de diseño y ensayos de componentes, sistemas avanzados y precisos de predicción de vientos y en general se necesitan desarrollos significativos para mejorar su integración en la red con calidad y garantías y posibilitar el almacenamiento energético como vía de mejora de adaptación al mercado eléctrico.

Energía solar fotovoltaica ▾

La industria fotovoltaica española es una de las más significativas en el ámbito internacional, produce aproximadamente el 43% del total del conjunto de los países de la Unión Europea y un 7% de la producción mundial (cuarta potencia mundial en fabricación). Las industrias españolas del sector son muy dinámicas y orientadas claramente a la exportación. Se exporta el 80% de la producción nacional, siendo el 50% para Europa y el otro 30% para el resto del mundo, fundamentalmente el Norte de África e Iberoamérica. Existe una capacidad de producción del doble de la real, por lo que hay un margen importante para aumentar las exportaciones.

La energía fotovoltaica ha experimentado un gran desarrollo durante el año 2002. Aun así, está todavía lejos de los objetivos fijados por el Plan de Fomento de las Energías Renovables (144 MWp instalados en el año 2011). La potencia instalada en el año 2003 ascendió a 26,8 MWp, unos 7 MWp más que el año 2001. Por comunidades autónomas, la que mayor potencia instalada tiene es la de Andalucía, con 4,1 MWp, seguida de Cataluña, con 2,3 MWp en el año 2002.

En el año 2002 quedó totalmente conectada a red la planta solar fotovoltaica de EHN, en Tudela, que es la mayor por potencia instalada (1,2 MWp) en España. La energía inyectada a red supuso 3 GWh en el año 2002. La diferencia que existe actualmente en la potencia instalada en instalaciones conectadas a red frente a instalaciones aisladas, se debe tanto a su vertiente tecnológica como administrativa. Según el Plan de Fomento de las Energías Renovables, el objetivo es que la mayor parte de la potencia instalada esté conectada a red (cerca del 85%) para el año 2011.

En el año 2003 se fabricó en España una potencia de 56 MWp, con un incremento de un 12% respecto al año anterior. A destacar la empresa Isofotón, que se ha convertido en el séptimo productor mundial, con 35,2 MWp, con un aumento de la producción del 46,5% respecto al año anterior, y que está construyendo una nueva fábrica en Málaga, que espera esté funcionando en el año 2004. La empresa BP Solar, segundo productor mundial, prevé producir 50 MWp de una nueva célula solar en su planta de Madrid para finales de 2003. En el mundo, el principal fabricante es Japón, con 365,4 MWp, y en Europa, Alemania es el primer fabricante, con 115,3 MWp.

Como nuevas centrales / instalaciones de I+D+i se está construyendo la del proyecto Sevilla PV de Sanlúcar Solar. La mayoría de las nuevas instalaciones son pequeñas y están promovidas por administraciones regionales / locales (generalmente en colaboración con el IDAE) en instalaciones municipales y / o particulares por toda España, con las instalaciones en sí (Camargo, Larva, Ontinyent, Córdoba, Santa Coloma de Gramanet, Sevilla, Barcelona, entre muchas otras) o con modificaciones en la normativa local para fomentar, e incluso obligar en nuevas construcciones, la instalación de energía solar fotovoltaica (Madrid, Murcia, Vizcaya, etc.).

La energía solar fotovoltaica está basada en una tecnología de vanguardia. Originalmente orientada al suministro eléctrico en zonas de difícil acceso para la red de distribución y con pequeños consumos, está evolucionando hacia instalaciones aisladas de mayor tamaño y últimamente hacia instalaciones conectadas a red, asociadas a un usuario cuya actividad no es energética. Actualmente, el silicio está presente como materia prima en el 87% de los módulos fotovoltaicos. Se encuentran en experimentación materiales para aplicar en forma de capa delgada como el telurio de cadmio (CdTe) o el diseleniuro de indio-cobre, conocido como CIS, que presentan eficiencias mayores.

Un aspecto importante en las tecnologías de silicio es la obtención de la materia prima. En este caso, el silicio desestimado en la industria electrónica es utilizado por la industria fotovoltaica como materia pri-

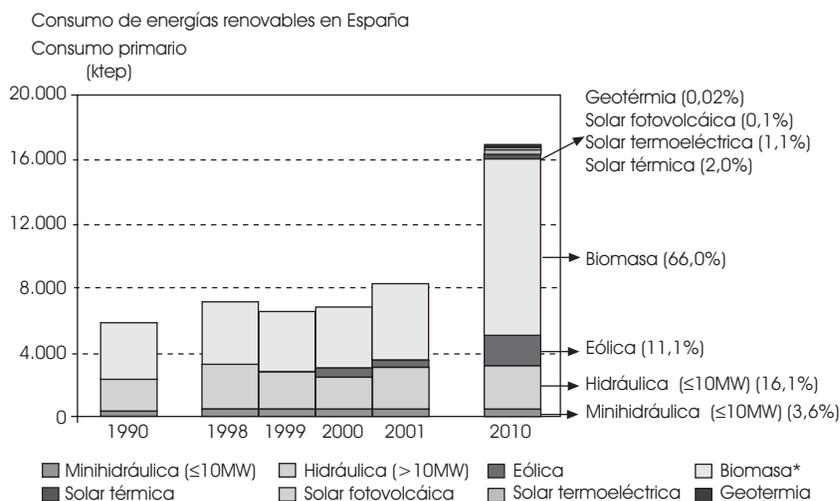


GRÁFICO 5
OBJETIVOS DE CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE FOMENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES

FUENTE: IDAE.

ma para obtener silicio cristalino de grado solar. La fusión del silicio para la obtención del silicio de grado solar a un precio aceptable para las aplicaciones solares constituirá el gran reto tecnológico. Esta tecnología tiene que reducir costes, aumentar la eficiencia de las células y el desarrollo de sistemas de concentración.

Otra dificultad es su insuficiente rendimiento de captación solar, lo que obliga a mantener una fuerte actividad de investigación básica para conseguir nuevos sistemas de captación más eficientes. No obstante, en el caso de la energía solar, y sobre todo en verano, la electricidad producida puede ser un apoyo de gran interés en los picos de demanda eléctrica por el fuerte consumo del aire acondicionado. En general, esta tecnología requerirá apoyo institucional, como se ha hecho en Japón y Alemania, beneficiando a los usuarios para que se promuevan proyectos de demostración desde las organizaciones públicas.

Térmica de baja temperatura ↓

Actualmente la energía solar térmica de baja temperatura ha alcanzado su plena madurez tecnológica y comercial en España, con más de 20 años de experiencia y más de 3.000 instalaciones realizadas. El principio de funcionamiento es sencillo y asequible a pequeños fabricantes. De cara al futuro es necesario introducir ciertas mejoras sobre la base tecnológica existente con colectores vidriados, avanzando en aspectos fundamentales del diseño, en el aumento de la calidad de las superficies selectivas, la fabricación de componentes específicos y la integración de sistemas. Es conveniente introducir las bases para aumentar aún más la vida útil de los equipos e instalaciones desde la media actual de los 20 años hasta al menos 30, pero manteniendo la simplicidad de la tecnología, menor coste de inversión,

producción a gran escala y mejoras de los procedimientos de producción y de comercialización.

Para aplicaciones de menor temperatura se puede contar con elementos no vidriados, constituidos por materiales sintéticos más sencillos y baratos. En aplicaciones para temperaturas más altas pueden emplearse colectores de vacío, CPC (Compound Parabolic Concentrator), colectores TIM (Transparent Insulating Material), etc., capaces de alcanzar temperaturas de hasta 120° C.

Durante el año 2002 se han instalado en España 52.000 nuevos metros cuadrados de colectores solares térmicos, lo que supone un incremento del 28,5% respecto a la superficie de captación del año 2001. Las cifras de nueva superficie instalada son, a pesar del incremento que vienen experimentando anualmente, insuficientes para alcanzar los objetivos del PFER en esta área. De los 4,8 millones de metros cuadrados previstos para el año 2010, en el mes de junio de 2002 sólo estaban instalados 467.700 m².

Aunque las ayudas proporcionadas por el IDAE han supuesto un impulso importante, lo mismo que el esfuerzo que están realizando las comunidades autónomas, a pesar de todo ello el crecimiento experimentado es insuficiente. 31.424 m² se han cubierto en instalaciones individuales (de una media de 6 m²) y el resto, 20.622 m², en instalaciones colectivas (de 63 m² de media), mientras que las previsiones del Plan de Fomento eran de 47.000 y 141.000 m², respectivamente, muy superiores, sobre todo en lo relativo a instalaciones colectivas.

La evolución previsible del mercado solar térmico en España se ve favorecida por factores tales como el potencial disponible, la capacidad de acogida del mercado existente, la experiencia de los fabricantes

españoles, la madurez tecnológica alcanzada y las tendencias en países semejantes al español y en los de la Unión Europea. Teniendo en cuenta que nuestro potencial solar es el más elevado de Europa y que, sin embargo, la *ratio* de superficie de captación de energía solar térmica por cada 1.000 habitantes está por debajo de la media europea (8,7, frente a 19,9 m²/1.000 habitantes de la Europa de los 15), es previsible que con las medidas adecuadas se alcancen relaciones al menos similares a las de los países de mayor uso, propiciándose un aumento considerable en la demanda de superficie de captación.

Andalucía es la comunidad autónoma con mayor superficie de captación solar, más de 140.000 m² a finales del año 2001, y en la que en ese mismo año se instalaron más metros cuadrados de captación, 25.707, la siguen a gran distancia, aproximadamente la mitad de superficie, las Islas Baleares y Canarias.

Su aplicación en calefacción y para agua caliente sanitaria ha conducido a una fuerte utilización en el mercado, con equipamiento suministrado por empresas internacionales a través de sus departamentos comerciales en la mayoría de los casos. La instalación se realiza a través de empresas instaladoras domésticas poco familiarizadas con la tecnología y que han ofrecido baja calidad. Los fabricantes nacionales, conscientes del problema, han iniciado un replanteamiento estratégico conducente a mejorar sus productos a base de mejorar los sistemas, reduciendo costes de materiales y mejorando la capacidad de captación y sobre todo impulsando el lanzamiento de diseños con sistemas integrados de instalaciones.

Solar térmica de media y alta temperatura ↓

En relación con la energía solar de media y alta temperatura, para las que los colectores planos convencionales presentan un rendimiento muy escaso, se requieren otros sistemas que permitan generar vapor. Para altas temperaturas, son necesarios sistemas de concentración: disco parabólico y campo de espejos orientados (helióstatos) que reflejan la radiación sobre un intercambiador de calor situado en la parte superior de una torre central.

España tiene una posición de privilegio con la Planta Solar de Almería como una de las plantas piloto experimental más grandes del mundo. Esa iniciativa ha promovido el proyecto de cuatro plantas que se instalarán en España en los próximos años y que estarán conectadas a red antes del año 2006. Uno de los proyectos está promovido por EHN y se situará en Montes del Cierzo (Navarra), con una potencia de 15 MW.

De la misma potencia será la planta del proyecto Solar Tres, promovido por Ghera, en colaboración con las empresas americanas Boeing y Bechtel y que se ubicará en la provincia de Córdoba. El proyecto conocido como Andasol parece llevar buen ritmo en Almería, pero ninguno está tan avanzado como el PS 10 promovido por Sanlúcar Solar del grupo Abengoa, que tendrá 981 helióstatos de 91 m² y producirá 22 GWh anuales, ubicándose en Sanlúcar la Mayor (Sevilla); este proyecto destaca sobre los demás por estar contando con numerosos desarrollos propios conducentes a disponer de su propia tecnología. Para ello está contando con la colaboración de la Plataforma Solar de Almería del CIEMAT. Recientemente se ha anunciado la construcción de la mayor planta solar del mundo en Granada, 50 MW, por parte de la empresa alemana Solar Millennium AG.

En las previsiones del IDAE, teniendo en cuenta el alto nivel de radiación existente en España, el apoyo tecnológico que puede dar la Plataforma Solar de Almería y dado que todas las tecnologías han demostrado su factibilidad tecnológica, se podría llegar para el año 2010 a un objetivo de 200 MW.

Biocombustibles sólidos ↓

En los biocombustibles sólidos, se deben considerar varios aspectos: los distintos recursos iniciales utilizados, la existencia de diferentes tratamientos posteriores y las diferentes aplicaciones finales. Dentro de los recursos nos encontramos con distintas posibilidades entre residuos forestales, agrícolas leñosos y herbáceos, de las industrias forestales y agrícolas y cultivos energéticos. Asimismo, pueden someterse a operaciones de adecuación y transformación antes de aplicarse en usos energéticos: almacenamiento, triturado, molienda, secado, densificación y almacenamiento del producto final. Por último, las aplicaciones son muy diversas y cada una de ellas requiere tecnologías diferentes, según se haga un uso doméstico, térmico, industrial o eléctrico.

En este sector es en el que se tienen puestas las máximas expectativas con miras a los planes establecidos para el 2010 dentro del PFER. En producción eléctrica se ha llegado a una potencia instalada de 164,3 MW, lo que ha supuesto un crecimiento durante el año 2001 del 11,31% con respecto a la potencia instalada el año anterior. La producción eléctrica ha ascendido a 928,3 GWh/año, lo que supone un aumento con respecto al año 2000 del 16%. En generación térmica el aumento ha sido inferior, del 0,36%, empleándose sólo 3.352 ktep. De acuerdo con estas cifras y con las del año anterior el crecimiento de la biomasa está muy por debajo de las expectativas.

En este sector España se encuentra en el sexto lugar europeo, detrás de Francia, Suecia, Finlandia, Alemania e Italia, con una tercera parte de la produc-

ción francesa, que ocupa el primer lugar. No obstante, aparte de que FENOSA ha previsto construir tres plantas de biomasa en la Comunidad Valenciana, está la planta de biomasa de EHN en Sangüesa, y ENDESA ha puesto en marcha la planta eléctrica de orujo de oliva en Villarta de San Juan (Ciudad Real) y otra planta construida en Baena (Córdoba).

Al mismo tiempo se están haciendo varios desarrollos con distintas tecnologías, combustión y gasificación, con diferentes tipos de biomasa. Estas actuaciones apuntan a que se mejoren considerablemente las cifras para años sucesivos, aunque por el momento la mayor dificultad encontrada en este sector sigue siendo el alto coste del transporte, sobre todo cuando se trata de plantas de un cierto tamaño.

La planta de biomasa para la producción de energía eléctrica de Sangüesa (Navarra) de EHN, que se empezó a construir en el verano de 2000, comenzó a vender sus primeros megavatios en el verano de 2002. Se trata de una planta de 25 MW, que permitirá producir 200.000 MWh/año mediante la combustión de 160.000 toneladas/año de paja cereal.

En el caso del aprovechamiento térmico, en el sector doméstico se realizaron 11 nuevos proyectos, con un consumo de biomasa de 16 ktep, y en el sector industrial hay 19 nuevas plantas, con un consumo de biomasa de 3,6 ktep. En el año 2001 el consumo total de biomasa en España ha sido de 3.664 ktep, de los que 3.352 se han destinado a usos térmicos. Andalucía es la comunidad autónoma con mayores consumos anuales, llegando en el 2001 a 772 ktep, le siguen de cerca Galicia, con 668 ktep, y Castilla y León, con 411 ktep.

Como ya se ha comentado, la evolución de este recurso durante los tres primeros años de vigencia del Plan de Fomento arroja resultados muy preocupantes: el grado de cumplimiento, sobre los objetivos energéticos al 2006, no alcanza siquiera el 4%. Debido a esta enorme desviación, algunas de las medidas que están analizándose para su despegue son:

- ✓ Creación en el año 2004 de la Comisión Interministerial para el aprovechamiento energético de la biomasa.
- ✓ Creación de un grupo específico de trabajo IDAE-CCAA dentro de la Comisión Consultiva de Ahorro y Eficiencia Energética en el 2002, cuyo objetivo es determinar las medidas para proporcionar el impulso al sector.
- ✓ Conjunto de medidas de apoyo a la co-combustión de la biomasa en centrales de generación de electricidad con carbón, incluyéndolas dentro del Régimen Especial.

- ✓ Programa de choque de innovación y desarrollo tecnológico para sentar las bases del desarrollo comercial de la biomasa, condicionado para avanzar en la curva de aprendizaje tecnológico al ser difícilmente replicable parte de las instalaciones.

Hasta el momento, el uso que se está haciendo de la biomasa es fundamentalmente de residuos biomásicos de toda la cadena agrícola alimentaria y de las industrias madereras y similares. Esta biomasa residual, por este motivo, ha pasado de ser un producto residual, en algunos casos problemático, a ser materia prima de uso energético, lo que ha supuesto el encarecimiento de un producto inservible. La tendencia a construir plantas de electricidad de un determinado tamaño se ha encontrado con problemas añadidos por el encarecimiento de la biomasa, debido a la logística de recogida y al transporte. La utilización en cogeneración, por otro lado, se ha encontrado con la competencia del gas natural.

La gran ausencia en el sector de la biomasa son los cultivos energéticos. Éstos ofrecen otra panorámica a la biomasa y es la única vía de conseguir su introducción firme en el sistema energético. Estos cultivos tienen que ser específicos para fines energéticos, con plantaciones del máximo contenido energético posible en cada territorio y latitud, a ser posible que no sean coincidentes con los productos de la cadena alimenticia, para no encarecerlos. Un tratamiento similar requiere la logística de recogida, que exige un tratamiento más industrial, la agroenergía. Con respecto al aprovechamiento energético, mientras que el precio de la electricidad no llegue a ciertas cotas, es recomendable la utilización de la biomasa para su uso térmico o para la producción de biocombustibles líquidos para uso en transporte. El uso eléctrico de la biomasa debe pensarse sólo en sistemas de mezclas de combustibles con carbón y productos residuales y preferentemente en plantas pequeñas con fines de cogeneración.

Biocombustibles líquidos ↓

Los biocarburantes constituyen una alternativa a los combustibles tradicionales en el área del transporte. Bajo esta denominación hay dos líneas totalmente diferentes: la del bioetanol, destinado a la sustitución de la gasolina, y la del biodiesel, para el gasoil. En lo que se refiere a la producción de bioetanol, en la actualidad se obtiene de cultivos tradicionales como los cereales, el maíz y la remolacha, que presentan un alto rendimiento en alcohol etílico y se emplean procesos idénticos a los de las industrias afines.

En cuanto a las tecnologías para la producción de biodiesel, se parte del uso de variedades comunes de especies convencionales como el girasol y la colza, con alta riqueza grasa y unos sistemas de producción adaptados al medio rural tradicional. El pro-

ceso de transformación incluye operaciones de extracción y refinado, y, en la mayor parte de los casos, un proceso de transesterificación, con el que se consigue un combustible utilizable en motores convencionales y glicerina como subproducto. Como materia prima se podrían incorporar nuevos productos agrícolas o aceites usados.

En lo relativo a biocarburantes, en el 2001 la única planta existente se encontraba ubicada en Cartagena, perteneciente al grupo Abengoa, con una capacidad de producción de 51,2 ktep. Durante el año 2002 entró en funcionamiento una planta de producción de biodiesel a partir de aceites usados de fritura en Barcelona, que permite la producción de 6.000 toneladas de combustible.

También a la producción de biodiesel, a partir de aceites vegetales usados, se destinará la planta de Alcalá de Henares, que tendrá una producción de 5.000 toneladas/año. Están en proyecto también dos plantas en Cataluña (la de Bionet Europa, S.L. y la de Biocarburants de Catalunya, S.A.) para la producción de biodiesel. Entrarán en funcionamiento en los próximos años las dos plantas de producción de biotanol en construcción, en Galicia y Castilla y León.

La aprobación de la Directiva para la promoción del uso de biocombustibles para el transporte, que establece objetivos mínimos de consumo para los años 2005 (2%) y 2010 (5,75%), ha supuesto multiplicar por 3,2 el objetivo del PFER. Asimismo, como medida adicional de impulso, se ha aprobado la Ley 53/2002, que establece para los biocarburantes un tipo cero del Impuesto sobre Hidrocarburos, con vigencia hasta 2012.

Las variaciones más significativas se refieren a los anuncios de una nueva fábrica de biodiesel en Mallorca utilizando aceites usados de cocina; Abengoa se ha convertido en el segundo productor mundial, al incorporar otra planta en La Coruña y comprar el quinto productor del mundo, High Plains Corporation, de Estados Unidos, con tres fábricas y una facturación de 169,5 millones de euros. La Unión Europea está a punto de sacar directivas que impulsen este sector, aunque no está decidida a establecer límites fijos mínimos.

Para defender los intereses del sector se constituyó la Asociación Nacional de Biocarburantes, que cuenta entre sus asociados no sólo con industriales involucrados, sino también con representantes de los sectores agrícola, financiero y tecnológico.

Los biocombustibles líquidos tienen que competir en el mercado con los derivados del petróleo. Al mismo tiempo, los motores tienen que adecuarse al uso de estos combustibles. Las recomendaciones de la Unión Europea van a suponer una demanda de es-

tos productos, cuyo cuello de botella se encuentra en la falta de materia prima para su producción en muchos países, por el mismo problema ya presentado en el caso de la biomasa para uso térmico, la necesidad de nuevos cultivos energéticos.

Biogás ↓

El aprovechamiento energético del biogás viene como una consecuencia de la valorización energética por digestión anaerobia de residuos biodegradables que requieren su eliminación por criterios medioambientales. Estos residuos biodegradables engloban los ganaderos, lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales, efluentes industriales y fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos. La fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos puede explotarse con viabilidad económica en vertederos controlados a partir del orden de las 200-250 t/día de capacidad. La situación en la que se encuentran en la actualidad este tipo de aprovechamientos energéticos varía según el residuo considerado y sus aplicaciones energéticas, dividiéndose en dos grupos: térmicas y eléctricas. Las aplicaciones eléctricas requieren un mayor nivel de inversión y suelen realizarse a partir de la combustión del biogás en motores.

En el año 2001 entraron en funcionamiento tres nuevas plantas de producción eléctrica con biogás, dos en Cataluña y una en Andalucía, con una potencia total de 2,648 MW, lo que sitúa la potencia actual instalada en 45,8 MW a finales de año. La comunidad autónoma con mayor potencia instalada es Madrid, con 19,09 MW. Las cuatro nuevas instalaciones en marcha hasta junio de 2002 se localizan en el País Vasco (dos), Cataluña y Galicia. De los consumos totales de biogás, un 47% corresponde a vertederos, mientras que la depuración de aguas residuales alcanza un porcentaje del 7% y la industria azucarera un 7,5%. El continuo desarrollo de esta área obedece, básicamente, a razones medioambientales, dada la necesidad de eliminar y tratar los distintos tipos de residuos.

El incremento del 6% de potencia experimentado por las plantas que utilizan biogás ha llevado a una potencia instalada de 45,8 MW, lo que supone un 21% de los 35 MW de crecimiento previstos en el PFER. España sigue estando en la séptima posición europea, con una producción nueve veces inferior a la del Reino Unido, que se mantiene claramente en cabeza. Se llevaron a cabo varias iniciativas en este sector a lo largo del año 2002, entre las que se puede señalar la del aprovechamiento del vertedero municipal de Madrid.

La problemática planteada en los capítulos anteriores relacionados con la biomasa es similar en el caso del biogás, con el agravamiento, y al mismo tiempo la ayuda, que le puede ofrecer el gas natural. El biogás es un producto que ofrece problemas impor-

tantes en los procesos de transformación energética, por la variedad tan grande de gases mezclados, y sus diferentes composiciones obligan a diseños específicos para los motores y turbinas, en materiales y características físicas; su dilución con gas natural beneficia los procesos en general.

Minihidráulica ↓

Las turbinas hidráulicas en sus diferentes variantes constituyen bienes de equipo tecnológicamente maduros. En España se construyen todo tipo de turbinas hidráulicas, estando presentes los más prestigiosos fabricantes licenciatarios de multinacionales extranjeras, a la vez que existe un número suficiente de fabricantes de bienes de equipo, instaladores y montadores con capacidad tecnológica necesaria para satisfacer las demandas del mercado y proporcionar un servicio óptimo. En relación con las obras civiles, su desarrollo tecnológico se centra principalmente en evitar en lo posible la degradación ambiental, minimizando sobre todo los grandes movimientos de tierra, para lo cual se tiende a nuevos sistemas de construcción y al empleo de materiales prefabricados. Últimamente se vienen utilizando azudes o presas inflables en lugar de los diseños clásicos.

En cuanto a las ingenierías, que son la base para el diseño, construcción y puesta en marcha de centrales hidroeléctricas, han alcanzado un grado de profesionalidad importante, con equipos humanos sumamente cualificados y bien dimensionados. Existe un número suficiente de fabricantes de turbinas hidráulicas, así como instaladores y montadores con la capacidad tecnológica necesaria para satisfacer las demandas del mercado y proporcionar un servicio óptimo.

El esfuerzo realizado en España en este sector desde 1990 ha sido considerable, pero se encuentra por debajo de lo previsto, debido a la dificultad para la obtención de las necesarias concesiones de aguas, cuyo período de tramitación excede, con frecuencia, a los cinco años. El crecimiento de potencia experimentado en 2001 es del 1,95%; con este crecimiento no se alcanzarán las previsiones establecidas en el Plan de Fomento de las Energías Renovables en España (PFER) para el 2010, que son de 720 MW más que en 1999. Hasta el momento se ha cubierto sólo el 8,81%; tecnológicamente no existen limitaciones, pues las turbinas hidráulicas son bienes de equipos tecnológicamente maduros. En la actualidad está en construcción la central hidráulica de Pomar, en Boñar (León).

En el año 2001 se pusieron en marcha 34 nuevas centrales minihidráulicas (< 10 MW), con un aumento en la potencia instalada de 36,6 MW en total. Durante los seis primeros meses de 2002 se pusieron en marcha cuatro nuevas centrales (12 MW en total),

con lo que la potencia de generación se situaba en junio de 2002 en 1.631 MW, con unas 1.118 centrales en toda España.

Por comunidades autónomas, las nuevas instalaciones en el año 2002 (seis primeros meses) se emplazan en Castilla y León, Cataluña, Andalucía y el País Vasco. Las dos primeras fueron las que mayor crecimiento registraron en el año 2001 y las que más centrales y mayor potencia generaron en España: Castilla y León, con 254,5 MW de potencia instalada en 163 centrales y un incremento de 20 MW respecto al año 2000, y Cataluña, con 228 MW en 270 centrales, con un incremento de 12 MW respecto al año 2000. Por cuencas hidrográficas, la del Ebro destaca con más del 31% de la potencia total instalada. En el año 2001 las cuencas que concentraron la nueva potencia instalada fueron las del Duero y la de Cataluña.

El PFER tiene como objetivo alcanzar 2.230 MW de potencia en el año 2010, de los que 440 MW deberían instalarse antes de 2006. El ritmo actual de crecimiento y de nuevas instalaciones no parece que sea suficiente para alcanzar los objetivos fijados en el Plan. Los mayores problemas son la tramitación de concesiones y autorizaciones (la media se sitúa en cinco años) para el aprovechamiento hidroeléctrico y los estudios de impacto ambiental de carácter local. Sin embargo, la minihidráulica es una de las energías con menor impacto ambiental y en donde la tecnología existente puede paliar los impactos ambientales de estas centrales. Según diversos estudios, el aprovechamiento minihidráulico de nuestros ríos permitiría la instalación de cerca de 1.000 MW adicionales.

Hidrógeno y pilas de combustible ↓

Un conjunto de empresas españolas se han movilizadas ante el auge internacional creciente del vector energético hidrógeno-pilas de combustible, fundamentalmente en el sector transporte. De la mano de Daimler-Benz e Irisbus y de la Comisión Europea se ha promovido el proyecto de demostración de la utilización de las pilas de combustible en autobuses urbanos (CUTE, Transporte Urbano Limpio para Europa), en los que se han integrado las empresas municipales de Madrid y Barcelona, junto con otras grandes ciudades europeas como Amsterdam, Estocolmo, Hamburgo, Londres, Luxemburgo, Oporto y Stuttgart.

Esta iniciativa ha sido apoyada por empresas gasistas y petroleras como REPSOL YPF, Gas Natural, Air Liquide y BP, junto con otras europeas en lo referente a la producción y suministro de hidrógeno, así como en lo referente a modelado de plantas y sistemas de distribución.

Las grandes empresas eléctricas, iniciado por IBERDROLA y acompañado por ENDESA, promovieron, de

la mano de ingenierías como Empresarios Agrupados, la investigación y el desarrollo en pilas de combustible para cubrir la faceta de la generación distribuida o como sistemas de apoyo a procesos de producción eléctrica en las plantas, como sería el caso de ELCOGAS, de gasificación integrada en ciclo combinado o de apoyo en las redes de distribución. Esta iniciativa en la línea de las pilas de combustible de carbonatos fundidos ha perdido interés por parte de las empresas eléctricas, no obstante IZAR dispone de una pila de carbonatos fundidos en la que han participado en su desarrollo.

La diversificación del Grupo Abengoa hacia el sector de las energías renovables ha incluido su integración en este ámbito energético con miras a situarse como posible productor de hidrógeno a partir de bioalcoholes y en lo referente a la fabricación de componentes para el sistema de generación hidrógeno-pilas de combustible, para lo que ha creado la empresa Hynergreen Technologies. Desde el sector de la industria de fabricación de componentes de automóvil hay empresas como AJUSA que están haciendo una apuesta tecnológica estratégica de futuro para introducirse en la faceta de fabricación de componentes fundamentales de las pilas de combustible como electrodos, membranas, placas separadoras u otros y su ensamblaje

Todos estos posicionamientos se completan con la aparición de la empresa David Fuel Cell, que ha orientado su actividad empresarial hacia la fabricación de reformadores, electrolizadores, catalizadores y nuevas membranas, desarrollo de materiales y ensamblaje de pilas de combustible. Esta empresa piensa facturar 120 millones de euros y está instalando una fábrica en Segovia. Tras estas actuaciones y aquellas que puedan surgir como consecuencia de la propia evolución nacional o a escala mundial se ven reforzadas por una infraestructura de I+D amplia, con equipos de investigación de prestigio reconocido internacionalmente.

La infraestructura de I+D dispone de una red de pilas de combustible del CSIC en la que participan 15 institutos, además de la presencia activa de otros organismos públicos de investigación como el CIEMAT y el INTA y numerosos departamentos universitarios repartidos por toda España. Esta infraestructura se completa con la participación activa junto a las empresas y los OPIS de centros tecnológicos como CARTIF, Inasmet, CIDAUT o CIDETEC, entre otros.

Al mismo tiempo, existen sectores como el de la industria electroquímica, como productores natos de hidrógeno, muy interesados en la tecnología de las pilas de combustible por lo que puede suponer de ahorro energético y por consiguiente de reducción de costes de fabricación de sus productos, al ser consumidores intensivos de energía eléctrica en co-

rriente continua, que podrían aprovechar las pilas de combustible como vía de utilización del hidrógeno producido en sus propios procesos.

Las empresas del sector de la cogeneración han manifestado también su interés en las pilas de combustible, por tratarse de auténticos sistemas de cogeneración que se presumen, como más limpios y eficaces que los actuales, aunque requieran reducir considerablemente su precio.

Para potenciar, coordinar y dar a conocer los esfuerzos y tecnologías relacionados con el hidrógeno y las pilas de combustible, se han constituido la Asociación Española del Hidrógeno (AEH₂) y la Asociación Española de Pilas de Combustible (APPICE). Hay comunidades autónomas que igualmente se han decidido por impulsar actuaciones orientadas a la producción de hidrógeno, creando consorcios o fundaciones locales con este fin a partir de la energía eólica entre otras fuentes energéticas

ACTUACIÓN PÚBLICA EN ESPAÑA ¶

En unos momentos en los que a escala internacional se está haciendo un llamamiento a todos los países para reducir la emisión de gases de efecto invernadero, a través del Protocolo de Kyoto, y en el que la energía es la primera productora de estos gases, se requiere una mayor contribución de las energías renovables en el conjunto del consumo mundial de energía primaria. Por otro lado, la Unión Europea, con una dependencia del 50%, en el momento actual, de recursos energéticos procedentes de terceros países, ha hecho a los países miembros un llamamiento específico para que se recurra a fuentes energéticas autóctonas para evitar la tendencia creciente de esta dependencia y poder asegurar el abastecimiento.

La preocupación por el abastecimiento en Europa ha llevado a las empresas europeas a potenciar el sector de las energías renovables, tanto en lo que respecta al sector industrial y tecnológico como al propio sector energético. Cada país miembro ha abordado el tema con políticas industriales y tecnológicas diferentes, dando como resultado un sector emergente donde la competitividad está más ligada a las estrategias tecnológicas emprendidas que a las propias estrategias comerciales. En algunos subsectores los próximos años van a ser decisivos, pues se puede producir un despunte de algunas tecnologías, lo que requiere una adecuada coordinación entre la investigación técnica y el desarrollo tecnológico con las iniciativas empresariales en innovación y comerciales y con las políticas públicas hacia los sectores tecnológicos y hacia los sectores energéticos.

La competitividad de las empresas españolas, ya conseguida en algunos sectores como el eólico o el

fotovoltaico o con fuertes posibilidades de conseguirse como es el caso de otros subsectores por su situación más incipiente, tiene que ser fuertemente apoyada, no sólo mediante medidas económicas de ayuda a la generación energética de forma directa o indirecta, como se viene haciendo, sino también con apoyos económicos firmes a los sectores industriales que les permita iniciar esa competitividad desde la investigación y el desarrollo, mejorando la coordinación de los grupos de investigación técnica, y potenciando la creación de grupos en áreas deficitarias, integrando los esfuerzos de los diferentes elementos de las cadenas tecnológicas y estimulando la utilización de las nuevas tecnologías con desarrollos nacionales, actuando la administración como primer demandante de las nuevas tecnologías.

Como se indicó en la parte introductoria, el sector de las energías renovables ha surgido como una consecuencia de las decididas actuaciones emprendidas desde la Administración, que nacieron con las iniciativas tomadas por el IDAE y previamente por el Centro de Estudios Energéticos con actuaciones de fomento y apoyo económico y financiero. Se complementó con iniciativas de investigación y desarrollo, con la creación del Instituto de Energías Renovables en el CIEMAT y con la inclusión de un área de investigación sobre energías renovables dentro del Programa de Investigación Electrotécnico del Plan Nacional de Investigación Energética (PIE). Estas medidas, tomadas en los primeros años de la década de los ochenta, fueron los embriones sobre los que asentaron iniciativas posteriores en el sector empresarial.

El crecimiento tan brusco experimentado por el subsector eólico es consecuencia directa del adecuado planteamiento y enfoque realizado, por un lado, dentro del Programa de Investigación Electrotécnico, merced al cual las empresas eléctricas promovieron numerosos proyectos de investigación técnica que iban desde la obtención de mapas de vientos en toda la Península Ibérica, pasando por desarrollos de prototipos de diversos tamaños y tecnologías y llegando a proyectos de asimilación de tecnologías en uso en aquellos tiempos. Este planteamiento adecuadamente coordinado y cooperativo, no sólo supuso poner a las empresas al nivel tecnológico existente, sino que también las capacitó para desarrollos ulteriores y para pasar a la iniciativa tecnológica. A su vez, las empresas eléctricas crearon empresas con objetivos específicos y potenciaron un subsector anteriormente inexistente.

A esta iniciativa se unió, por otro lado, la nucleación en un instituto, dentro de un organismo público como el CIEMAT, de una investigación aplicada y dirigida a dar apoyo a ese sector industrial emergente y desde donde fueron saliendo profesionales que, al mismo tiempo, se incorporaban a las empresas, provocándose con esa transferencia de investigadores a las

empresas con una clara vocación innovadora que las ha permitido adentrarse en un mercado competitivo y conseguir superar en el conjunto a otros países de los que se tomó la tecnología inicial. De esta forma se ha conseguido llegar a ocupar, como país, el segundo puesto en el *ranking* internacional, superando a países que estaban por delante, como Estados Unidos, Holanda o Dinamarca, y quedándonos detrás de Alemania, que aún sigue en primer lugar.

La tercera actuación, que se une a las dos anteriores, es el impulso dado con los planes de actuación del IDAE, que en todo momento ha permitido a las empresas encontrar un catalizador adecuado para que se fuese ampliando progresivamente la demanda industrial dentro del sector, impulsando la construcción de parques eólicos y financiando las iniciativas al respecto.

Un ejemplo similar, aunque a escala menor, como consecuencia de la menor madurez de la tecnología, se ha dado en la energía solar fotovoltaica. No obstante, a pesar de su situación, aún incipiente, se ha conseguido una posición de liderazgo en la investigación, donde el CIEMAT y el Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid se encuentran como grupos de calidad a escala mundial.

Al mismo tiempo, existen empresas que se encuentran entre los primeros productores del mundo, con un alto porcentaje de exportaciones. En este caso, el sector eléctrico adoptó una posición menos activa, dado el nivel tecnológico existente, pero, no obstante, potenciaron, a través de varios parques fotovoltaicos, la creación de un mercado que posibilitó la aparición de fabricantes y al mismo tiempo les permitió entrar en el mercado incipiente con suministros de demostración que se han proporcionado a todo el planeta. Con una estrategia diferente por parte de las empresas y con las mismas actuaciones públicas se han conseguido efectos similares, cada uno a su nivel tecnológico. En ambos casos han permitido a las empresas españolas situarse en la primera línea internacional.

Anteriormente, las actuaciones públicas, en relación con la energía hidroeléctrica, permitieron el posicionamiento tecnológico de vanguardia en este subsector, lo que es de fácil extrapolación al subsector minihidráulico, pero en el que la fuerte competencia desde empresas multinacionales impide disponer de esa posición de privilegio existente en los dos subsectores anteriores.

La supresión del Plan de Investigación Energético ha reducido considerablemente el apoyo económico para proseguir con el impulso a las empresas españolas del sector para ponerse o mantenerse en posiciones privilegiadas para soportar la competencia que existe y va a crecer en el futuro inmediato en este sector energético como consecuen-

cia de la necesaria potenciación de las fuentes energéticas autóctonas para contrarrestar la dependencia europea y sobre todo nacional en el abastecimiento energético y para poder dar cumplimiento a los compromisos contraídos con el Protocolo de Kioto. El Programa Nacional de Energía del PROFIT no ofrece las mismas posibilidades que ofrecía el PIE, mientras que no se aumente de forma considerable su dotación presupuestaria, se consiga una mayor agilidad administrativa y se ejerce una mayor coordinación entre todos los elementos de la cadena tecnológica.

Se ha percibido una presencia masiva de las empresas del sector de las energías renovables en el PROFIT con propuestas de proyectos orientadas dentro de las líneas estratégicas marcadas y principalmente hacia la mejora de su competitividad. La escasez presupuestaria ha impedido satisfacer todas las peticiones formuladas, e incluso aquellos casos que han obtenido ayudas no han sido ni en la forma solicitada ni en las cantidades formuladas, pues han recibido créditos en lugar de subvenciones.

Las actuaciones públicas pueden servir como elementos dinamizadores del desarrollo del sector y permitir a las empresas ganar competitividad en un mercado global mediante planes bien estructurados y planificados de utilización de las tecnologías renovables en uso e incipientes en las instalaciones públicas, de forma que su utilización en proyectos de demostración permita a las empresas incrementar su capacidad de producción y potenciar desarrollos nuevos que les permitan aumentar su competitividad en el mercado global existente. Esta medida ya se ha puesto en práctica por algunas organizaciones no gubernamentales en países en vías de desarrollo.

FORTALEZAS Y DEBILIDADES DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES †

La situación de los distintos subsectores es completamente distinta, por ello son diferentes sus fortalezas y debilidades.

■ El sector más fuerte en estos momentos es el **eólico** y su principal fortaleza se encuentra en la gran competencia a escala nacional, como consecuencia de los diferentes fabricantes existentes unido a la demanda creciente nacional e internacional, debido al sistema de apoyo existente a los generadores eólicos. Lo que es fortaleza, por un lado, se convierte en debilidad, por otro, pues el aumento de la competencia internacional exige un mantenimiento activo de los factores innovadores, lo que obliga a las empresas a hacer grandes esfuerzos en investigación y desarrollo y por tanto a hacer fuertes inversiones en nuevos e innovadores equipamientos.

Al mismo tiempo, dado el alto crecimiento del sector, se considera que es un sector completamente comercial, lo que está aún bastante alejado de la realidad, por tratarse de un sector en continua evolución, lo que puede llevar a las empresas a la pérdida de la competitividad por falta de liquidez para afrontar las inversiones de desarrollo tecnológico.

■ La posición de la **energía fotovoltaica** es distinta, aunque, al igual que la anterior, ocupe una posición privilegiada. Este sector requiere reducir considerablemente el coste de los paneles solares fotovoltaicos para que la energía producida sea competitiva. Este hecho es muy importante desde el punto de vista de la demanda, ya que en la actualidad la demanda existente se puede considerar testimonial. El objetivo de este sector, desde el punto de vista de innovación, es reducir considerablemente el coste unitario y esto aún requiere mucha investigación y desarrollo, lo que sale del control de las empresas, donde se requiere hacer un esfuerzo importante en los grupos destacados que existen en el país, procurando que se mantengan en situación de liderazgo científico tecnológicos pero siempre con los objetivos puestos en la industria nacional, desde donde se deben marcar las pautas de interés de la investigación aplicada y procurando que se mantenga una adecuada coordinación entre las empresas y los equipos de investigación para evitar que los esfuerzos de los últimos acaben en la competencia de las empresas españolas, es decir, debe darse un apoyo importante a la investigación nacional, por encima de la investigación europea.

Hay que tener en cuenta que la posición de liderazgo actual de las empresas españolas puede ser una oportunidad importante con miras al futuro, cuando se llegue a costes competitivos, dado lo importante que puede ser este sistema de generación eléctrica en países en vías de desarrollo. Uno de los puntos de mayor importancia es el abaratamiento de la materia prima.

■ El punto más débil de la **biomasa** se encuentra en su excesiva dispersión en empresas de pequeño tamaño, con un alto grado de dispersión geográfica y excesivamente ligado a las iniciativas puntuales que van surgiendo. Por el contrario, la principal fortaleza de este subsector es el alto potencial de crecimiento. Es importante la estrategia planteada desde el Grupo Abengoa, aumentando paulatinamente su capacidad de negocio para controlar cada vez mejor el sector o por lo menos uno de los múltiples subsectores existentes dentro del sector.

Al igual que en el sector fotovoltaico, se requiere una contribución importante de la investigación y el desarrollo y aquí existen muchos grupos importantes y diferenciados, pero al mismo tiempo se requiere el establecimiento de líneas directrices que permitan

coordinar los esfuerzos de los grupos de investigación y de ellos con las empresas pioneras en los distintos sectores. Además de esta orientación, igualmente se requiere un mayor esfuerzo económico para fomentar la investigación técnica de las empresas. Cuando la tecnología permita reducir los costes de las instalaciones y de la operación, este subsector tendrá una posición importante con miras al mercado exterior en los países en vías de desarrollo. La mayor fortaleza de este sector es la existencia de suelo disponible para nuevos cultivos energéticos, al tiempo que se detecta una presencia mínima de empresas promotoras energéticas.

■ Ya en apartados anteriores se han mencionado las fortalezas y debilidades de la **minihidráulica**, en donde la adecuada posición tecnológica como punto fuerte y la demanda potencial que puede producirse desde Iberoamérica, la posición dominante de algunas multinacionales impiden a las empresas españolas poder llegar a una posición de control de la situación, por lo que sí es conveniente permitirles que adquieran una cierta solvencia.

■ La posición de la **energía solar térmica** es variada. En la solar de media y baja temperatura existe una fuerte competencia de otros países y la posición nacional no es lo suficientemente fuerte para controlar la situación en un mercado libre. Una gran parte de fortaleza se conseguiría con ayudas a la innovación conducente a productos más eficientes o a sistemas de fabricación más económicos que permitiesen reducir los costes de fabricación para competir con calidad y precio. En el caso de la solar de *alta temperatura* la posición es diferente y lo importante está en la potenciación de plantas solares que permitan a los sectores fabricantes lanzarse en un mercado que todavía es desconocido a escala, por lo que sería importante la existencia de un plan director que permitiese lanzar el subsector, provocando un adelantamiento comercial.

Así como en el sector energético el tema del medio ambiente es prioritario donde las energías renovables juegan el papel de solución medioambiental, es el tema del medio ambiente uno de los que más preocupan a las energías renovables, ya que contra ellas se ha iniciado el planteamiento del impacto visual como un nuevo sistema agresivo al medio ambiente, además de otros factores que puedan influir sobre la fauna y la flora. La proliferación de aerogeneradores ha promovido una ofensiva social contra su impacto visual, que se está extendiendo al impacto sobre la fauna y la flora y que ha obligado a algunas administraciones autonómicas o locales a aumentar las limitaciones de construcción de parques eólicos y por tanto al aumento de trabas administrativas. Tratamiento similar han afrontado las iniciativas en el sector de la minihidráulica o incluso en el de la energía solar de alta.

La regulación al respecto debe ser firme y genérica y adelantarse a las iniciativas sociales, para permitir al sector su evolución sin obstáculos imprevisibles que perjudiquen su evolución. Junto con la regulación se debe impulsar un plan bien estructurado de información al público que permita, desde el conocimiento profundo, contar con una población capaz de impedir ser manipulada desde sectores con intereses.

El sector de las energías renovables debe adquirir, en los próximos años, su propia identidad y consolidación, pero, debido a la situación prematura en la que se encuentra, es necesario que la propia Administración lo ayude a establecerse con firmeza. Se requiere aún un empuje considerable en investigación y desarrollo de una manera coordinada y bien estructurada, potenciando la integración del máximo de los elementos de la cadena tecnológica: organismos públicos de investigación, centros tecnológicos, empresas de ingeniería, de bienes de equipos y de servicios y las empresas productoras energéticas.

Hay que continuar fomentando la investigación técnica de las empresas, con apoyos de financiación pública acordes con la demanda, de forma que se facilite que la capacidad innovadora de las empresas les permita evolucionar tecnológicamente de forma coherente con su evolución comercial. La Administración debe actuar como primer usuario de los avances tecnológicos, introduciendo con criterios de promoción los sistemas desarrollados y eludiendo los criterios economicistas, mediante la implantación de múltiples y variados programas de demostración en sus instalaciones públicas, para que al mismo tiempo que sirvan como ejemplos impulsores tecnológicos, permita a las empresas aumentar sus capacidades de producción y favorecerse de la economía de escala reduciendo los gastos de producción.

BIBLIOGRAFÍA †

- Decisión número 1230/2003/CE del Parlamento Europeo y del Consejo: «Energía inteligente-Europa (2003-2006)», Comisión Europea.
- INFORME WETO: «World energy, technology and climate policy outlook 2030», European Commission.
- COM (2000) 769: «Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético».
- WORLD ENERGY OUTLOOK (2002): Agencia Internacional de la Energía (AIE).
- «ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (2004-2012)», Ministerio de Economía.
- «EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES», Boletín 5, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- «INFORME SOBRE LAS COMPRAS DE ENERGÍA AL RÉGIMEN ESPECIAL. PERÍODO: AÑO 2002», Comisión Nacional de la Energía.
- PLANIFICACIÓN DE LOS SECTORES DE ELECTRICIDAD Y GAS, DESARROLLO DE LAS REDES DE TRANSPORTE 2002-2011, Ministerio de Economía.
- «PLAN DE FOMENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA (PFER)», Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.

