

## **CAPÍTULO PRIMERO**

# **MARCO TEÓRICO DE LA ENERGÍA: TEORÍAS Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS**

## **MARCO TEÓRICO DE LA ENERGÍA: TEORÍAS Y TÉCNICAS DE ANÁLISIS**

Por ALEJANDRO V. LORCA CORRÓNS (1)

### **MODELOS TEÓRICOS DE LA ENERGÍA**

A partir de la crisis de 1973 aparece un interés especial por la construcción de grandes modelos socio-económicos que tratan de estimar la posible evolución de aspectos sociales tan variados como la población, el crecimiento económico, el medioambiente, la energía, etc. Algunos de estos modelos son generales y otros específicos de alguno de esos temas; entre éstos abundan los modelos energéticos. El análisis cubre, en ciertos casos, solamente aspectos parciales, oferta o demanda de energía, mientras que otros modelos asumen una visión completa del problema que añade, a los dos temas anteriores, otros aspectos políticos, sociológicos, tecnológicos y medioambientales principalmente. En el área euro-mediterránea que aquí nos ocupa se pretende, con estos modelos energéticos, ofrecer una visión amplia y específica de aspectos claves que permitan analizar el nivel de dependencia en materia energética de los países comunitarios, sus posibles debilidades y, en la mayoría de los casos, plantear recomendaciones en temas de política energética con las que disminuir los riesgos inherentes a esa posible dependencia.

En este capítulo abordaremos específicamente tanto el análisis de los modelos llamados generales como el de aquellos dedicados más concre-

---

(1) El autor agradece a María Ángeles Fernández López y a Enrique San Martín González la valiosa colaboración prestada en la redacción de este texto.

tamente al tema energético. Debido a la amplitud y diversidad de enfoques, parece oportuno realizar una división, en aras a la simplificación, siguiendo un criterio geográfico respecto a los autores de cada uno de estos modelos. De esta forma comenzamos con unas notas sobre modelos clásicos desarrollados en los Estados Unidos y, a continuación, hablaremos de modelos realizados por organizaciones supranacionales. Nos parece asimismo oportuno dedicar una atención especial, en el segundo bloque mencionado, a la teoría de “los ciclos energéticos”, debido a la importancia y trascendencia del enfoque dado al problema que, a todas luces, resulta novedoso. Finalmente, también se estudian los denominados modelos actuales, entendidos como el conjunto de los que más se están utilizando en los últimos años. En este apartado es donde encuentran un lugar destacado aquellos que se refieren a nuestro ámbito euro-mediterráneo, así como todos esos modelos llamados “de corto plazo”, cuyo mayor desarrollo está sucediendo en la actualidad.

## **Modelos generales**

En este primer grupo, modelos generales de evolución de la humanidad, destaca el del Club de Roma. Este modelo se preocupa por las relaciones futuras a nivel mundial. Siguiendo un modelo de “escenarios”, que se repetirá en adelante, plantea las opciones de evolución que tendrán los Estados a partir de la situación de partida y dados ciertos condicionantes respecto a la evolución de un conjunto de variables esenciales. Aboga por un “crecimiento orgánico” (en lugar de indiferenciado) como vía para alcanzar el desarrollo de todos de la forma más equitativa posible. En este contexto plantea como único camino posible para el desarrollo global del planeta el de la cooperación. Sus previsiones en cuanto al agotamiento de ciertos productos —alimentos, principalmente— y a las dificultades para la cooperación entre Estados, le llevan a discurso muy pesimista (de ahí su caracterización como “modelo maldito”).

Respecto a la energía, es bastante pesimista en cuanto a la evolución de la demanda para la que estima un fuerte crecimiento, aunque considera que podrá atenderse mediante la energía de fisión (cosa que no ha sucedido). Defiende, en general, el uso de fuentes de energía limpia (en particular la energía solar); este rasgo va a mantenerse prácticamente en todos los modelos y, desde luego, no falta en la mayoría de los actuales, siendo un objetivo prioritario la protección al medioambiente, al menos en la teoría.

Este modelo del Club de Roma es el más importante en el marco geográfico del Mediterráneo, pero en los Estados Unidos este interés por la construcción de un marco de análisis de la evolución de la sociedad tiene respuesta en numerosos trabajos de instituciones públicas y privadas. Sin entrar en el detalle de explicar cada uno de ellos, pues no es nuestro objeto de estudio, sí queremos destacar el publicado por el Instituto Hudson, en 1976, *“The next two hundred years: A scenario for America and the World”*, en el que tratan, de nuevo, temas de crecimiento de población, desarrollo económico, energía, materias primas, alimentos y el medio ambiente. El rasgo común en todos estos modelos y en los que analizaremos posteriormente consiste en una presentación común de los planteamientos y formas de abordar los problemas: describen la situación de partida, plantean distintos escenarios posibles de evolución y estudian las consecuencias a las que conduciría cada uno de ellos. Sus diferencias radican, por tanto, en la previsión de esos escenarios —lo cual incluye evolución de variables relevantes tan diversas como crecimiento de la población, mejoras tecnológicas, agotamiento de recursos, evolución política y relaciones entre Estados...— Por otra parte, todos ellos son modelos neo-malthusianos, por lo que parten del supuesto de que las demandas crecen más rápidamente que la oferta. La consecuencia inmediata es que en un momento más o menos lejano en el tiempo se producirá una falta de abastecimiento. La mayor debilidad de estos modelos es que, al analizar periodos largos no pueden prever cambios tecnológicos importantes en la producción que a medio-largo plazo la incrementen más allá de sus previsiones iniciales.

## **Modelos históricos específicos de energía**

### *Estados Unidos*

En este segundo grupo, modelos tradicionales específicos de energía, encontramos de nuevo un grupo de estudios centrados en los Estados Unidos, entre los que destacamos el publicado en 1979 por la Ford Foundation: *“Energy: the next twenty years”*. Este informe se centra por completo en el tema de la energía y su posible evolución en un plazo temporal que podemos considerar “medio” (2). Aunque centrado en el área geográfica de Norteamérica, sus métodos pueden ser aplicados a otros

---

(2) El plazo temporal que abarca es de 20 años, por tanto es largo plazo. Sin embargo, puesto que hay modelos que abarcan periodos sensiblemente mayores, más de 50 años, damos el carácter de “medio plazo” a esta previsión.

países energéticamente dependientes, con las salvedades específicas de cada una de las zonas. El escenario planteado (5 años después de la crisis del petróleo) se caracteriza por una serie de realidades que apreciamos más optimistas que las de los modelos anteriores y que, como podemos comprobar, son bastante similares a muchas de las condiciones actuales. Entre las mismas destacan:

- La aceptación de que el mundo no se está quedando sin materias primas energéticas. Al contrario, las reservas para unos precios superiores a los del periodo analizado serán cada vez mayores, pues se convertirán en competitivas reservas que, de otro modo, no podrían explotarse con un criterio económico.
- El petróleo de Oriente Medio supone un gran riesgo, pero es una fuente tan decisiva que el mundo seguirá dependiendo de él durante un largo periodo. En este sentido, aunque la cuantía de reservas de esta fuente sigue siendo muy elevada en la región, es cierto que aparecen nuevas zonas productivas en otras zonas geográficas, lo que va restando importancia a los países del área a medida que la van ganando países como Rusia, cuya importancia es incluso mayor en el caso del gas.
- Los mayores costes de la energía aunque sean difíciles de evitar pueden ser contenidos dejando que un aumento de precios los refleje. La dificultad estará en encontrar los medios para la justa distribución de la renta y los fenómenos inflacionarios asociados.
- Los efectos medioambientales del uso de ciertas fuentes de energía son muy importantes, plantean dificultades en su manejo e imponen restricciones a su uso cada vez más severas.
- La conservación es una “fuente” esencial de energía en grandes cantidades.
- La política de I+D es fundamental en el proceso de garantía de suministros; sin embargo no hay una única tecnología adecuada ni la certeza de que se pueda invertir la tendencia creciente de precios.

Las recomendaciones políticas que se derivan de este enfoque se articulan, de forma general, en torno a los siguientes temas:

- usar la fuerza del mercado para fijar precios y asignar la energía de forma eficiente;

- desarrollar programas de contingencia ante una posible interrupción repentina del suministro de las importaciones de hidrocarburos, ya que es posible que suceda;
- reconocer que los factores económicos y políticos en los mercados mundiales de estos productos hacen que su coste de importación sea incluso más elevado que su precio, por lo que cualquier medida explícita para reducir las importaciones puede ser recomendable;
- animar la producción y conservación de energía en cualquier lugar del mundo, ya que los sistemas económico y energético son tan interdependientes que los desarrollos en una parte afectan al resto del globo;
- modificar el tramamiento de los problemas medioambientales, pues existe una mala gestión que dificulta el proceso;
- usar la investigación pública y las políticas de desarrollo para definir y desarrollar un amplio rango de conocimiento y opciones, pero no forzar la adopción prematura de una u otra tecnología.

Finalmente, apuntan a cambios fundamentales en los siguientes veinte años— caída relativa en el uso de hidrocarburos, aumento del coste y precio de la energía y mayor eficiencia en su uso. Estas previsiones, sin embargo, no han sido demasiado acertadas. El hecho es que, a pesar del paso del tiempo, estas realidades siguen estando hoy vigentes sin apenas variación por lo que las recomendaciones de política que ofrece, para EEUU pueden seguir siendo válidas (la cuestión será entonces, qué ha sucedido durante este tiempo, pues a pesar de esas recomendaciones la realidad sigue siendo la misma).

### *Organizaciones internacionales*

Por otro lado surgen modelos bajo el auspicio de organizaciones de carácter supranacional que empiezan a preocuparse por el tema de la energía, así por ejemplo el IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis). El IIASA es una organización creada en 1973 que agrupa a casi veinte países (tanto EEUU como Rusia y una buena parte de los países europeos, así como Canadá y Japón). Sus preocupaciones no se han limitado al ámbito energético, sino que han ido cambiando según evolucionaban los intereses de la sociedad; de ahí que a partir de la segunda

mitad de la década de los setenta prestaran especial atención al tema energético. Su enfoque parte de las tres transiciones que han existido en cuanto al tipo de energía utilizada por el hombre (madera, carbón, petróleo y gas), con unos plazos de transición de 50, 70 y 90 años. Plantean que el problema de la energía no viene, principalmente, por dificultades de la oferta, sino más bien del consumo, para absorber nuevas formas de energía (basándose en la teoría de los ciclos energéticos de la que hablaremos más adelante).

Por otro lado, sugieren que a lo largo de estas transiciones también se ha modificado la escala de “trabajo”, pasando de suministros locales a nacionales y, de éstos, a globales. Los costes de la energía hay que medirlos no sólo a través del coste de producir energía primaria sino también de transformarla en secundaria y ésta en final. Cada una de estas fases requieren grandes esfuerzos que, normalmente, damos por asumidos porque están en las tecnologías de los consumidores. El enorme coste y esfuerzo de transición es el que determina la cronología del cambio de sistema. Por lo anterior, sostienen que no se pueden valorar los recursos desde una única perspectiva, sino que se necesita atender tanto a la de la oferta como a la de la demanda. Desde el punto de vista físico, afirman, llegaríamos a la conclusión de que no hay oferta de energía suficiente en el planeta (ni siquiera solar o nuclear); sin embargo, el problema no es físico sino que a medida que tenemos encarecimiento de fuentes por un lado y nueva tecnología por otro, surgen nuevas reservas que pueden resolver el problema. Por tanto, el problema se centra en saber si el mundo será capaz de desarrollar suministros más rápido de lo que se agotan los hoy conocidos y accesibles. Hay recursos suficientes pero no sabemos si pueden extraerse con la rapidez necesaria, lo cual nos lleva al problema de la demanda.

Los escenarios posibles que plantean tienen en cuenta únicamente dos factores como variables determinantes de la evolución de la demanda: crecimiento de la población global y crecimiento per cápita de energía. Respecto al primer factor, los más conservadores estimaban que la población podía doblarse en 50 años —predicciones de 1981— pero hay quien consideraba —IIASA entre otros— que se puede crecer incluso por encima de esta estimación (si el consumo per capita de energía tiene crecimiento cero supondría que doblamos la demanda de energía en 50 años y la triplicaríamos a finales del siglo XXI). El segundo escenario plantea que el consumo per capita crezca al ritmo de los años 50 y 60, en este caso la demanda de energía habría aumentado para mediados del siglo

XX ocho veces. Comprobamos que la diferencia entre escenarios es muy elevada. En cualquier caso (los dos extremos y uno intermedio) concluyen que agotaremos las reservas de gas y petróleo hacia el 2010 y el carbón hacia el 2050.

Dos conclusiones sobresalen a partir de este análisis. Por un lado, se deduce que los esfuerzos de conservación no resuelven el problema, sólo permiten ganar tiempo. Por otro, se entrevé la necesidad de que, en cualquier caso, debemos plantearnos la transición al alejarnos de la energía fósil; es decir buscar a nivel mundial un sistema de energía no agotable que no dependa únicamente de la energía fósil. En esta línea abogan por el protagonismo de la energía nuclear o la solar o una combinación de ambas, consideradas como recursos sin restricciones.

### *Los ciclos energéticos*

C. Marchetti (del Instituto Internacional de Estudios Avanzados) estableció la teoría de los ciclos energéticos, según la cual, las distintas fuentes irán sustituyéndose a medida que unas dejen de ser rentables y otras comiencen a ser competitivas. El interés de este enfoque radica, fundamentalmente, en el vínculo que establece entre esas sustituciones y las diferentes tecnologías surgidas con las diferentes fuentes de energía dominantes en cada momento. El problema energético queda así abarcado en toda su extensión, incluyendo la variable temporal.

Marchetti parte en su análisis de que las fuentes primarias de energía conocidas hasta hoy inexorablemente se agotan y esto ha sucedido desde siempre, pero ello no ha significado la paralización de la vida ni del progreso económico. Al contrario, el proceso ha dado lugar a la aparición de nuevas fuentes. Naturalmente en cada periodo no ha existido una única fuente de aprovisionamiento sino una mezcla de varias, pero siempre ha existido una cuyo consumo ha dominado al resto y cuyo porcentaje de consumo da nombre al ciclo. De esta forma, el autor identifica los siguientes ciclos: leña, carbón y petróleo. El agotamiento del petróleo como fuente dominante puede venir determinado por el agotamiento físico del mismo o por el agotamiento económico. Lo normal es que se dé una mezcla de las dos circunstancias. La segunda ocurre cuando la extracción de petróleo resulta cada vez más cara y, al mismo tiempo, aparece una nueva fuente primaria más barata que desplaza a la anterior. La cuestión clave es que la nueva fuente ha de estar basada en tecnologías

ya desarrolladas comercialmente, por lo que el problema del abastecimiento de energía se ha desplazado de ser un problema de agotamiento físico de las fuentes a ser un problema de desarrollo tecnológico, que pueda aprovechar nuevas formas y fuentes de energía.

Respecto a cuál puede ser esa nueva fuente, todo parece apuntar a que el gas natural disminuye, al menos ligeramente, los riesgos asociados a la concentración de recursos y resulta ser una fuente más respetuosa con el medioambiente, otra de las preocupaciones de los últimos años. Además, la tecnología implantada en la sociedad y las infraestructuras que se han creado y se siguen creando en nuestro entorno apuntan a que, efectivamente, el gas jugará un papel cada vez más destacado en nuestro balance energético.

## **Modelos actuales**

En la actualidad podemos encontrar modelos de largo plazo (aunque su dificultad de predicción hace que sean más utilizados los de predicción de la demanda en el corto plazo) que son aceptados por la comunidad internacional sin cuestionar, en general, su validez en las predicciones. Existen numerosos modelos entre los que hemos seleccionado aquellos cuya relevancia consideramos mayor y que nos ofrecen una visión más completa del problema.

### *World Energy Model (IIASA)*

El IIASA publica un informe de predicción, en colaboración con el World Energy Council, con un horizonte temporal muy largo (2050) y que encaja en los llamados “clásicos”, es decir, completo, basado en escenarios, global y con recomendaciones de política energética. Es un modelo completo pues aborda la evolución tanto de la oferta como de la demanda de energía. Plantea el análisis a través de distintos escenarios de evolución de la sociedad, respaldados por modelos formales que representen la realidad futura de la forma más realista posible. Para ello, toman en consideración, tanto el futuro y el presente de las distintas regiones analizadas, en cuanto a variables referidas a sus consumos de energía, intensidad energética o riqueza, como otras variables de cuya evolución hacen depender la desarrollo futuro de los distintos sistemas energéticos. Estas variables agrupan algunas de las ya utilizadas por otros modelos y otras

que presentan novedades en el análisis: crecimiento de la población, crecimiento económico, mejoras en la intensidad energética (3), cambios tecnológicos, recursos de base, medioambiente.

Desde el lado de la oferta presentan seis posibles escenarios y las implicaciones en diversos aspectos relacionados con la materia como son financiación e inversiones, comercio internacional, coste de la energía, tecnología e impacto ambiental. Desde el lado de la demanda, dividen el análisis en 11 regiones, entre las que el marco euro-mediterráneo contemplado en nuestro estudio estaría conformado por parte de dos de estas regiones (Europa Occidental (UE más Noruega, Suiza y Turquía) y Oriente Medio y Norte de África).

### *Modelo WEPS (DOE)*

El DOE (Departamento de Energía de EEUU) también tiene un sencillo modelo, el WEPS (World Energy Projection System), que es, además, de libre acceso y permite hacer simulaciones. Es un modelo marco que incorpora modelos independientes y asunciones acerca de la intensidad energética de la actividad económica futura y de la tasa de mayores requerimientos energéticos satisfechos por el gas natural, carbón, hidroelectricidad y otras fuentes renovables, en orden a producir proyecciones del consumo de energía mundial que son publicadas por la EIA (Energy Information Administration) en el International Energy Outlook (IEO).

Para las proyecciones de petróleo y nuclear se utilizan dos modelos independientes. Uno de ellos, el International Energy Model, ofrece al IEO las predicciones regionales de producción y capacidad productiva. Por otra parte, las proyecciones de capacidad nuclear y de comercio de carbón también se realizan con modelos independientes. Estos dos modelos se utilizan para elaborar el modelo completo, pero los mismos no están necesariamente unidos al WEPS. También aquí se utiliza el sistema de establecimiento de escenarios, en este caso dos. En el primero tienen en cuenta el caso de referencia y el de bajo crecimiento económico y se desarrolla sobre la base del conocimiento de los programas nucleares en los diferentes países. Para el segundo suponen un elevado crecimiento económico y lo realiza el World Integrated Nuclear Evaluation System, siendo un modelo dirigido a la demanda.

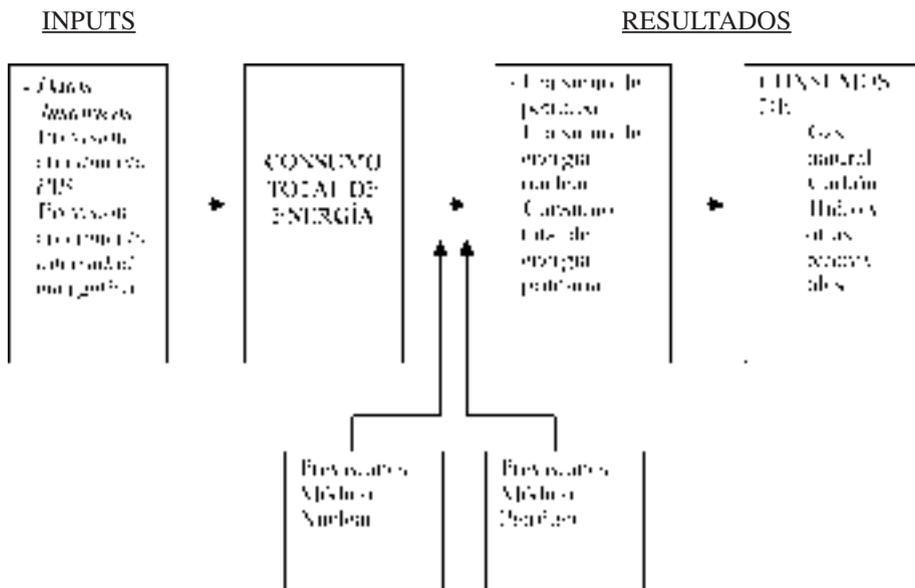
---

(3) Ratio del consumo total de energía dividido por el PIB.

Para el comercio internacional de carbón se usa el NEMS Coal Export Submodel. Los inputs utilizados no ofrecidos por el propio DOE son: información sobre consumo final de energía por fuente, por uso final, utilización de fuentes de las distintas centrales eléctricas, proyecciones de PIB y de tasas de crecimiento medio anual y datos históricos de PIB. Las fuentes para la obtención de estos datos son la publicaciones de la Agencia Internacional de la Energía (*Coal Information, Energy Balances of OECD Countries y Balances and Statistics of Non-OECD Countries*, principalmente) y del WEFA Group. Los datos producidos por el propio DOE se refieren a datos de consumo por fuentes y usos para EEUU, evolución de precios del petróleo y emisiones de carbón, deflatores del PIB y capacidad nuclear, principalmente.

De forma resumida, el siguiente esquema muestra el funcionamiento del modelo:

Los resultados que ofrece son, además de consumo de energía primaria y por fuentes de energía, previsiones de las emisiones de carbón y el consumo neto de electricidad. Se asume que el consumo de energía está directamente relacionado con el crecimiento y la actividad económica por lo que las predicciones se basan en ese crecimiento económico. Las proyecciones de consumo total se hacen sobre la base de un caso de referencia y para intervalos de 5 años hasta el 2020 para todas las regiones analizadas.



El funcionamiento, a grandes rasgos del modelo, es como sigue: en primer lugar el consumo para el año primero se basa en datos históricos y los cálculos siguientes se basan en ese primer dato; el modelo utiliza los datos individuales de crecimiento del PIB y asume elasticidades para cada año; los datos de crecimiento del PIB se basan en el trabajo del WEFA Group “*World Economic Outlook: 20-year Extensión*”; las asunciones relativas a elasticidad de consumo de energía frente al crecimiento del PIB son desarrolladas por analistas del EIA. Dado el consumo total, el siguiente paso es calcular el consumo por fuente de energía, para lo cual se usan tres subsistemas: petróleo-nuclear, carbón-gas natural y otros subsistemas. Petróleo y nuclear utilizan, como ya hemos dicho, datos exógenos y modelos para predecir los consumos.

#### *World Energy Model (AIE)*

La Agencia Internacional de la Energía utiliza el “World Energy Model”, que trata de analizar las previsiones de energía global (tendencias de demanda, disponibilidad de oferta y restricciones, comercio internacional y balances de energía por sector y tipo de fuel) hasta 2020. Como la mayoría de los demás informes dedica una parte específica al tema medioambiental y, en último lugar, simula los efectos de políticas o cambios tecnológicos.

#### *Libro Verde - MEGEVE-E3ME (Comisión Europea)*

En el ámbito comunitario, la Comisión Europea también ha publicado un informe sobre el tema (*Libro Verde* de la Energía, predicciones hasta 2030) en el que, aunque no desarrolla el modelo que sigue de manera formal, sí da las previsiones, dedicando especial atención al problema de la cada vez mayor dependencia energética, debido al crecimiento de la demanda unida al agotamiento de los recursos en el área.

Desde el lado de la oferta, centra la atención en la necesidad de disminuir la importancia del petróleo en el conjunto de fuentes, que hace que nuestra dependencia del exterior sea excesiva. Propone, además, la búsqueda de nuevos proveedores a la vez que mantener el carbón como posible reserva. Destaca la importancia que debe tener la energía de origen nuclear y otras renovables, debido a que no son emisoras de CO<sub>2</sub>, lo que ayudaría a cumplir los compromisos adoptados en Kioto. Si este cam-

bio no se adopta, la propia Comisión reconoce que no se podrán cumplir los compromisos medioambientales. Por otro lado, entiende que son decisiones que no se pueden dilatar en el tiempo, puesto que parte del parque generador de la zona deberá ser sustituido en los próximos años y las inversiones que se realicen determinarán nuestra posición en un futuro inmediato. Desde el lado de la demanda, proponen medidas que impulsen la eficiencia y el ahorro energético, así como la equiparación fiscal de las diversas fuentes en los distintos países. Igualmente consideran vital la disminución de la intensidad energética.

Anteriormente a este informe de la Comisión, los modelos planteados a nivel supranacional en Europa compartían muchas de las preocupaciones actuales, a saber, medioambiente, crecimiento de la demanda y escasez de recursos propios. Como ejemplo de ellos cabe destacar el modelo *MEGEVE-E3ME*, que es un modelo general energético-económico medioambiental (Energetic-economic-environmental-E3). Las características destacables del mismo son su planteamiento geográfico europeo, más que economías nacionales, el hecho de que integre la energía, el medioambiente y la población entre sus variables de estudio y, finalmente, que el objetivo final es analizar el cambio estructural a largo plazo, tanto en el lado de la demanda como en el de la oferta energética (es un modelo completo al estilo de los del IIASA). Por otra parte, presta especial atención a la contribución de la I+D y la innovación tecnológica en una dinámica de crecimiento y cambio.

## **Modelos de corto plazo**

En el marco temporal del corto plazo encontramos que sí se utilizan modelos de predicción de demanda bastante acertados. La principal diferencia es el aparato y complejidad matemática que utilizan. Una breve revisión de los mismos nos lleva a la siguiente clasificación que sólo pretende dar una idea general.

En primer lugar, habría que citar los modelos de *previsión del consumo total de energía*, que constituyen el análisis más general y menos complejo en cuanto a metodología. La variable a estudiar es el consumo total de energía en un determinado espacio y tiempo (4). El método más simple que pueden seguir es hacer depender el consumo total de energía

---

(4) Cantidad de energía medida en una unidad física que suele ser el consumo bruto interior de un país en un año.

de una función que se especifica partiendo de las series históricas y que puede tomar diversas formas (aunque la más frecuente suele ser la exponencial (5), de forma que permita realizar extrapolaciones con el fin de hallar la proyección del futuro consumo. Los *modelos explicativos* utilizan la regresión estadística para obtener la variable explicada (o endógena, el consumo) en función de una o más variables explicativas (o exógenas). Las fundamentales suelen ser el crecimiento económico y la población, esta última, aunque con una influencia clara, está menos presente en los modelos, al menos de forma directa. Los precios de la energía no suelen tenerse en cuenta de forma explícita.

Una vez estimado el consumo total de energía es frecuente en estos modelos realizar una descomposición de dicho consumo por: sectores económicos (industria, hogares y servicios y transportes); formas de energía (primaria o secundaria y sus respectivas clasificaciones); y usos de la energía (es la clasificación menos precisa y con más posibilidades de cambios, pero puede incluir usos térmicos, mecánicos, químicos, alumbrado, etc). Todas estas descomposiciones pueden dar lugar a desagregaciones cada vez mayores y combinaciones de varias, pudiendo llegar al grado de detalle deseado.

Existe otro grupo de modelos más complejos, llamados *modelos dinámicos*, que incluyen “variables retardadas”, es decir afectadas por un retardo. Sin posibilidad de entrar en más detalles, puede citarse como ejemplo de este tipo el modelo de Erickson-Ciliano.

#### *Modelo THOR (REE-Instituto L. R. Klein)*

El modelo THOR es un buen ejemplo de modelo de explicación de la demanda con el objetivo de ofrecer una predicción fiable de la misma. Este modelo fue desarrollado dentro de un proyecto de Red Eléctrica de España denominado INDEL, con capacidad de explicación y predicción de la demanda, en el que participaron las principales empresas eléctricas españolas y con el que se intentó dar lo que ellos mismos denominaron un “atlas de la demanda eléctrica española”. El objetivo básico del modelo era reducir la incertidumbre asociada a la evolución de la demanda de forma que se facilitara el conocimiento de la misma para los productores y que, éstos, en consecuencia, pudieran tomar decisiones de inversión, y

---

(5) Por ejemplo, una forma muy común es hacer  $C_t = C_0 (1 + \alpha)$ , siendo C el consumo total (en el año t y en el año cero) y  $\alpha$  la tasa unitaria media de crecimiento anual acumulativo.

todo ello en el marco de la liberalización del sector que se empezó a vivir en los años noventa. Por consiguiente, el modelo trata de identificar las variables clave que determinan dicha evolución de la demanda. A partir del mismo se genera el modelo THOR, de predicción del consumo a medio y largo plazo, y otros modelos como el CURIOS, de explicación y predicción por usos finales de la energía.

El modelo THOR toma como variables que alimentan el análisis las siguientes: la demanda diaria del sistema, la demanda de cierto segmento de consumidores (elegidos como muestra representativa del total), la temperatura diaria por zonas, indicadores de actividad económica y calendarios de laboralidad por zonas. Algunos de estos datos se recogen a través de series históricas, así los de demanda, y otros son estimados por el propio modelo. Entre las variables estimadas destacan los indicadores de laboralidad, actividad económica y temperatura. Este último factor es el que, afirman, tiene una mayor responsabilidad en la demanda (debido a la utilización en sistemas de climatización), por ello el propio modelo pondera el peso del efecto climático en cada una de las seis zonas consideradas.

El segundo factor que explican en la demanda eléctrica es el de la laboralidad. De forma similar a la diferenciación de zonas geográficas por clima, en este caso se procede a la separación de “días tipo” en cuanto a consumo eléctrico. La clasificación establece como días laborables los martes, miércoles, jueves y viernes no festivos ni pertenecientes a un puente o vacaciones. Estas y otras excepciones más los sábados, domingos y lunes por separado representan el resto de tipos de días. A partir del conocimiento del número de días de cada tipo en cada mes se elabora la variable que representa la laboralidad mensual.

Por último, se considera la influencia de la actividad económica. Este factor recoge variables relacionadas con la estacionalidad mensual, la evolución coyuntural y la evolución tendencial. En este caso surge un problema porque la electricidad está presente en la mayor parte de la actividad económica del país, lo que hace que numerosas variables que influyen en la demanda de esta energía presenten una cierta relación entre ellas que puede originar problemas de multicolinealidad que dificultarían la estimación de parámetros de forma correcta. Para la construcción del indicador de actividad económica se toman índices de nueve sectores económicos, índices de activos líquidos en manos del público y datos del consumo telefónico.

A partir de los datos anteriores estiman la evolución de la demanda tanto corto como a largo plazo. El corto plazo son previsiones de hasta dos años, pero en la práctica el modelo ofrece resultados mensuales y, simultáneamente, se van realizando ajustes al comparar la capacidad explicativa de los indicadores con la realidad. En el largo plazo, la predicción abarca un plazo de más de diez años, pero de nuevo permite la introducción de correcciones de los parámetros.

En cuanto a los otros modelos, puede resultar interesante, el análisis de las curvas de carga por usos finales. Este análisis lo realiza el modelo CURIOS. La curva de carga es “la representación gráfica de la evolución de la potencia suministrada a la red durante un periodo de tiempo” (Proyecto INDEL, pág. 165). El análisis de estas curvas es de interés para conocer lo mejor posible las características de la demanda y poder, llegado el caso, tratar de influir en su composición o modificar los hábitos de consumo.

En el siguiente cuadro se intenta dar una idea de los modelos mencionados anteriormente, de forma que podamos comparar sus características, ver la evolución que ha sufrido el enfoque del problema, etc. La división que se ha utilizado es temporal, eso no significa que sean muy distintos los antiguos modelos de los utilizados en la actualidad pero el momento en que cada uno fue realizado sí que es distinto y condiciona en gran medida el enfoque.

#### Modelos tradicionales

Institución	Carácter	Plazo Temporal	Ámbito		Submodelos		Recomendaciones
			Gral.	Energía	SI	NO	
Club de Roma	Supranacional	Medio/largo	X			X	Sí, generales
Ford Found.	Nacional	Medio		X			Sí, generales
Inst. Hudson	Nacional	Medio	X				
IIASA	Supranacional	Largo		X			

#### Modelos actuales

Institución	Carácter	Plazo Temporal	Ámbito		Submodelos		Recomendaciones
			Gral.	Energía	SI	NO	
IIASA	Supranacional	Largo		X		X	Sí
DOE	Nacional	Medio/largo		X	X		Sí
AIE	Supranacional	Medio/largo		X			No
Comisión Europea	Supranacional	Medio/largo		X		X	Sí
Modelo demanda	Sectorial	Corto		X	X		No

## Conclusiones

La preocupación de la sociedad y de sus órganos de gobierno se ha traducido en el enfoque con que se han analizado los problemas de la energía. Hacia los años sesenta, y aprovechando el incremento de la capacidad de cálculo que introdujeron los primeros ordenadores personales, se analizaron las posibles consecuencias del agotamiento de la energía hasta que las crisis del petróleo de la década de los setenta conmocionaron el sector. En los ochenta ya no se planteaba un escenario de agotamiento físico de la energía, en especial del petróleo, sino que el problema fundamental era el crecimiento de la demanda por encima de lo que lo hacía la oferta. Este hecho presenta complicaciones ya que, por una parte, la demanda tiene un rápido crecimiento, fuerte y ligado al ritmo de actividad económica y ésta es difícil de predecir. Por otra parte, la oferta y su posible crecimiento implica inversiones fuertes y de larga maduración por lo que el retraso de puesta en funcionamiento puede causar problemas. Una iniciación temprana causa graves problemas funcionales, si ésta se retrasa habrá un exceso de demanda incrementando los precios de la energía en el mercado.

La preocupación actual es este problema y su repercusión sobre los precios. Se asume que el sistema económico difícilmente volverá a un mercado energético con precios bajos y que, por el contrario, los precios de la energía subirán. El problema no es el nivel sino el ritmo de elevación de los precios, dado que si el ritmo es suave el sistema puede adecuarse sin costes excesivos. Por otra parte, para cubrir las necesidades de demanda que se produzcan se puede acudir a las tecnologías conocidas pero algunas de ellas, como la nuclear, tienen rechazo social, su introducción es un problema de trade-off entre aspectos sociales y aspectos económicos y una decisión pública de pagos o no de la economía relacionados con la decisión.

La evolución de los temas de preocupación en el campo de la energía es clave: pasamos de agotamiento energético y la necesidad de disminuir la demanda al análisis del incremento de oferta para cubrir la demanda a precios soportables por el sistema. Las nuevas tecnologías y el I+D en el campo energético es un proceso lento, en ocasiones impulsado sin demasiado entusiasmo por gobiernos y sector energético, aunque será sin la menor duda la solución de abastecimiento de energía según la teoría de los ciclos energéticos.

## LA DEMANDA DE ENERGÍA

### La energía y el crecimiento económico

El crecimiento económico va acompañado, como hemos comentado previamente, de crecimiento de la demanda de energía, principalmente de electricidad y energía para transporte. El cumplimiento de esta afirmación nos conduce a estudiar con especial atención la evolución de esta demanda y a “abandonar” en cierta medida la idea de su reducción. Una de las formas de conocer el peso de la energía en la economía es a través de la intensidad energética, concepto definido anteriormente. Todos los países intentan reducir ese ratio entre el consumo total de energía y el PIB, lo cual indicaría que la energía consumida, aunque esté creciendo, se utiliza de forma más eficiente. Este concepto pone el énfasis en la demanda cuantitativa más que cualitativa.

Por otro lado, vemos que la función de demanda de energía es muy inelástica, es decir, muy insensible a variaciones en los precios. En cuanto a la demanda realizada por parte de las economías domésticas, observamos que no se modifica el comportamiento de consumo de energía aunque el precio de ésta aumente, así sucede con los carburantes, por ejemplo. En el caso de empresas de servicios o industrias, suelen repercutir las subidas de los precios de la energía, como las de cualquier otro factor de producción, en los precios finales, por lo que tampoco parece que puedan tener demasiados incentivos para la disminución del consumo.

El argumento anterior nos lleva a pensar que, aunque el crecimiento de la demanda sigue siendo una preocupación general, lo cierto es que el mayor esfuerzo debe ir por el lado del incremento de la oferta o el uso más eficiente de los recursos. En cuanto a medidas concretas por el lado de la demanda, en el entorno comunitario, suelen destacar las relacionadas con:

- La fiscalidad. Es preocupación de la UE la elaboración de normas comunes respecto a la fiscalidad de la energía para evitar diferencias entre los países miembros y promover cambios en el comportamiento de los consumidores.
- Los programas de ahorro. Debido a las enormes pérdidas que se producen (6) desde la producción de energía hasta su uso final

---

(6) En electricidad, por ejemplo, el rendimiento energético es de menos del 50%, y en términos globales en Europa, de sólo un 25% (Energía. Controlemos nuestra dependencia. Comisión Europea, Luxemburgo 2002, pág. 26).

cualquier medida de reducción de consumo supone un ahorro a considerar.

- La concienciación medioambiental ciudadana. Lo cual implica una reducción de los combustibles fósiles utilizados. Este tipo de actuación, además de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, ayuda a reducir también la dependencia energética.

La reducción de la intensidad energética. En este sentido, la propia Comisión reconoce que los esfuerzos han ido disminuyendo en los últimos años. Aún cuando se considera que es posible mejorar la eficacia energética, se percibe una resistencia por parte de los consumidores a comprar tecnologías que mejoren el rendimiento energético.

Es importante asimismo hacer un análisis de los usos energéticos, es decir, debemos tener en cuenta que la mayor demanda de energía es un posible problema no sólo en términos cuantitativos sino también cualitativos, puesto que hay ciertas actividades que dependen de la energía, o de algún tipo de ella, de forma total; hablamos en este caso de demandas cautivas. Así por ejemplo, el transporte por carretera, que forma parte de muchas actividades económicas, no tiene sustitutivos cercanos en el caso de un crecimiento fuerte de precios del fuel o una restricción de su oferta. Es necesario, desde este enfoque, que, para limitar la dependencia, se busquen formas alternativas de cubrir esas necesidades, lo que pasa, necesariamente, por la búsqueda de nuevas tecnologías. Lo anterior no significa que no sea importante la reducción de la demanda y el uso eficiente de la energía, sino que, además, debemos buscar limitar también esas demandas cautivas y eso se consigue sólo con nuevas formas de aprovechamiento o de funcionamiento de los procesos. Desde la Comisión se avanzan como posibles medidas, el impulso del transporte ferroviario, el marítimo y el fluvial y la sustitución de los carburantes por biocarburantes líquidos u otras opciones. En cualquier caso, son medidas que requieren grandes esfuerzos y ayudas financieras si se quiere conseguir cierto nivel de éxito.

## **Previsiones de demanda**

Según el ya mencionado *Libro Verde* de la Energía, el consumo comunitario de energía aumenta entre un 1 y un 2 por ciento cada año y la dependencia respecto a terceros países supera el 50%. Nuestros recursos, por otro lado, pueden considerarse prácticamente nulos, incluso en

el caso del carbón, del que tenemos reservas pero con un alto coste de extracción.

Otras fuentes, como el IASA, ofrecen unas previsiones de crecimiento del PIB —principal indicador del crecimiento de consumo de energía (7)— de entre 1,7 y 2,2 por ciento para el periodo 1990-2020 y 1,7 y 1,1 para 2020-2050. Estas previsiones, unidas a las de un escaso crecimiento de la población, y una economía basada en los servicios, les hace prever que el crecimiento de la demanda de energía será “modesto” en comparación con el de otras zonas del mundo que están sufriendo un desarrollo mucho mayor, asumiendo que este consumo llegará a ser “maduro y estable” hacia mediados del siglo XXI. Todos los escenarios planteados parecen llegar a resultados bastante positivos y ello porque consideran que finalmente serán sustituidos los carburantes fósiles por otros sintéticos o por gas natural, y que tendrán cada vez más importancia las energía limpias y las de red. Sin embargo, debemos reconocer que este futuro tan halagüeño sólo será posible si, efectivamente, se implantan las medidas de gestión de la demanda propuestas por la Comisión. De hecho, se reconocen preocupaciones relativas a energías renovables como son las fuertes inversiones necesarias y la disponibilidad de la tierra, factores que chocan frontalmente con la liberalización de los mercados, como se analiza más adelante.

El “peor escenario” asume una escasa inversión en I+D, nuevas tecnologías, exploración de petróleo y gas e insuficiente diversificación de la demanda, pero aún en este caso se asume que la dependencia energética de la UE y los problemas relacionados con la seguridad en el suministro sean menores de lo que lo han sido históricamente. Y ello porque se confía en que, dado el capital disponible en la zona y las posibilidades de progreso técnico, nunca se lleguen a cumplir las pesimistas perspectivas de ese escenario adverso.

## Conclusiones

Podemos afirmar que la cuestión del crecimiento del consumo de energía es un tema que debe preocuparnos. Sin ningún afán alarmista parece claro que esa demanda seguirá creciendo en el futuro inmediato,

---

(7) Según el “*Global Energy Perspectives*”, desde 1990 el crecimiento del PIB de la zona ha sido de un 1,5%, y el de la demanda de energía primaria del 0,7%, aproximadamente, por tanto, la mitad del crecimiento del PIB (pág. 184).

acompañando al crecimiento económico que se producirá al mismo tiempo. Aunque las previsiones que los modelos ofrecen son bastante optimistas, no cabe descuidarse si queremos alcanzarlas efectivamente. Sólo si se impulsa la eficiencia y el ahorro energético, unido al esfuerzo en la investigación e inversión en nuevas tecnologías y fuentes de energía, se puede asegurar, en cierta medida, que podremos seguir disfrutando de un sistema económico con abundante energía. Además de lograr reducir la dependencia energética que, hoy por hoy, sigue siendo una asignatura pendiente. No debemos olvidar, por otro lado, los compromisos adquiridos en temas medioambientales, que sólo podrán cumplirse si se modifican sustancialmente nuestras formas de consumo. Reaparecen, en consecuencia, las necesidades de desarrollo de tecnologías limpias que, principalmente, consigan sustituir los consumos de combustibles fósiles, principales culpables de las emisiones tóxicas a la atmósfera.

## **LA OFERTA DE ENERGÍA**

Como se deduce de lo comentado hasta ahora, existe un amplio acuerdo sobre el hecho de que el problema de la energía es, fundamentalmente, un problema de demanda. Sin embargo, no debemos olvidar que la energía es un bien económico, es decir, un bien escaso para el que existe un mercado y, por tanto, al menos dos agentes: oferentes y demandantes. Al margen del empuje fundamental de la demanda a la hora de establecer en el intercambio de energía la cantidad y precios de equilibrio, de cuya contribución hemos hablado en el apartado anterior, debemos también prestar atención a la oferta y sus características (sector oligopolista y rigidez de la oferta), lo que nos ayudará a entender el problema global.

### **Oligopolios de oferta**

Una de las características presentes en casi todos los mercados energéticos particulares y el mercado de energía considerado de forma global es su carácter oligopolista. Las fuentes de producción están concentradas geográficamente, lo que ofrece ventajas a sus poseedores e introduce distorsiones en el mercado. Hemos comentado, en este sentido, las graves consecuencias que puede tener para el desarrollo del área europea una excesiva dependencia y las ventajas que para otros (como Argelia) implica la posesión de estos recursos. Es de destacar, sin embargo, algo que en ocasiones pasa desapercibido, frente a la evidente dependencia de los

países importadores, también es notable la que afecta a los productores/exportadores, altamente dependientes de los ingresos que obtienen por la venta de esos productos y que resultan claves para el conjunto de sus economías.

En cuanto a las distintas fuentes de energía, la preocupación es diversa. Así, por ejemplo, el uranio europeo representa sólo un 2% de las reservas mundiales y a pesar de que cada vez resulta menos competitivo —porque aparecen nuevos yacimientos en otras zonas— no se percibe con preocupación debido a la abundancia y dispersión geográfica de los yacimientos, lo que garantiza unos precios bajos. Sin embargo, como se verá con mayor detalle en otros capítulos de este mismo texto, la situación respecto la petróleo y el gas es bien distinta. En lo que respecta a estos productos, el factor fundamental a considerar es que, además de la elevada dependencia del exterior, la oferta está concentrada en unas pocas manos (por cuestiones de localización de yacimientos principalmente, pero también podría ser por tenencia de tecnología, control de las redes de transporte, etc.), lo cual hace que el mercado se organice en forma de oligopolio en el que la introducción de competencia tiene posibilidades muy limitadas. En el caso comunitario no debemos perder la perspectiva de que esta dependencia está demasiado concentrada geográficamente y de que la seguridad en el suministro pasa por la diversificación de los aprovisionamientos, pero también por la necesidad de reducción de dichos suministros y su sustitución por otros de producción propia o cuya propiedad esté más diversificada.

Ese puede ser el caso del carbón, del cual tenemos bastantes reservas, pero cuyos precios están por encima de los del mercado mundial. Esta circunstancia impulsará la reducción de su producción y la sustitución del carbón europeo por carbón importado. Las consecuencias de esta medida pueden ser positivas en cuanto a la disminución de los precios, pero vuelve a agravar el problema de la dependencia.

## **Oferta rígida**

Los recursos energéticos suelen clasificarse en renovables, cuando su uso no agota su existencia, o no renovables, en caso contrario. Sin embargo, en ambos casos podemos hablar de oferta rígida, ya que factores como la potencia instalada o la capacidad de extracción de los recursos del subsuelo ponen límites técnicos a la producción de energía, al margen del posible agotamiento del recurso. La oferta rígida está no sola-

mente en una cantidad de petróleo producida diariamente que no se recuperará, sino también en la capacidad de producción de las distintas formas. Así, en Europa, la energía hidroeléctrica es, de las renovables, la que mayor aportación realiza al balance energético, pero la posibilidad de aumento de capacidad es, prácticamente, nula. En cuanto al resto de renovables (eólica, solar, biomasa y geotérmica), siendo las únicas fuentes de producción que permiten cierto margen de maniobra en el contexto de la Unión Europea, necesitan todavía de fuertes inversiones para que su contribución crezca al ritmo requerido para atender a la demanda creciente de electricidad. A los problemas financieros debemos unir otras dificultades de algunas de estas formas de energía que escapan en ocasiones de la propia actuación humana, como son las relacionadas con la meteorología, que pueden establecer restricciones adicionales a su desarrollo. El problema se agrava si tenemos en cuenta los plazos temporales que son necesarios para poner en funcionamiento nuevas plantas. Éstos varían en función de la planta (central térmica, hidráulica, planta de extracción petrolífera, de gas...) pero en cualquier caso suelen estar por encima de los 5-8 años. En definitiva, las nuevas inversiones necesarias para atender la creciente demanda pueden verse limitadas por falta de incentivos y de garantías que aseguren la recuperación de la inversión.

En resumen, las recomendaciones por el lado de la oferta se están centrando en la explotación de nuevos recursos energéticos por un lado y, por otro, en asegurar y potenciar los ya existentes, lo cual incluiría la energía nuclear.

## **EL MERCADO ENERGÉTICO**

A la hora de analizar el mercado de la energía debemos tener siempre presente una característica particular, a saber, la consideración de bien público que han tenido diversas formas de energía (final), en particular la eléctrica; por lo que tradicionalmente han sido mercados intervenidos con el fin de garantizar el acceso al bien por parte de todos los ciudadanos y a un precio asequible. Esta circunstancia, unida a las características anteriores de crecimiento de demanda y de oferta rígida, puede conducir a un equilibrio inestable a corto plazo que genere incertidumbre de precios y desaliente las inversiones necesarias para atender la demanda.

En el análisis de los distintos mercados será interesante poner el acento en aquellas características especiales que influyen en la forma de los

mismos. Así, el *mercado del petróleo* se caracteriza por la fuerte concentración de la oferta mundial y, por el lado de la demanda, la elevada dependencia de esta fuente de algunos países (como España). La oferta, de la que se habla ampliamente en el capítulo 2, se concentra en el área de los países de la OPEP. Las variaciones unidas a la misma se han producido, principalmente, por nuevos descubrimientos de yacimientos. Desde el lado de la demanda, el principal problema al que debemos prestar atención es el ya mencionado de la existencia de consumos cautivos del petróleo, como son la mayoría de los transportes. Otros problemas relacionados con la oferta se refieren a su organización en forma de cártel y las dificultades en las relaciones entre sus miembros (cuotas de reparto, detección y control de posibles “engaños”, principalmente). Estos problemas escapan el ámbito de nuestro análisis por lo que no profundizamos en estas cuestiones.

En los últimos años parece que el problema no viene desde el lado de los suministros, pues se siguen descubriendo nuevos yacimientos, sino que es una cuestión de disponibilidad inmediata de los mismos. Los riesgos asociados a la propiedad de los campos petrolíferos están desapareciendo pero aparecen otros nuevos que hacen referencia a los oleoductos, refinerías y oleopuertos. La propiedad de los mismos, así como su posible vulnerabilidad, son los factores a analizar cuando estudiemos la dependencia del petróleo más que el simple análisis de la procedencia de nuestras importaciones.

El *mercado del carbón* aunque, en principio, es un mercado libre e internacional, tiene un fuerte componente nacional que debe ser tenido en cuenta. Además, es de esperar que vaya perdiendo importancia por los compromisos medioambientales adquiridos por la comunidad internacional, aunque siempre se considerará una fuente a la que recurrir en caso de necesidad, tal como sucede en la Unión Europea. Al ser un sector protegido (en algunos países, las empresas tienen la obligación de comprar carbón nacional), genera ineficacias que se trasladan al resto de mercados; así por ejemplo, en el sector eléctrico, las empresas que utilizan el carbón nacional se encuentran con un producto que tiene menor poder calorífico y es más caro que el carbón importado. Dejando un poco de lado estos problemas nacionales —que tienen un fuerte componente social—, es cierto que la gran preocupación social en nuestro entorno se refiere al carácter contaminante del mismo, que impulsa la búsqueda de nuevas formas de aprovechamiento, más “limpias” y la sustitución, en la medida de lo posible, por otras fuentes.

El análisis del gas es similar al del petróleo, pero con ciertas diferencias respecto a los tipos de productos que se comercian y con la idea de un mercado único a nivel europeo. El *mercado del gas*, como el eléctrico, ha sufrido en los últimos años un proceso liberalizador en el conjunto de los países de la Unión Europea, como resultado de la publicación el 21 de julio de 1998 de la Directiva 98/30/CE sobre Normas Comunes para el Mercado Interior del Gas Natural. La situación previa a la adopción de esta norma en los países implicados, que tenían como fecha tope para incorporarla a sus legislaciones en agosto de 2000 (excepto Reino Unido, Grecia y Portugal, por considerarlos mercados emergentes), era bastante avanzada en el terreno de la liberalización. El objetivo buscado con dicha directiva fue el equilibrio entre los objetivos propios de la liberalización y el mantenimiento de las obligaciones de servicio público. La situación del gas en los distintos países del anillo euro-mediterráneo no puede ser más diversa, pues encontramos casos, como el de España, que es totalmente dependiente (98%) del exterior (abastecida por otros miembros del área geográfica mediterránea, fundamentalmente Argelia, con un 60% del aprovisionamiento, el máximo permitido) y otros países con una dependencia menor (Irlanda, 31%; Italia, 67%), junto a otros que son importantes exportadores (Argelia, Noruega) o cuya dependencia es nula (Dinamarca, Holanda).

Aunque generalmente admitimos que el mercado del gas está liberalizado en nuestro entorno, debemos reflexionar sobre, al menos, dos cuestiones. La primera de ellas hace referencia al hecho de que es condición necesaria pero no suficiente para que haya mercado la existencia de una red suficientemente “mallada” e interconectada como para que los agentes que actúan a precios de equilibrio puedan atender físicamente los intercambios. En este sentido jugarán un papel crucial los nuevos gasoductos que se están construyendo, y gracias a los que conseguiremos no sólo mayor capacidad de transporte y, por tanto, comercio con países productores del área del norte de África, sino también, mayor independencia respecto a países que, hoy en día, son clave en los intercambios. La diversificación de productores y oleoductos reducirá el riesgo asociado a la dependencia de esta fuente. En esa diversificación de productores debemos prestar especial atención al papel que jugará Rusia en muy poco tiempo, que ya se ha convertido en el principal proveedor de Europa, restando protagonismo al resto de países del área mediterránea. Esta situación favorece que la UE disminuya el riesgo asociado a esa mayor dependencia de países como Argelia, pues parece muy probable esperar que la antigua URSS busque cada vez mejores y más cercanas relaciones con Europa Occidental. Los países productores del norte de África encontra-

rán en Rusia un importante competidor que puede hacer peligrar si no los precios del gas, sí al menos, la seguridad de compra por parte de terceros países.

Cuando se habla de la dependencia energética desde el punto de vista de la oferta de energía, parece que los principales temores surgen en torno a la situación geopolítica de esas fuentes primarias, aunque en los últimos tiempos esa preocupación se ha atenuado. Al mismo tiempo se percibe temor a los efectos que presenta la conexión evidente entre los precios del gas y los del petróleo, que son los que marcan la pauta, a pesar de que teóricamente se parta de la existencia de un libre mercado para cada uno de estos productos. Éste será un factor a tener en cuenta en la valoración de la dependencia/independencia de esta fuente de energía. Si esta tendencia se mantuviera en el tiempo, las mejoras introducidas en el mercado con las nuevas instalaciones de transporte perderían importancia, siendo el precio del gas una variable que se determinaría fuera del propio mercado. La consecuencia inmediata se refleja en el mercado eléctrico, cuyos aumentos de oferta se van a ver atendidos con la construcción de centrales de ciclo combinado que, además, son respetuosas con el medioambiente.

Respecto al *mercado eléctrico* debemos tener en cuenta la característica anteriormente mencionada: la provisión de energía eléctrica a todos los ciudadanos ha sido un compromiso de los gobiernos lo que le ha dado el carácter de “bien público”. Esta cualidad, unida a otras características (red: monopolio natural), han dado lugar a que la producción de energía eléctrica esté fundamentalmente en manos estatales o, progresivamente, de una pocas compañías privadas. Una de las principales preocupaciones de la UE es la introducción de competencia en el sector eléctrico, para lo cual se han desarrollado una serie de normativas que combaten la formación de cárteles, la posición dominante de ciertas compañías, la existencia de ayudas estatales y las fusiones; en general, cualquier situación que pueda suponer un peligro para la existencia de libre competencia.

En el siguiente cuadro aparecen los principales hitos temporales referentes a la aplicación de la normativa comunitaria sobre mercado eléctrico en los diferentes países, en el que se puede apreciar como, de los grandes productores y consumidores de energía, Francia es el país que se ha mostrado más reticente a la apertura del mercado, cumpliendo sólo los mínimos legales. En el otro extremo aparece Reino Unido, cuya liberalización data de principios de los 90 y cuya experiencia en el ámbito de la introducción de competencia ha servido al resto de países.

	<b>País</b>	<b>Año</b>
1	Alemania.....	1998
2	Austria .....	1998
3	Bélgica.....	1999
4	Dinamarca .....	1998
5	España.....	1997
6	Finlandia .....	1995
7	Francia.....	2000
8	Grecia .....	1999
9	Holanda .....	1998
10	Irlanda.....	1999
11	Italia .....	1999
12	Luxemburgo .....	2000
13	Portugal .....	1997
14	Reino Unido.....	1990
15	Suecia.....	1996

Fuente: Elaboración propia y UNESA.

Desde el punto de vista práctico debemos hacer unas reflexiones sobre la idoneidad o posibilidades ciertas de esas normativas. Así por ejemplo, en cuanto a la formación de cárteles, a pesar de que el mercado mayorista eléctrico ya está organizado en forma de “pool”, lo cierto es que no dejamos de estar ante un oligopolio, donde sí es importante resaltar que la desintegración vertical de las empresas ha favorecido la introducción de competencia. En cuanto a dónde se ha introducido competencia, por actividades son: generación, distribución, comercialización (actividades, todas ellas, que no son “de red”, donde la existencia de un monopolio natural aconseja la intervención de un organismo de carácter público que asegure el libre acceso a dicha red de distribución).

La aplicación concreta de esta liberalización en los diferentes países ha dado origen a ciertas preocupaciones. En el caso español, el sector se caracteriza por un equipo de generación instalado con un reducido margen de reserva para poder atender posibles crecimientos de demanda, unas redes de transporte y distribución con problemas de saturación, una demanda creciente y ciertas estructuras deficitarias (así sucede, por ejem-

plo, en las gasísticas). Por todo lo expuesto, el sector teme que las inversiones necesarias para atender la creciente demanda no se lleven a cabo, principalmente, porque la liberalización ha traído consigo un entorno de incertidumbre, que entorpece el correcto desarrollo de infraestructuras, las cuales requieren, por otro lado, amplios plazos temporales para su realización. A partir de esas consideraciones, el sector reclama un marco regulatorio que permita suplir esas carencias de capacidad y de red y solucionar posibles problemas que, de otro modo, amenazan el correcto funcionamiento del sector. Otro aspecto problemático es el de las ayudas estatales, que han recibido históricamente sectores como el carbón, por esas preocupaciones sociales de las que hablábamos anteriormente, y que parecen incompatibles con un marco de liberalización. Sí parece, por otro lado, que se están estableciendo ciertos controles sobre las fusiones y contratos a largo plazo sobre suministros de fuentes.

En el entorno supranacional, cada vez toma más fuerza la idea de un mercado eléctrico sin fronteras. Ya es casi una realidad el mercado ibérico y con el programa comunitario de ampliación de la red de distribución y de las conexiones con Francia y el norte de África, en el mercado entrarán nuevos agentes que favorecerán la existencia de la ansiada competencia.

El proceso de liberalización tendrá un hito importante en 2003, cuando se liberalice el mercado de la electricidad y el gas para las economías domésticas. Sin embargo, nada asegura que la liberalización y privatización supongan mayor competencia en el sector, y el consiguiente reflejo en las relaciones en el mercado y los precios alcanzados, y al final, estamos viviendo una re-regulación más que una desregulación y sus efectos finales aún están por determinar. Si los precios caen impulsaría aún más la demanda, con el consiguiente agravamiento del problema del abastecimiento. El desarrollo de una red interconectada será fundamental para el funcionamiento del mercado libre.

## **BIBLIOGRAFÍA**

COMISIÓN EUROPEA: «*Libro Verde: Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético*». [http://europa.eu.int/comm/energy\\_transport/es/lpi\\_lv\\_es1.html](http://europa.eu.int/comm/energy_transport/es/lpi_lv_es1.html).

CREMER, J. Y SALEHI-ISFAHANI, D.: «*Models of the Oil Market*», Harwood Academic, 1991.

- DEPARTMENT OF ENERGY, USA: «*World Energy Projection System*». <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/weps/>.
- EURELECTRIC: «*Business trends in the european power industry-consequences of liberalisation*». [www.eurelectric.org](http://www.eurelectric.org).
- GARCÍA ALONSO, J. M. y IRANZO, J.: «*La energía en la economía mundial y en España*». Editorial AC, 1988.
- GRIFFIN, J. A. y STEELE, H. B.: «*Energy Economics and Policy*». Academic Press, 1980.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY: «*World Energy Outlook*». <http://www.worldenergyoutlook.org/weo/about.asp>.
- INTERNATIONAL INSTITUTE FOR APPLIED SYSTEMS ANALYSIS: «*Annual Report'88*». IIASA, Luxemburgo, 1989.
- KAHN, HERMAN, ET AL: «*The next 200 years. A scenario for America and the world*». Management Editions (Europe), Ginebra, 1976.
- LANDSBERG, H. (coordinador): «*Energy. The next twenty years*». Ballinger Publishing Company. Cambridge (Massachusetts), 1979.
- LARRAZ ESCOBAR, J. A.: «*Modelos de previsión de los consumos energéticos*». Hacienda Pública Española, n.º 53. Madrid, 1978.
- LORCA, A.: «*Los ciclos energéticos*». Boletín ICE n.º 2195. Madrid, 1989.
- MESAROVIC, M. y PESTEL, E.: «*La humanidad ante la encrucijada: Segundo informe al club de Roma*». Instituto de Estudios de Planificación. Madrid, 1975.
- NEBOJSA, ARNULF y McDONALD (Ed.): «*Global Energy Perspectives*». Cambridge University Press, 1998.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA: «*Planificación de los sectores de electricidad y gas. Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011*». [http://www.mineco.es/PlanificaciónEnergetica2002\\_2001/](http://www.mineco.es/PlanificaciónEnergetica2002_2001/).
- ROBINSON, T.: «*Economics of Exhaustible Resources*», Routledge, 1989.