

# EL CARBÓN, SUS POSIBILIDADES DE UTILIZACION EN ESPAÑA

Por J. R. García-Conde Ceñal

En una reciente publicación de la Agencia Internacional de la Energía «Steam coal» o «Le charbon vapeur» (1) se exponen las circunstancias que derivan de un estudio prospectivo hasta el año 2000 con distintos escenarios derivados del desarrollo de diferentes fuentes de energía y, principalmente, del establecimiento de programas nucleares más o menos ambiciosos.

Entre las conclusiones principales se dice textualmente:

»Las sociedades industrializadas y los países en desarrollo, han de ir a una sustitución masiva del petróleo por el carbón si desean mantener en este siglo un modesto crecimiento económico compatible con un aumento moderado de los precios de la energía. Este desplazamiento del petróleo por el carbón, sin embargo, no será en sí



**JOSE RAMON GARCIA-CONDE CEÑAL** es Director del Instituto Nacional del Carbón y sus Derivados, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Catedrático de Combustibles de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo, representante español en el IEA Coal Research y Vocal del Comité Ejecutivo del Economic Assessment Service for Coal de la Agencia Internacional de la Energía.

\* BAJO la rúbrica de «Ensayo» el Boletín Informativo de la Fundación Juan March publica cada mes una colaboración original y exclusiva de un especialista sobre un aspecto de un tema general. Anteriormente fueron objeto de estos ensayos temas relativos a la Ciencia, el Lenguaje, el Arte, la Historia, la Prensa, la Biología y la Psicología. El tema desarrollado actualmente es la Energía.

En números anteriores se han publicado *Materia y energía en el universo*, por Federico Goded Echeverría, Catedrático de Tecnología Nuclear en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid; *El petróleo en España: posibilidades, prospecciones, suministros exteriores*, por José Borrell Fontelles, Director de Investigación Operativa de la Compañía Española de Petróleos; y *La energía solar en España*, por Feliciano Fúster Jaume, Jefe del Programa Solar del Instituto Nacional de Industria.

mismo suficiente si no va acompañado por un desarrollo muy riguroso de los medios de conservación de energía.

Sin la contribución de estos dos factores, expansión en el empleo de carbones y ajustes rigurosos en la demanda y suministro, las necesidades de energía, dentro de una década, superarán a la producción de petróleo que los países exportadores estén dispuestos a obtener. En este caso, el mercado de energía futuro dará lugar a una combinación de fuerte aumento de precios, disminución del crecimiento, aumento del desempleo y muy costosa transformación de las industrias. Mientras que los precios altos permitirán la entrada en competencia de los yacimientos petrolíferos más costosos, del gas natural y, finalmente, de los combustibles sintéticos, estas fuentes de energía no son tan abundantes, dispersas y, en el caso de los sintéticos, técnica o comercialmente perfeccionadas, como los carbones. En comparación con el carbón, las otras fuentes son o muy pequeñas o llegarán muy tarde para permitir una transición suave a precios de energía más altos en la parte final de este siglo.

El límite de introducción del carbón no es ciertamente su volumen de reservas, pues los recursos explotables son muy grandes comparados con las necesidades hasta más allá del año 2000. Tampoco, aunque sean muy serios, los problemas ambientales derivados del aumento en el comercio y uso de carbones, impedirán la expansión de estos combustibles. Ha habido avances tecnológicos significativos en el minado, transporte y combustión de carbón, en forma ambientalmente aceptable, manteniendo costos competitivos. El aumento de comercio de carbones previsto en el estudio requerirá, sin embargo, nuevos avances tecnológicos que minimicen la nueva presión sobre la contaminación.

El impedimento principal parece ser un fallo o lentitud por parte de muchos planificadores energéticos públicos o privados para apreciar el creciente atractivo económico de usar carbones en lugar de petróleos. El potencial del carbón ha sido radicalmente transformado al elevarse los precios energéticos; este potencial será aún mayor con la subida, aunque sea moderada, de estos precios. Cuando el carbón llegue a ser una energía comercializada internacionalmente en cantidades importantes será, en muchos

casos, más competitivo que cualquiera de las otras fuentes de energía importantes por su abundancia. Pero la creación de un mercado mundial de carbones inmensamente expandido depende en parte de la adopción y ejecución de políticas gubernamentales coordinadas para facilitar el desarrollo de la industria del carbón y de su uso.»

Esta conclusión deriva del hecho cierto de que el carbón es, en estos momentos, la única fuente de energía que por su abundancia puede ser utilizada para hacer frente a las urgentes necesidades energéticas, hasta tanto se puedan desarrollar tecnologías que permitan la utilización de otras fuentes.

Las reservas mundiales de carbones, de acuerdo con el estudio citado, ascienden a 7.725 Gtec de antracitas y hullas y 2.399 Gtec de lignitos en recursos geológicos, o sea en existencias reales de carbón que pueden ser valiosas para la humanidad en el futuro, y se estiman en 493 Gtec de antracitas y hullas y 144 Gtec de lignitos las reservas recuperables con los condicionantes técnicos y económicos actuales, lo que hace un total de 637 Gtec y supone una relación de reservas a producción que garantiza la subsistencia de las explotaciones por un período de 245 años a los niveles de producción de 1975, estimada en 2.597 Mtec.

De estas reservas el 39,1 por 100 se encuentra en Asia (incluyendo Rusia Europea), el 29,4 por 100 en Norteamérica, el 20,3 por 100 en Europa, el 5,3 por 100 en África, el 4,2 por 100 en Australia y el 1,7 por 100 en Hispanoamérica.

En el caso particular de nuestro país, el «Inventario de recursos de carbón en España» (2) establece los recursos carboníferos en 2.296,8 Mt de antracitas y hullas y 1.461,5 Mt de lignitos, considerando recuperables 1.272,2 Mt de los primeros y 1.004,2 Mt de lignitos con una vida media de los yacimientos de unos 53 años teniendo en cuenta los aumentos de consumo previsibles en los años 1977 a 1987 hasta 26,78 Mt/año y un nuevo aumento a 36,09 Mt a partir de este último año y con una relación de productos vendibles a brutos del 80 por 100.

Las producciones de carbón para el año 1987 vienen estimadas en el Plan Energético Nacional 1978/87 (3) en 20,6 Mtec, objetivo que parece alcanzable por corresponder el 70 por 100 de los incrementos de producción a

explotaciones a cielo abierto y que, por otra parte, está en línea con los 36,09 Mt que, de acuerdo con las reservas estimadas, pueden producirse a partir de esa fecha y de las que un volumen mayoritario han de ser lignitos, por lo que la relación t/tec es del 55,4 por 100.

El consumo siderúrgico se estima en ese mismo año 1987 en 6,7 Mtec del que 2,9 Mtec sería importado, o sea el 42 por 100 de la hulla coquizable.

El consumo de carbones en la producción de electricidad se estima en 15,3 Mtec que se complementarían con 6,1 Mtec de fuel-oil en la producción de energía de origen término clásico, 13,6 Mtec de energía hidráulica, 21,5 Mtec de energía nuclear y 0,6 Mtec de autoproductoras con un total de 57,1 Mtec de producción de energía eléctrica.

Aun suponiendo que el programa nuclear pueda desarrollarse totalmente de aquí al año 1987, lo que no es en absoluto probable, se precisarían 21,4 Mtec para producción de electricidad de origen térmico, de ellas 15,6 Mtec de carbón, para hacer frente a la demanda prevista en este sector, que se complementarían con el carbón para siderurgia y otros usos dando una demanda efectiva de carbones de 23,5 Mtec de los que se prevé que 20,6 Mtec sean de producción nacional y 2,9 Mtec procedentes de importación.

Esta importación vendrá a cubrir el déficit de carbones siderúrgicos, por lo que a fines de utilización no permiten su intercambio por otros productos energéticos.

En lo referente a esta utilización del carbón como materia prima siderúrgica, o sea en su transformación en coque, nuestro país cuenta con reservas muy limitadas de hullas de buenas propiedades coquizantes, al extremo de que la producción de este tipo de hullas no cubre ni el 3 por 100 de los 6,7 Mtec que se estiman necesarios en el año 1987.

Sin embargo, desde 1950 el Instituto Nacional del Carbón ha venido realizando estudios sobre la coquización de mezclas de carbones que, en los momentos actuales llegan a la utilización de hullas de baja calidad en cantidades que permiten planear el futuro de este sector de forma que, de los 6,7 Mtec necesarios en 1987 solamente sea preciso importar 2,9 Mtec, siendo el resto, o sea, 3,8 Mtec, una mezcla de diferentes hullas nacionales de característi-

cas a veces muy alejadas de las que corresponden a carbones típicos de coque. La aportación de carbones nacionales a estas mezclas queda limitada por la producción nacional estimada para 1987. Si, como resultado de los aumentos de producción previstos, se pudiera disponer de un mayor tonelaje de hullas utilizables en mezclas, se podría llegar a disminuir la importación de carbones necesaria para cubrir las necesidades de este importante sector de consumo.

Para la debida preparación de estas mezclas de carbones de forma que se llegue a obtener un coque de calidad internacional, se constituyó recientemente el Parque de Carbones de Aboño, con anteproyecto del Instituto, que permite el tratamiento, preparación, trituración y mezclado dosificado de carbones y cuya capacidad de tratamiento anual cubre perfectamente la demanda prevista en 1987.

El consumo de productos petrolíferos en 1987 se estima en 78,7 Mtec de los que 5 Mtec sería el consumo propio de las refinerías quedando, para cubrir la demanda del mercado un total de 73,7 Mtec. De este total, la fracción del fueloil supone 26,7 Mtec y de ella se destinarían 6,1 Mtec a la producción de energía eléctrica y 20,6 Mtec a otros usos energéticos industriales y domésticos que, si la producción de carbones alcanzase a cubrir, podrían ser al menos en buena parte, sustituidas por combustibles sólidos.

Sin embargo, en el P.E.N. las previsiones de desarrollo de la industria minera no contempla este intercambio, por lo que, ajustándonos al plan, limitaremos nuestras consideraciones a la utilización energética de los 23,5 Mtec de carbón que se consumirán en 1987.

Los 15,3 Mtec de carbón nacional destinados a producción de electricidad, son los únicos tonelajes que en el futuro quedan disponibles, aparte de los destinados a usos siderúrgicos, para su transformación en otros productos energéticos si este tipo de utilización se considerase de mayor interés.

Por ello, el hablar en España de la posible transformación de carbones en productos líquidos o gaseosos, entendiéndolo por estos productos gasolinas o gasóleos y gas natural sintético, parece no muy congruente con la realidad de nuestro país.

En el estado actual de la tecnología, la transformación

de carbones en productos energéticos líquidos o gaseosos permite este tratamiento por procedimientos más avanzados que los utilizados ya en épocas muy anteriores, siempre que la capacidad de las instalaciones de transformación cubra unos mínimos por debajo de los cuales la rentabilidad de los procesos los hace absolutamente no competitivos.

En nuestro país, la escasa disponibilidad de carbones nacionales, no permite pensar en poder llegar a cubrir ni una mínima parte de nuestra demanda de productos líquidos y gaseosos con derivados del carbón.

Aun en las circunstancias más favorables parece que será siempre más económica la utilización directa de productos petrolíferos que su sustitución por productos sintéticos obtenidos a partir de carbones importados. El ahorro de divisas que supondría la importación de carbones, siempre más baratos que la de productos petrolíferos, no compensaría los altos costos de transformación ni supondría, por otra parte, una mejora en la autonomía nacional de materias energéticas.

El panorama, por lo tanto, y las perspectivas de la utilización futura de estos métodos de transformación de carbones no son tan brillantes como las informaciones más o menos técnicas pretenden.

La situación en la mayor parte de los países de Europa es similar a la de España ya que las producciones de combustibles sólidos son limitadas y sin posibilidades de aumentos espectaculares.

Al crearse en 1974 la Agencia Internacional de la Energía se estableció un Grupo de Trabajo sobre Tecnología del Carbón que reunía a doce países.

Dentro de este Grupo de trabajo se constituyeron distintos servicios para estudios de diversos aspectos de la tecnología del carbón, entre ellos el Servicio de Valoración Económica de nuevos procesos de utilización de carbones, del que forman parte los Gobiernos de Alemania Federal, Canadá, España, Estados Unidos de Norteamérica, Gran Bretaña, Holanda, Italia y Suecia.

Entre los estudios que viene realizando este Servicio destacan los que se refieren a la gasificación de combustible sólidos, tendentes a valorar económica y técnicamente los diferentes procesos de gasificación clásicos o en des-

arrollo, preferentemente con la idea de posibilitar el uso de gas de potencia calorífica baja o media como combustible primario en la industria y en la producción de energía eléctrica (4).

Para su estudio, los distintos modelos de procesos de gasificación se agrupan en:

*Sistemas con soplado de aire*, conducentes a gas de baja potencia calorífica. Dentro de los gasificadores de este tipo se seleccionan, como representativos de los diferentes sistemas de gasificación, los procesos Lurgi que se caracteriza por utilizar carbones granulados en lecho fijo, y los procesos de Combustion Engineering y Westinghouse que utilizan carbones pulverizados, el primero en corriente de arrastre y el segundo en lecho fluidificado.

*Sistemas con soplado de oxígeno* que producen gas de potencia calorífica alta o media y de los que se seleccionan como típicos el Lurgi y el de la British Gas Corporation Lurgi, como procesos que utilizan lecho fijo, el Koppers-Totzek, el Shell-Koppers, el Saaberg-Otto y el Bigas, que utilizan corriente de arrastre y el proceso Hy-Gas de lecho fluidificado.

Los procesos de soplado con aire conducen a gas de baja potencia calorífica del orden de 5,11 a 6,85 MJ/m<sup>3</sup>, mientras que los que utilizan oxígeno producen gas de potencia calorífica entre 10,9 MJ/m<sup>3</sup> y 16,0 MJ/m<sup>3</sup> con alto contenido en metano y similar al gas natural.

Dadas las circunstancias de la minería del carbón de España y las dificultades ya apuntadas de producción de estos gases ricos y de productos líquidos, tiene para nuestro país especial interés el estudio de los procesos de gasificación por soplado de aire, o sea, aquellos que conducen a un gas de baja potencia calorífica.

Estos procesos pueden ser utilizados en la producción de gas para su combustión en centrales termoeléctricas, para la producción de gas combustible y en otra serie de procesos industriales tales como la producción de cementos, calcinación de dolomías, etc., en sustitución de carbones sólidos o productos petrolíferos.

La producción eléctrica nacional en bornes en 1977 ascendió a 93.440 GWh, equivalentes a 32,5 Mtec, de los que 44.714 GWh, equivalentes a 15,6 Mtec, fueron de producción térmica. Para 1987 se prevé una producción

en bornes de 163.495 GWh equivalentes a 57,1 Mtec como ya hemos indicado con los citados 21,4 Mtec de energía térmica clásica.

Por ello sería de gran interés la utilización del máximo posible de carbones en la producción de electricidad.

Los métodos de gasificación del carbón presentan ventajas indudables sobre los clásicos de producción de electricidad por combustión directa de carbones, brutos o mixtos, pulverizados.

De una parte, la combustión directa de carbones con contenidos en cenizas muy altos requiere que las calderas reúnan una serie de características especiales. Hay una corrosión que se produce por abrasión y por deposición de cenizas en los exteriores de los tubos de caldera. También obliga a disponer en las Centrales de medios de retención de las cenizas que elevan el costo de las instalaciones y con ello los gastos del inmovilizado. En la combustión el azufre pasa a óxidos de azufre perniciosos, que han de ser eliminados de los humos de combustión con un costo de instalación y de operación muy elevado. Estos costos de instalación alcanzan, para una central de 1.000 MW a cifras del orden de 45 a 56 dólares por KW dependiendo del tipo de agente desulfurante utilizado (5).

La combustión de gases obtenidos por gasificación de carbones, previamente depurados para la eliminación de su contenido en azufre, tiene las ventajas siguientes, con respecto a la combustión directa de los mismos carbones:

- Las calderas de combustión no presentan problemas de corrosión externa de sus tubos al no existir deposición de productos sólidos.

- La separación del azufre de los gases es una operación mucho más sencilla que la eliminación de los óxidos de los humos.

- Los sistemas de separación de cenizas de los humos se eliminan completamente, rebajando muy sensiblemente el costo de las instalaciones.

- Los gases obtenidos en el gasógeno pueden aplicarse en turbinas de gas en sistemas de ciclo combinado antes de su combustión y los mismo ocurre con los humos de esta combustión con lo que se aprovecha al máximo la energía.

- El aumento de rendimiento que se llega a obtener



por esta utilización al máximo en ciclos combinados con turbinas de gas y turbinas de vapor, puede alcanzar al 6-11 por 100, lo que equivale a un ahorro en los consumos de carbón que puede variar del 16 al 25 por 100 (4).

Como contrapartida a estas ventajas están los costos de la gasificación que pueden quedar compensados con el ahorro de los costos de instalación de los equipos de depuración de humos en calderas convencionales.

Por ello, en la situación actual del mercado energético, resulta muy atractiva la idea de contemplar la gasificación de carbones como alternativa a su forma de empleo actual en la producción de electricidad.

La implantación de centrales termoeléctricas consumidoras de gas generado *in situ*, a partir de carbones, vendría a mejorar muy sensiblemente el panorama energético español en los próximos años ya que, aplicando los ahorros energéticos a los consumos previstos para el año 1987, se podrá llegar a la producción en bornes de los 163.495 GWh necesarios en aquel año con unas cifras de consumo de los 15,3 Mtec previstas en el PEN más 2,52 Mtec de fuel-oil en lugar de los 6,1 Mtec que se contemplan en el citado Plan.

Este considerable ahorro por mejor utilización podría llegar a alcanzarse si todas las instalaciones actualmente en producción y proyecto se adaptasen a la utilización de gas y ciclo combinado, lo que constituye una meta inalcanzable. Pero es evidente que ha de tenerse en cuenta al decidir sobre nuevas instalaciones.

Otras industrias, no eléctricas, pueden también contribuir al ahorro de derivados del petróleo variando sus fuentes de suministro actuales. De los 78,7 Mtec de consumo de crudos necesarios para cubrir la demanda de mercado en 1987 que se estima en 73,7 Mtec, 64,4 Mtec corresponden a productos energéticos. De ellos 6,1 Mtec se utilizarán en térmicas, como ya queda indicado y 20,6 Mtec cubrirán el consumo de fuel-oil en otros usos. Buena parte de este consumo podría transformarse en carbón, bien directamente o bien previamente gasificado en industrias cerámicas, de cemento, químicas, etc., en las que hoy se utiliza casi exclusivamente fuel-oil. Por otra parte, el consumo doméstico en la producción de calor para calefacción y agua caliente, podría también derivarse fácilmente hacia

carbones, sobre todo, si se programasen las necesarias plantas térmicas de distrito en grandes barriadas de expansión ciudadana.

Se puede argumentar que la producción nacional de carbones no prevé un aumento suficiente para cubrir estos posibles nuevos consumos. Sin embargo, aquí debemos remitirnos a lo expuesto como conclusiones del estudio de la Agencia Internacional de la Energía (1) que razona la conveniencia de basar en lo posible los programas energéticos sobre un fuerte mercado internacional de carbones, dado el volumen de reservas mundiales de estos combustibles.

En el año 1976 los consumos directos de energía en diversos usos supusieron los porcentajes siguientes del consumo total.

Industrias metálicas básicas .....	13,89%
Cemento, vidrio y cerámica .....	10,71%
Química y papelera .....	13,68%
Alimentaria y tabacos .....	3,81%
Construcción y obras públicas .....	2,22%
Otras industrias .....	8,42%
<b>Total industria .....</b>	<b>52,73%</b>
Agricultura y pesca .....	5,74%
Usos domésticos .....	9,97%
Servicios .....	3,80%
Transporte .....	27,76%

Suponiendo una distribución próxima para los consumos de 1987 la actuación debe intensificarse sobre los tres primeros sectores industriales, que en conjunto consumen el 48,48 por 100 del total, el transporte, que supone otro 27,76 por 100 donde el tráfico por carretera asciende al 77,4 por 100 de este consumo, o sea el 21,49 por 100 del total, y los usos domésticos con un 9,97 por 100, lo que supondría, a los niveles de consumo de 1987, 76,46 Mtec en el sector industrial, 40,25 Mtec en transporte y 14,46 Mtec en usos domésticos, con un total de 131,17 Mtec sobre un consumo previsto de 145 Mtec.

Los recientes descubrimientos de gas natural en Sabiñá-nigo y en el golfo de Cádiz pueden contribuir a mejorar nuestra dependencia energética del exterior, pero esta mejora es escasamente de un 2 por 100. Parece posible llegar

a un ahorro de consumo en la industria de hasta un 10 por 100 pero, con pequeñas inversiones es fácil alcanzar al menos un 5 por 100. En el transporte una ordenación adecuada podría producir, por su parte, un ahorro del 15 al 20 por 100. En conjunto, estos dos sectores importantes de consumo podrían rebajar la cifra de importaciones en casi 10 Mtec.

Aun en este caso extremo de ahorro de energía, y sin variar las cifras de producción correspondientes a carbón, petróleo y energía hidráulica, ni las importaciones de carbón siderúrgico, petróleo y gas natural, sería absolutamente necesario disponer de 13 a 15 Mtec de producción nuclear.

El retraso en el desarrollo de los programas nucleares tendrá mayor incidencia en los primeros años de la próxima década, ya que al final de la misma se podría disponer de la tecnología necesaria para la utilización, aunque no de forma masiva, de la energía solar.

Como conclusiones de un estudio profundo sobre las condiciones de utilización de carbones en todos los usos en los que pueda competir con otras formas de energía, y particularmente con los crudos petrolíferos, se pueden señalar:

— Una buena parte del carbón utilizado en los años venideros será de procedencia nacional procurando oportunidades de empleo en la industria minera y en las de maquinaria especial y transporte.

— Las importaciones energéticas en forma de carbones supondrán un importante ahorro de divisas, en comparación con la importación equivalente de petróleo para generación de electricidad o usos industriales en gran escala en los que el combustible sólido puede sustituir al líquido.

— El aumento en la utilización de carbones puede en un futuro cercano acelerar el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan una sustitución aún mayor por su transformación en productos líquidos y gaseosos.

— El aumento del uso de carbones aumenta la seguridad nacional al permitir una mayor diversificación en las fuentes de energía, reduciendo la dependencia del petróleo; y, al rebajar la presión sobre las compras de crudos, retardará la aceleración en la escalada de precio de estos productos.

este estudio se basan en las previsiones del citado Plan Energético Nacional 1978/87.

Las recientes controversias sobre la validez de este Plan y sus implicaciones pueden hacer variar la distribución de estos consumos entre las diferentes fuentes de energía. Incluso puede introducirse alguna modificación en la cifra de consumo total que es la más significativa.

A nuestro juicio esta cifra de 145 Mtec en 1987 es la mínima si se pretende un sostenimiento del nivel económico actual.

Su distribución entre las distintas fuentes de energía puede variar, pero solamente dentro de márgenes muy estrechos. Los consumos de productos petrolíferos fijados en 86,4 Mtec prevén una importación de 68 Mtec de petróleo y 7,7 Mtec de gas natural.

Manteniendo estas importaciones disminuidas en la cantidad derivada de la utilización de gas natural de producción nacional y dado que la producción hidráulica no es previsible que pueda incrementarse en los próximos ocho años, nuestro país no tiene otra alternativa que llegar a la producción de unos 20 Mtec de energía de procedencia nuclear que, en una pequeña parte, podría ser sustituida por la importación de carbones térmicos. No es previsible la nivelación del consumo sin la aportación de energía nuclear y toda demora en su desarrollo repercutirá en nuestra capacidad para mantener el actual nivel económico y social.

Se puede argüir que el carbón, abundante en el mundo, como está demostrado, puede sustituir a esta energía nuclear, basando entonces nuestro programa energético en este tipo de combustibles. Ello es cierto y puede ser una solución a plazo medio; o mejor aún, es cierto que el carbón puede ser el combustible básico hacia el año 2000 o al menos tener una participación en el conjunto de materias primas superior a la actual, pero también es cierto que a corto plazo, en un término de seis a ocho años, no parece posible desarrollar la industria minera mundial del carbón a los niveles de producción que debería alcanzar para que este supuesto se cumpla. Tampoco sería posible el desarrollo de los medios de transporte necesarios y la organización del mercado mundial a la escala

de intercambio de los cientos de millones de toneladas que deberían ser transferidas entre los distintos continentes.

Es necesario, como se expone claramente en el citado estudio de la Agencia Internacional de la Energía, expandir en lo posible este mercado de carbones. Es también imprescindible recurrir a la energía solar y a todas las otras fuentes de energía disponibles, geotérmica, eólica, marina, etc. Pero el desarrollo de tecnologías que permitan el aprovechamiento de estas energías requiere un tiempo que impide puedan estar en disposición de ser ampliamente utilizadas en los primeros años de la próxima década, que son los años en que el desequilibrio energético se presenta de manera más notoria.

Las previsiones del PEN 1978/87 para este último año no parece, por tanto, que estén muy alejadas de la realidad y, con muy ligeras correcciones, pueden ser aceptadas. Pero si se decide retrasar o disminuir la aportación nuclear habrá que prever la forma de sustituir a esta energía, cuestión que parece difícil de solucionar con los conocimientos y en las circunstancias actuales, al no poder disponer aún de tecnologías básicas para utilización de otras fuentes de energía.

A esta conclusión han llegado los países de economía planificada que basan su desarrollo económico y social en las próximas décadas en planes energéticos elaborados sobre la utilización de energía nuclear de fisión, que en los países de economía de mercado encuentra tan decidida oposición a su implantación masiva.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. International Energy Agency, «Steam Coal, prospects to 2000», OCDE 1978.
2. «Inventario de recursos de carbón en España». Centro de Estudios de la Energía, Comisaría de la Energía y Recursos Minerales, Ministerio de Industria y Energía, febrero 1979.
3. «Plan Energético Nacional 1978/87», Servicio de Publicaciones, Ministerio de Industria y Energía.
4. S. Erikson, R. Forrester III, R. Johnston y M. Teper, «Economic and technical criteria for coal utilization plants».
  - Part I: Economic and financial conventions
  - Part II: Gasification processes
  - Part III: Power generation
 Economic Assessment Service, IEA Coal Research, International Energy Agency, diciembre 1977.
5. M. Prior «The control of sulphur oxides emitted in coal combustion», Economic Assessment Service, IEA Coal Research, International Energy Agency, diciembre 1977.