

# PREVISION SOBRE LA DEMANDA DE ENERGIA EN ESPAÑA HASTA EL AÑO 2000

Por Juan Alegre Marcet

La situación futura de un país en el campo energético cobra su verdadera dimensión cuando se contrastan las estimaciones de su demanda energética y las posibilidades de satisfacción de esa demanda, teniendo en cuenta la utilización máxima de sus propios recursos energéticos. Por consiguiente, a lo largo de este trabajo se va a tratar de estimar las previsiones de la demanda, en lo que resta de siglo.



**JUAN ALEGRE MARCET** es Director General y Presidente del Consejo de Administración de FECSA, Presidente de UNESA —agrupación que forman las empresas eléctricas españolas— y Consejero de varias empresas del sector energético.

## I. CONCEPTOS BASICOS EN LA DEFINICION DE LA DEMANDA ENERGETICA

Antes de entrar en el análisis de las previsiones de demanda, conviene exponer, aunque sea muy brevemente, los distintos niveles en que puede cuantificarse esta demanda en el sistema energético.

La demanda de energía puede establecerse en tres niveles, llamados en la terminología internacional de la siguiente forma: Energía Primaria, Energía Final y Energía Util. La Energía Primaria (carbón, gas, petróleo), debe ser transformada (en centrales eléctricas, refinerías, hornos de coque), transportada y distribuida con las con-

\* 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 de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, de Madrid; *El petróleo en España: posibilidades, prospecciones, suministros exteriores*, por José Borrell

siguientes pérdidas para poderse utilizar como Energía Final (electricidad, gasolina, coque) en dispositivos de demanda (motores eléctricos, calderas, hornos, etc.), que permitirán disponer de una Energía Util (energía mecánica, calefacción, etc.), que será la propiamente demandada por las Unidades de Servicio.

De acuerdo con los anteriores conceptos, las proyecciones de la demanda deberían realizarse a nivel de Energía Util, por existir una relación más directa con las Unidades de Servicio y a partir de ésta determinar las necesidades de Energía Final y Primaria.

No obstante, dado el carácter discutible, que algunas veces tiene el concepto de Energía Util y la carencia de datos fiables sobre los rendimientos de los dispositivos de demanda, es obligado plantearse el estudio sectorial desde el punto de vista de la Energía Final.

El realizar previsiones a nivel de Energía Final presenta ventajas respecto a la forma tradicional, consistente en evaluar la demanda global de Energía Primaria mediante relaciones con variables económicas del sistema, como el Producto Interior Bruto y los precios relativos energéticos. En este sentido pueden mencionarse las siguientes consideraciones:

1.º) El cálculo de las elasticidades que ligan estas variables se ha realizado en base a la evolución que tuvieron en el pasado, con circunstancias distintas de las actuales.

2.º) Existe en este momento una gran incertidumbre en el sector económico, por lo que las previsiones de los incrementos que en el futuro tendrá el Producto Interior Bruto tienen tanta aleatoriedad como la propia demanda energética.

3.º) El impacto que realmente tendrán las medidas

▷ Fontelles, Director de Investigación Operativa de la Compañía Española de Petróleos; *La energía solar en España*, por Federico Fúster Jaume, Jefe del Programa Solar del Instituto Nacional de Industria; *El carbón, sus posibilidades de utilización en España*, por J. R. García-Conde Ceñal, Catedrático de Combustibles de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, de Oviedo; *La energía hidráulica en España, situación actual y perspectivas*, por Alejandro del Campo Aguilera, Subdirector Técnico en Iberduero, S. A.; *La energía geotérmica en España*, por José María Fúster Casas, Catedrático de Petrología de la Universidad Complutense; *La energía nuclear y su futuro*, por Francisco Pascual Martínez, Vicepresidente y Director General de la Junta de Energía Nuclear; *Racionalización del consumo de energía: problemas españoles*, por Juan Temboury Villarejo, Director Gerente del Centro de Estudios de la Energía del Ministerio de Industria; *Posibilidades energéticas de España*, por Ramón Leonato Marsal, Director General de la Energía; *Perspectivas energéticas mundiales*, por Javier Álvarez Vara, Subdirector de Desarrollo Corporativo del Instituto Nacional de Industria; *El gas natural en España*, por Antonio Téllez de Peralta, Director de Planificación y Desarrollo de Enagas; y *Los precios de la energía en España*, por José Rodríguez de Pablo, Economista.

de ahorro y conservación recogidas en los planes energéticos elaborados, son difíciles de evaluar por las múltiples implicaciones que dichas medidas tienen junto a los efectos derivados de la modificación de los precios relativos de las distintas energías.

En resumen, parece lógico analizar la demanda energética sectorialmente y a su nivel de demanda de Energía Final, puesto que en dicho nivel pueden evaluarse de forma más fácil los cambios sectoriales del sistema energético, teniendo en cuenta la posible existencia de planes de desarrollo para aquellos sectores que tienen un mayor peso en la economía. Además, el análisis de la demanda a este nivel de Energía Final no hace necesario el obtener previsiones sobre las mejoras de eficiencias que puedan producirse en las tecnologías de abastecimiento, cosa que no es fácil de evaluar.

## **II. ALGUNAS CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LA ESTRUCTURA SECTORIAL DEL CONSUMO ENERGETICO FINAL**

Afortunadamente, tal y como después veremos, el sistema energético de un país tiene una «inercia» muy grande. Sólo cambios muy drásticos que aparezcan en el contexto energético —como el ocurrido con la crisis de los años 1973-74— originarán ciertos cambios estructurales durante un largo período de tiempo. Para corroborar esto, se han recogido en la tabla 1, que se adjunta, los consumos energéticos sectoriales al nivel de Energía Final.

Un resumen de la citada tabla 1 se recoge en la siguiente tabla 2.

Puede observarse la existencia de la ya citada estabilidad en la evolución estructural del consumo de los cuatro grandes sectores analizados, aunque lógicamente existen también pequeños altibajos que impiden ver de forma clara su evolución estructural a muy largo plazo; se observa también en la tabla 1 un incremento en los consumos porcentuales de los subsectores químico, papel, gasolina-auto y queroseno-aviación. Por el contrario, los porcentajes del cemento y de la siderurgia parece que tienden a bajar, y el del gasóleo-auto tiene diversos altibajos (posiblemente debidos a los datos estadísticos, ya que parece haber habido durante el período estudiado un cambio de criterio en la manera de ser recogidos dichos valores).

Por consiguiente, se tiene que, por un lado, la estructura sectorial presenta una gran estabilidad y, por otro, durante el período de tiempo analizado existe una evolu-

**Tabla I CONSUMO DE ENERGIA FINAL POR SECTORES. PERIODO 1968-76** Unidades: 10<sup>3</sup> TEC y porcentajes

	Años																	
	1968		1969		1970		1971		1972		1973		1974		1975		1976	
	Total	%																
Consumo energía final: (CEF) .....	33.309	*	38.096	*	41.866	*	44.732	*	48.974	*	54.586	*	57.489	*	56.715	*	59.348	*
Siderurgia ...	4.097	25,7	4.827	25,4	5.390	25,5	5.784	26,6	6.451	26,2	7.098	26,0	7.490	25,5	7.942	25,6	6.976	24,7
Cemento .....	2.720	17,0	2.844	15,0	2.899	13,7	2.795	12,8	3.105	12,6	3.479	12,8	3.771	12,8	3.797	13,8	3.696	13,8
Papel .....	622	3,9	711	3,7	847	4,0	954	4,4	1.026	4,2	1.193	4,4	1.383	4,7	1.341	4,9	1.399	5,7
Químico .....	2.169	13,6	2.480	13,1	2.742	13,0	3.016	13,9	3.589	14,6	3.842	14,1	4.227	14,4	3.925	14,2	4.113	14,5
Resto sector ...	6.346	39,8	8.121	42,8	9.258	43,8	9.213	42,3	10.441	42,4	11.657	42,7	12.528	42,6	11.422	41,5	11.937	42,1
<b>SECTOR INDUSTRIAL</b>																		
Total sector industrial .....	15.954	100,0	18.983	100,0	21.136	100,0	21.762	100,0	24.612	100,0	27.260	100,0	29.399	100,0	27.527	100,0	28.281	100,0
Gasolina-auto. ....	3.113	29,9	3.533	31,6	4.095	33,8	4.542	34,1	5.192	36,4	6.056	35,9	6.144	38,1	6.737	39,9	7.200	37,0
Gasóleo-auto. ....	3.099	29,8	3.359	30,0	3.641	30,1	3.795	28,5	3.965	27,8	5.168	30,6	4.192	26,0	4.907	20,1	6.310	33,2
<b>SECTOR TRANSPORTES</b>																		
Queroseno-aviación ...	486	4,7	648	5,8	758	6,2	930	7,0	1.085	7,6	1.292	7,6	1.428	8,8	1.484	8,8	1.521	8,0
Resto sector ...	3.712	35,6	3.654	32,6	3.620	29,9	4.052	30,4	4.034	28,2	4.368	25,9	4.379	27,1	3.756	22,2	3.970	20,0
Total sector transporte. ....	10.410	100,0	11.194	100,0	12.114	100,0	13.319	100,0	14.276	100,0	16.884	100,0	16.143	100,0	16.884	100,0	19.000	100,0
Total sector residencial y comercial ...	4.919	100,0	5.746	100,0	6.167	100,0	7.027	100,0	7.204	100,0	7.684	100,0	8.205	100,0	8.553	100,0	9.641	100,0
Total sector agrícola y ganadero .....	2.026	100,0	2.173	100,0	2.449	100,0	2.624	100,0	2.882	100,0	2.749	100,0	3.742	100,0	3.751	100,0	3.017	100,0

\* El porcentaje de cada subsector está referido al consumo total del sector a que pertenece. Datos elaborados en UNESA en base a las estadísticas del Ministerio de Industria y Energía.

**Tabla 2**  
**EVOLUCION ESTRUCTURAL POR SECTORES DE ENERGIA**  
**FINAL (CEF)**

**Periodo: 1968-76. Unidad: % s/CEF**

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Industrial .....	47,9	49,8	50,4	48,6	50,2	50,0	51,1	48,5	47,2
Transporte .....	31,2	29,4	29,8	29,8	29,2	31,0	29,1	29,8	31,7
Residencial y comercial.	14,8	15,1	14,9	15,7	14,7	14,0	14,3	15,1	16,1
Sector agrícola y gana- dero* .....	6,1	5,7	5,8	5,9	5,9	5,0	6,5	6,6	5,0

\* El consumo de carburantes en el subsector pesca está incluido en el de transporte.

ción estructural que, aunque lenta, debe analizarse cuidadosamente cuando quieran extrapolarse los consumos energéticos sectoriales a períodos largos de tiempo, como es el caso que estamos tratando de estudiar (1980-2000).

Estos cambios lentos producidos en la estructura energética son debidos —como ya se ha indicado— a multitud de factores, entre los que cabe destacar la incidencia de crecimientos diferenciales de desarrollo económico, las diversas políticas de ahorro y conservación llevadas a efecto, las diferentes evoluciones de las tecnologías utilizadas, los cambios de eficiencias en los procesos energéticos, etc. Todos estos factores tienen distinto impacto en cada uno de los subsectores considerados, por lo que es lógico que ocurran cambios estructurales. La demanda total del sector industrial, por ejemplo, no deberá aumentar, en general, tan rápidamente como la del producto industrial bruto, debido a una serie de factores, tales como el rendimiento energético de los procesos industriales que va mejorando lenta, pero continuamente (principalmente en los subsectores industriales tradicionales que utilizan, por lo general, maquinaria antigua que va renovándose), las economías de escala que van produciéndose al aumentar el volumen producido, la reorientación hacia la producción de artículos con menos consumos específicos, la sustitución de energía por otros factores productivos, etc.

En el ferrocarril, por otra parte, la sustitución de las locomotoras de carbón por otras con tracción diesel o eléctrica ha permitido mejorar notablemente los rendimientos en este sector; ésto ha significado en los últimos años que, a los crecimientos habidos en los transportes de viajeros y mercancías, ha correspondido una disminución en los consumos de energía; por otra parte, el ferrocarril ha soportado una gran competencia con el transporte por carretera, subsector éste que ha tenido en

los últimos años unos crecimientos enormes. Además, dado que una parte de los consumos en el sector transporte está muy relacionada con otros factores distintos del nivel de actividad económica, como puede ser el tamaño del país, su infraestructura de transporte, el modo de vida de la gente, su modo de conducir, etc., cualquier cambio producido en uno de estos factores anteriormente citados, tiene su reflejo en el consumo energético del sector.

En cuanto al sector residencial y comercial, puede decirse que su consumo energético es el que está más directamente relacionado con el nivel de vida del país, siendo por tanto un factor muy importante a tener en cuenta el nivel de confort alcanzado en el parque nacional de viviendas. En este confort juega, generalmente, un papel preponderante la energía utilizada en la calefacción de las viviendas, por lo que una variable muy importante a considerar, cuando quieren establecerse comparaciones entre los distintos niveles de confort disfrutados en los diversos países, son las condiciones climatológicas de cada uno de éstos. Lógicamente, a medida que aumenta el nivel de vida del país, va aumentando la demanda de energía para calefacción y agua caliente, para aire acondicionado, para electrodomésticos en general y, en resumen, para todo aquello que pueda aumentar el confort de la vivienda. Simultáneamente con este proceso existen cambios estructurales en el consumo energético de ese sector debido, fundamentalmente, a la sustitución en el uso de energías primarias que son, en general, poco cómodas (carbón o leñas) por energías secundarias más fáciles y cómodas de utilizar, como pueden ser el gas o la electricidad.

Junto a los factores que, como el crecimiento del sistema económico, el aumento del nivel de vida del país, la utilización mayor de las energías secundarias, etc., fomentan, por lo general, el aumento del consumo de energía, existen otras variables que tienden, contrariamente, a disminuirlo. Entre estas variables se encuentran las medidas de política de conservación y ahorro del Gobierno y la mejora lenta, pero continua, de los rendimientos de utilización de la energía debidos al perfeccionamiento tecnológico de los procesos energéticos; el progreso técnico modifica también, por tanto, la estructura del flujo energético, y la aparición de nuevas tecnologías, con los consiguientes incrementos en la eficiencia de los procesos energéticos, hace que con un consumo inferior de energía primaria pueda hacerse frente a mayores demandas en los niveles de consumo final.

Las medidas de política de ahorro energético que tome

el Gobierno son importantes a la hora de prever la evolución estructural de la demanda energética. Un aspecto fundamental es el impacto de una política de precios realistas de la energía y de la que nos ocupamos más adelante. Además de este aspecto, pueden considerarse medidas de ahorro energético que afecten únicamente al nivel de vida que disfrutan los habitantes del país, como pueden ser la de una disminución de las temperaturas en los edificios, un menor nivel en el área de transporte que no está vinculada directamente con el grado de actividad económica (viajes de ocio en coches, por ejemplo), unas subvenciones para mejoras en las eficiencias en los procesos industriales, etcétera; además existen otras medidas que pueden afectar ya al nivel de actividad económica del país, como puede ser el establecimiento de racionamientos en los suministros energéticos necesarios para alcanzar las capacidades de producción, etc. Naturalmente, de cómo sean las medidas de política de ahorro energético que se adopten, dependerá la evolución de la estructura del consumo energético, aunque debe tenerse siempre presente que afectarán —salvo que ocurran drásticos cortes en los suministros de algún tipo de energía— de forma lenta debido a la ya varias veces señalada «inercia» que tiene el sistema energético de un país.

La política de precios realistas de la energía —recogida en el PEN— es fundamental a la hora de establecer las previsiones de la demanda energética. Y no sólo por su importante impacto en la demanda global, sino también por su efecto sobre la estructura del sistema energético, debido a la variación de precios relativos entre energías técnicamente sustituibles. La demanda de estas energías viene determinada sobre una base de competencia entre dichas fuentes energéticas, siendo en muchos casos un factor esencial el precio relativo entre ellas, sobre todo en ciertos sectores donde el gasto de energía supone un alto porcentaje en la estructura del gasto total. Ahora bien, en ciertos usos donde otras variables, como pueden ser la comodidad, la facilidad de empleo, etc., sean factores importantes (sector residencial) podría suceder que el usuario esté dispuesto a emplear una forma de energía secundaria más cara, debido a su mejor «calidad». Sin embargo, puede decirse con carácter general que en el sector industrial el precio de la energía suele ser un factor de mucho peso dada la necesidad que tiene de ofrecer sus productos a precios competitivos. No sucede lo mismo para combustibles que respondan a necesidades específicas, como puede ser el carburante en los transportes

por carretera o aire, los productos petrolíferos utilizados como materia prima en usos no energéticos, el carbón siderúrgico empleado en la producción de coque, etc., debido a la casi no existencia de competencia con otros tipos de energía. Por lo que respecta a la electricidad, puede decirse que una gran parte de su utilización va dirigida hacia subsectores en los que no existe competencias de sustituibilidad con otros tipos de energía, como pueden ser el de iluminación, el de electrodomésticos, el de procesos electrolíticos, etc. Si compite, por el contrario, con otros tipos de energía en algunos subsectores como es el de la calefacción en el sector residencial, el de la tracción en ferrocarril, etc., pero téngase presente siempre que ya existe una competitividad entre energías primarias para la producción de dicha electricidad.

Por último, otro factor a considerar, y que puede tener un efecto muy importante en la definición de la estrategia de desarrollo del sector energético, es la consideración del impacto ambiental. La utilización mayor o menor de las distintas fuentes energéticas dependerá, en gran manera, de las restricciones que se pongan a los niveles máximos de impacto sobre el medio ambiente de los distintos contaminantes.

La valoración del efecto que tendrá cada uno de los factores citados anteriormente sobre el consumo energético es muy difícil de definir, sobre todo cuando se estudia un período de tiempo muy largo; es necesario, si se quiere realmente alcanzar unas previsiones con un cierto grado de fiabilidad, hacer un análisis profundo de las previsiones en un gran número de subsectores; ahora bien, ello exige una base estadística-energética muy completa, de la cual no siempre se dispone.

### **III. PREVISIONES SECTORIALES DE ENERGIA FINAL EN EL PERIODO 1980-2000**

De acuerdo con lo expuesto en el capítulo anterior y tomando como base los estudios desarrollados por UNESA, vamos a establecer unas previsiones sectoriales de la demanda de Energía Final, considerando cuatro grandes sectores: Industrial, Transporte, Residencial-Comercial, y Agricultura y Ganadería.

#### **a) Previsiones sectoriales de energía final en el sector industrial**

La industria es el sector con mayor demanda energética. Su consumo alcanza alrededor del 50 por 100 de la energía final total consumida en los países más industria-

lizados (46 por 100 para los países de Europa del Oeste, 57 por 100 para los países de Europa del Este, 40 por 100 para los EE.UU.). Se espera que este porcentaje sufra una ligera disminución a largo término, dado que es de prever que el crecimiento del sector industrial sea ligeramente menor que el de los sectores Residencial y Transporte.

El principal cambio que puede preverse a largo término es la menor expansión del subsector de la Siderurgia que junto al químico y al cementero absorben el 50 por 100 del consumo energético (véase la tabla 1). El modelo de desarrollo de la demanda energética en el sector industrial está, lógicamente, muy influenciado por los procesos energéticos de estos tres subsectores que tienen un consumo energético intensivo.

En cada uno de dichos subsectores, UNESA ha llevado a cabo estudios que analizan en profundidad la problemática de los mismos; así, por ejemplo, se han tenido en cuenta los planes de desarrollo sectoriales correspondientes, que comprenden no sólo el impacto que las medidas de conservación y ahorro energético pueden producir en la oferta energética, las subvenciones estatales para su modernización y mejora de las eficiencias de tecnologías correspondientes, la evolución de las exportaciones, etc. Además, todo este análisis se ha comparado con las previsiones sectoriales correspondientes de otros países a través de índices que reflejan, de alguna manera, las estructuras energéticas de los distintos sistemas energéticos como son, por ejemplo, el consumo de unidades físicas *per capita*, los consumos de energía por unidad física producida, etc.

De acuerdo con las cifras mostradas en la tabla 3 puede observarse que no se producen cambios drásticos en la estructura de este sector y, aunque existe un cierto cambio estructural, éste sigue, lógicamente, las evoluciones trazadas con anterioridad por otros países más industrializados que el nuestro.

Finalmente conviene señalar que sobre la eficiencia global del sector industrial puede decirse que, actualmente, alcanza valores entre el 45 y el 50 por 100.

A este respecto y en el campo del ahorro energético, en el sector industrial debe tenerse en cuenta que sin especiales incentivos del Gobierno no deben esperarse muchos progresos a corto término. Una estimación media global del 10 por 100 en el incremento de eficiencia podría ser posible en los próximos años. A más largo término, la cifra máxima alcanzable puede ser más alta; una me-

dia ponderada del potencial de ahorro del sector podría cifrarse en el 25 por 100, basada, fundamentalmente, en los siguientes factores: recuperación del calor residual, reciclado de aluminio, mejores diseños energéticos de los equipos y nuevas tecnologías. Ahora bien, a pesar de estos niveles deseables de ahorro, las perspectivas posibles en el campo real no alcanzarán, seguramente, niveles superiores al 15 por 100 del potencial ya citado (25 por 100), principalmente debido a la baja respuesta de la industria no intensiva y a las medidas más severas que, presumiblemente, se establecerán en el control del medio ambiente (contrarias en general al ahorro energético).

#### **b) Previsiones de la demanda energética en el sector del transporte.**

Actualmente el sector del transporte representa aproximadamente el 18 por 100 del consumo de energía final de los países más desarrollados (aproximadamente un 10 por 100 en los países del Este Europeo y Rusia, un 15 por 100 en los países del Oeste de Europa y un 26 por 100 en EE.UU.). Puede esperarse un aumento de su importancia relativa con respecto a los otros sectores, debido a incrementos de los intercambios entre las economías nacionales y a los aumentos en los niveles de automoción.

Este sector tiene una importancia específica, debido a que la clase de energía primaria más empleada —y con pocas posibilidades de sustituibilidad— es el petróleo en forma de gasolina, gas-oil y queroseno, principalmente. Estos productos suponen —en los citados países— del 85 al 95 por 100 de la demanda energética del sector, siendo la gasolina la que tiene un mayor porcentaje. La tendencia registrada en los últimos años evoluciona hacia una casi completa desaparición de los combustibles sólidos en favor de los otros tipos de energía.

Aproximadamente de un 70 a un 80 por 100 de la energía total demandada por el sector del transporte en los países del Oeste de Europa y en los EE.UU. corresponde al tráfico de carretera, con una eficiencia muy baja; los ferrocarriles representan del 5 al 8 por 100, el tráfico aéreo del 2 al 5 por 100; y el resto se emplea para barcos.

Pueden resumirse las principales características del consumo de este sector de la siguiente manera:

- Un importante papel que el sector del transporte juega como consumidor de energía final y con tendencia a aumentar en el futuro.
- La gran importancia relativa que tiene el tráfico de carretera dentro del sector.

Unidad: 10<sup>3</sup> TEC

Tabla 3 PROYECCIONES SECTORIALES PARA EL PERIODO 1985-2000

Años	SECTOR INDUSTRIAL					SECTOR TRANSPORTES				SECTOR RESIDENCIAL Y COMERCIAL				SEC-TOR AGRI-COLA	TOTAL SEC-TORES	
	Siderurgia	Quimica	Cemento	Resto industrial	Total industrial	Aire	Carretera	Resto transportes	Total transportes	Calef. resid. unifamiliar	Calef. resid. multif. + calef. comerc.	Agua caliente	Otros usos			Total resid. + comercial
1985	7.600	6.230	4.270	19.080	37.180	2.410	17.550	4.330	24.290	1.300	3.420	2.130	5.840	12.690	4.300	78.460
% s/total sector	20,4	16,8	11,5	51,3	100	10	72,2	17,8	100	10,2	27,0	16,8	46,0	100		
% s/consumo total sectores					47,3				31,0					16,2		
1990	8.570	7.240	4.510	22.000	43.320	2.990	21.100	4.430	28.530	1.510	3.970	2.438	6.300	14.290	4.750	89.890
% s/total sector	20,2	17,1	10,7	52,0	100	10,5	74	15,5	100	10,6	27,8	17,0	44,6	100		
% s/consumo total sectores					47,1				31,7					15,9	5,3	100
1995	9.750	8.340	3.830	24.740	46.660	3.550	24.080	4.570	32.200	1.710	4.530	2.710	6.920	15.870	5.190	99.920
% s/total sector	20,9	17,9	8,2	53,0	100	11	74,7	14,3	100	10,8	28,5	17,1	43,6	100		
% s/consumo total sectores					46,7				32,2					15,9	5,2	100
2000	10.350	9.520	3.390	27.570	51.330	4.070	26.910	4.720	35.700	1.900	5.000	2.980	7.430	17.390	5.550	109.970
% s/total sector	21,1	19,6	6,6	53,7	100	11,4	75,4	13,2	100	10,9	29,2	17,2	42,7	100		
% s/consumo total sectores					46,7				32,5					15,8	5,0	100

Datos elaborados por UNESA.

- La pequeña y cada vez menor utilización de clases de energía diferentes a las derivadas del petróleo y a la electricidad. Por consiguiente, un ahorro energético en este sector repercute de manera muy directa en el consumo de petróleo.
- El predominante papel que tiene la gasolina para alimentar el motor de combustión interna.
- El mucho tiempo que necesitarán los cambios que se intenten introducir, pues el consumo de este sector está muy ligado a la forma de vida de los habitantes del país.
- La rigidez que tienen las tecnologías del transporte; lo que dificulta una mayor sustitutibilidad entre los carburantes.

Estas características nos indican que las alteraciones que puedan ocurrir en la evolución de este sector serán más bien lentas.

Los resultados finales de las previsiones de demanda de este sector están recogidos en la tabla 3.

### **c) Previsiones de demanda energética en el sector residencial y comercial**

Este sector representa —como media— aproximadamente el 30 por 100 (3 ó 4 por 100 más, si se incluye Agricultura) del consumo de energía final en los países más desarrollados. Este porcentaje se ha incrementado en el pasado como consecuencia, principalmente, del equipamiento de las viviendas con sistemas de calefacción central, de alcanzar niveles de confort más altos, de traslados de la población a viviendas localizadas en áreas residenciales, del menor número de habitantes por hogar, y de una rápida expansión del sector de servicios.

Es de destacar el papel importante que juega el consumo de la calefacción en este sector. Para el conjunto de los países desarrollados, entre el 60 y el 80 por 100 de la energía total utilizada en este sector está dirigido a calefacción. La iluminación, excluyendo electrodomésticos, representa del orden del 2 al 3 por 100 de la energía consumida en este sector. El resto del consumo procede de los electrodomésticos (usando, principalmente, electricidad y gas, aunque también algo de carbón) y del agua caliente.

En cuanto a los tipos de energía utilizados, aproximadamente el 70 o el 80 por 100 del consumo energético está suministrado bajo la forma de energías primarias, empleadas básicamente para calefacción. Los tipos de energía secundaria (electricidad y calefacción urbana) se

orientan, fundamentalmente, para el resto del consumo del sector; estas clases de energía están aumentando —en los últimos años— muy rápidamente en términos relativos. Esta tendencia refleja el crecimiento de la calefacción urbana en algunos países occidentales y de las aplicaciones eléctricas del hogar (refrigeradores, radiadores, máquinas de lavar, etc.). El gas natural juega también un importante papel en el sector residencial de algunos países como, por ejemplo, en los EE.UU. y está incrementándose su utilización de manera importante en Holanda y Bélgica. Sin embargo, son todavía los productos petrolíferos los que representan el más alto porcentaje del consumo en los países del Oeste de Europa. Los combustibles sólidos juegan un pequeño papel y su utilización disminuye rápidamente debido básicamente a la incomodidad de uso que tienen. Las tendencias van hacia un incremento cada vez mayor de las formas de energía secundarias y del gas natural en los países occidentales y hacia una disminución tanto absoluta como relativa de los consumos de los combustibles sólidos.

Después de exponer esta panorámica general del sector, vamos a centrarnos ahora en el sector residencial y comercial en España.

El porcentaje de participación de este sector en el consumo global de energía final es más pequeño que el existente en los países más industrializados. Existen varias razones para que esto sea así; los países situados en regiones más frías que la de España (como ocurre, en general con los países más industrializados) tienen que consumir grandes cantidades de energía en calefacción para alcanzar niveles de confort análogos a los que se tienen en España. Otra razón es que el consumo de este sector está estrechamente ligado al nivel de vida que disfrutan los habitantes del país y, lógicamente, si comparamos España con países más ricos, los consumos registrados en el sistema energético español serán más bajos.

Puede decirse, por tanto, que a medida que aumenta el nivel de vida del país va aumentando de manera muy directa la demanda de energía en calefacción —con las variaciones debidas al clima ya mencionadas—, agua caliente, aire acondicionado, consumo en electrodomésticos, y, en general, para todos aquellos usos que suponen un mayor confort de las viviendas.

Los subsectores que se han estudiado dentro del sector residencial y comercial han sido: la calefacción, el agua caliente y otros usos. Un primer paso para la diferenciación de estos consumos exige un análisis lo más completo

posible del parque de viviendas en España, distinguiendo las unifamiliares de los edificios de viviendas multifamiliares, así como las diferencias climáticas dentro de nuestro país, determinándose finalmente los consumos específicos de energía final y útil para cada tipo de vivienda en cada una de las zonas climáticas consideradas.

Un análisis similar se ha realizado para los consumos específicos de Energía Util y de Energía Final en los subsectores Agua Caliente y Otros Usos en función de las características específicas de cada vivienda-tipo y del equipamiento de los parques de cada zona.

El análisis anterior ha permitido hacer un estudio de la evolución que ha tenido la estructura de consumos energéticos del sector residencial y comercial a lo largo del período 1968-76. Teniendo en cuenta los valores porcentuales de cada subsector, pueden señalarse las siguientes consideraciones:

— El consumo del sector Residencial representa alrededor del 70 por 100 del consumo total Residencial-Comercial, por lo que el porcentaje correspondiente al sector Comercial es del orden del 30 por 100. El porcentaje del sector Residencial sube ligeramente durante este período.

— Para el sector conjunto Residencial y Comercial, los porcentajes de Calefacción, Agua Caliente y Otros Usos son los siguientes: el porcentaje de consumo en calefacción oscila alrededor del 36 por 100, observándose una ligera disminución a lo largo de todo el período 1968-76 que es debida, fundamentalmente, al crecimiento relativamente importante que experimenta el agua caliente ya que durante este período el parque de viviendas equipadas con agua caliente creció enormemente; el peso relativo del consumo en agua caliente sube del 13 por 100 en el año 1968 a más del 16 por 100 en el año 1976 debido básicamente al ya citado aumento del parque de viviendas; el porcentaje de consumo en el subsector Otros Usos se mantiene prácticamente constante en el 49 por 100.

— Dentro ya del sector Residencial, el consumo de calefacción presenta un porcentaje del orden del 33 por 100; el Agua Caliente, aproximadamente, un 16 por 100 y Otros Usos alrededor del 50 por 100.

— En el sector Comercial, el peso de calefacción es mayor que en el Residencial, representando del orden del 43 por 100; el Agua Caliente alrededor del 10 por 100 y Otros Usos aproximadamente el 47 por 100. Aquí, el porcentaje correspondiente al Agua Caliente disminuye ligeramente, mientras que Otros Usos tienen un cierto aumento debido, quizás, a que el consumo en equipos de aire

acondicionado se ha considerado dentro de este capítulo donde, como se sabe, ha tenido un cierto incremento la instalación de dichos equipos, a lo largo de este período, en los locales públicos.

Gracias a este análisis histórico realizado por UNESA en este sector, ha podido ser evaluado su desarrollo futuro para cada uno de los subsectores considerados. Los valores obtenidos se han recogido también en la tabla 3.

#### **d) Previsiones de demanda energética en el sector agrícola y ganadero**

Debe señalarse en primer lugar que la energía considerada en este sector comprende únicamente la energía directamente consumida en él y no el consumo indirecto de industrias relacionadas con la Agricultura y la Ganadería como podrían ser la industria fertilizante, las de alimentación, etc.

La participación del consumo energético de este sector para los países más desarrollados es solamente del orden del 3-4 por 100, aunque varía de unos países a otros (entre el 2 por 100 y el 6 por 100) dependiendo, lógicamente, de la participación del sector agrícola-ganadero en el P.I.B. de cada país y del grado de mecanización alcanzado por los sistemas de explotación agrícola.

En los últimos veinte años el consumo energético del sector agrícola se ha incrementado constantemente en términos absolutos debido a un incremento constante en el nivel de mecanización, al aumento de los regadíos, al uso de invernaderos y a la sustitución de alimentos basados en proteínas vegetales de bajo consumo de energía (como podrían ser cereales, vegetales, etcétera) por alimentos cuya producción exige un consumo más alto de energía (carne, fruta, etc.). Sin embargo, y aunque como ya se ha dicho en términos absolutos se ha incrementado constantemente su consumo, no ha sido así en términos relativos, por lo que, en general, ha ido bajando; aunque muy lentamente, el peso relativo de este sector en el consumo global energético del sistema.

Concretándonos ya al sector Agrícola-Ganadero español, pueden hacerse, en general, las mismas consideraciones anteriores. En la ya citada tabla 1 puede verse que su participación relativa está comprendida entre el 5 por 100 y el 6,5 por 100 para los años del período 1968-76. Aunque no puede verse en tan corto período de forma clara la tendencia de este sector, puede suponerse que su futuro será

análogo al ocurrido en otros países con mayor desarrollo industrial; es decir, aumentará sus consumos absolutos y disminuirá ligeramente su participación relativa en el sector energético nacional.

La demanda energética de este sector agrícola y ganadero está suministrada, fundamentalmente, por gasóleo y electricidad. En el caso español el grado actual de confort de las viviendas rurales es relativamente bajo, por lo que es de prever un aumento importante de los consumos con fines residenciales, debido a planes gubernamentales de electrificación rural, aumento en el equipamiento de calefacción, etc.

El papel predominante de los motores de combustión diesel (eficiencia del orden del 30-38 por 100) hacen que la eficiencia media global del sector sea del orden del 30 por 100. Posiblemente el potencial de mejora en las eficiencias de este sector podría cifrarse, a largo plazo, del orden del 20 por 100, basándose en los siguientes puntos:

— Mejoras de los medios de producción (mejores eficiencias en la maquinaria, incrementos de las unidades agrícolas de producción, etc.).

— Nuevas tecnologías (aparición de nuevos equipos con eficiencias más altas, utilización de los desechos agrícolas con fines energéticos, como, por ejemplo, la producción de metano, etc.).

— Cambios en las estructuras de demanda (cambio de la tendencia actual de sustitución de proteínas vegetales por proteínas animales, promoción de alimentos naturales sin tratamiento químico, etc.).

De acuerdo con estas consideraciones, y dependiendo del avance tecnológico del aprovechamiento de los desechos agrícolas, es probable que las medidas de conservación alcanzaran ahorros entre el 10 y el 15 por 100 en los próximos cuarenta años.

Las previsiones de consumo del sector Agrícola-Ganadero obtenidas para el período 1980-2000 están también recogidas en la tabla 3.

#### **e) Resumen de las previsiones obtenidas y análisis de resultados**

De acuerdo con las previsiones sectoriales calculadas en los puntos anteriores, se ha elaborado la tabla 3.

Debe observarse la evolución relativamente lenta que, de acuerdo con las previsiones calculadas, tendrá la estructura sectorial del sistema energético español, debido a la ya comentada «inercia» del sistema energético de un país. Sin embargo, se observa que a lo largo del último cuarto del siglo XX, el consumo energético en nuestro país se incrementará en cerca del 85 por 100, con avances que van del 88 por 100 en el sector Transporte al 80 por 100, aproximadamente, en los sectores Industrial y Residencial y Comercial. Se ha contrastado también la evolución estructural obtenida con la de otros países occidentales y puede afirmarse una gran similitud salvando, lógicamente, las diferencias específicas de cada uno de los países analizados. Una cosa a destacar es el hecho ya comentado de que el sector Residencial-Comercial español tenía en 1974 un peso relativo muy inferior al de otros países (del orden de la mitad). Como consecuencia de este menor porcentaje en este sector Residencial-Comercial, los porcentajes relativos de los sectores Transporte e Industrial son superiores a la mayoría de los otros países; solamente Italia y Japón tienen unas estructuras más parecidas a la existente en España, puesto que en estos países el sector Industrial también pesa del orden del 50 por 100 del consumo total de energía final.

Finalmente, nos queda sólo recordar una vez más el hecho de que, en caso de que se hubiesen considerado grandes cambios en los desarrollos de cada uno de los sectores, debido quizás a políticas energéticas muy decididas por parte del Gobierno, como pueden ser el fomento de industrias con consumo energético no intensivo, la adopción de medidas energéticas más estrictas en los procesos de producción, apoyos extraordinarios de los medios de transporte públicos y del ferrocarril, etcétera, no debe olvidarse nunca esa gran estabilidad de los sistemas energéticos de un país, dado que un gran porcentaje de consumo energético está muy relacionado con las estructuras sociales y económicas del país, y éstas no son fáciles de cambiar.

#### **IV. CONTRASTACION DE LA DEMANDA Y OFERTA ENERGETICAS DEL SISTEMA ENERGETICO ESPAÑOL HASTA EL AÑO 2000**

En julio de 1979, fueron aprobadas por el Parlamento una serie de resoluciones sobre el Plan Energético Nacio-

nal, que trazan las líneas maestras que habrá de seguir la futura política energética del país a corto y medio plazo.

La problemática que tiene planteada la nación en el ámbito energético es similar a la de la mayoría de los países industrializados del mundo occidental y está centrada en la fuerte dependencia del exterior en el abastecimiento energético y en la elevada participación del petróleo en la cobertura de la demanda energética. Consecuentemente, el objetivo de nuestra política energética ha de consistir básicamente, y así lo establece el Plan Energético, en reducir en lo posible la citada dependencia del exterior y en tratar de disminuir el papel preponderante del petróleo en el sistema energético nacional, de modo que pueda asegurarse un crecimiento económico sostenido.

Las medidas a adoptar se enmarcan también dentro del cuadro de acciones que internacionalmente se reconocen como eficaces para afrontar la situación descrita y pueden concretarse en los siguientes puntos:

— Moderación efectiva de los incrementos de la demanda energética, conjugando el fomento de medidas conducentes al ahorro y uso racional de la energía con una política de precios energéticos que respondan a los costes reales del suministro.

— Propugnar la máxima utilización de los recursos energéticos autóctonos.

— Potenciar los esfuerzos para hacer posible la utilización de las llamadas nuevas energías.

— Sustituir, en la medida de lo posible, los consumos actuales y futuros del fuel-oil por otros recursos energéticos, tales como energía nuclear y carbón.

Estos criterios generales que enmarcan el desarrollo del sistema energético nacional son también aplicables al subsector eléctrico, teniendo en cuenta, claro está, las características específicas de este subsector. Por consiguiente, podríamos resumir también en los cuatro puntos siguientes las guías maestras en las que se ha basado la planificación de las nuevas centrales eléctricas:

1.º) Construcción de un número de centrales de carbón que permita la máxima utilización de la producción nacional previsible de carbones. Complementariamente, se ha tenido en cuenta la utilización de carbón importado.

2.º) Construcción de nuevos aprovechamientos hidráulicos, teniendo muy en cuenta la función preponde-

rante reguladora que en el futuro ha de tener este tipo de energía y cuya utilización habrá de compatibilizarse progresivamente con otras necesidades prioritarias como abastecimientos y regadíos.

3.º) No consideración de la instalación de ninguna nueva central para utilización exclusiva de fuel-oil o de gas natural, con excepción de los territorios insulares.

La utilización de las centrales térmicas de fuel-oil será más reducida para disminuir las importaciones de crudos y compatible con:

— Requerimiento mínimo impuesto por limitaciones técnicas de la estructura de refino.

— Requerimiento por necesidades de regulación del sistema eléctrico.

4.º) Utilización de la energía nuclear en la cuantía requerida por el crecimiento de la demanda.

Con estas premisas y de acuerdo con las posibilidades energéticas interiores y con la evolución futura del mercado energético internacional, la optimización de la estructura de nuestra oferta energética en lo que resta de siglo requiere la aplicación de modelos de gran complejidad que permitan contemplar gran número de parámetros en escenarios diferentes.

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) creó en mayo de 1977 un grupo de trabajo a nivel internacional para que preparase y pusiese a punto un modelo energético —MARKAL— que permitiese estudiar el desarrollo energético de cada país de la AIE y del conjunto de ellos.

Este modelo MARKAL ha sido aplicado al sistema energético español y sus resultados muestran una coherencia sustancial con los valores previstos en el PEN. Las pequeñas diferencias existentes entre ambos son debidas a que algunas hipótesis de desarrollo de ciertas variables no coinciden exactamente en el caso del PEN y en el del proyecto de la AIE (téngase en cuenta que en este caso hubo 18 países para definir las citadas hipótesis).

De la voluminosa información obtenida en este análisis, se ha recogido en la tabla 4 la evaluación estructural de energías primarias para el período 1985-2000, como resultado de la aplicación del modelo MARKAL al sistema energético español.

**Tabla 4**  
**EVOLUCION ESTRUCTURAL DE LA UTILIZACION DE ENERGIAS PRIMARIAS.**

Período 1985-2000. Unidad: %

	1985	1990	1995	2000
Renovables.   hidráulica nuevas energías .	10	9	9	8
Carbón .....	18	21	25	27
Petróleo .....	55	49	44	38
Gas natural .....	5	5	4	2
Nuclear .....	12	16	18	25
<b>TOTAL</b> .....	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

También para el sector eléctrico se recoge la evolución de la producción eléctrica obtenida en este mismo análisis.

**Tabla 5**  
**EVOLUCION ESTRUCTURAL DE LA PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA**

Período 1985-2000. Unidad: %

	1985	1990	1995	2000
Renovables   hidráulica nuevas energías .	27	23	21	20
Carbón .....	27	29	26	19
Combustibles líquidos .....	14	9	8	3
Nuclear .....	32	39	45	48
<b>TOTAL</b> .....	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

La coherencia entre estas previsiones y las establecidas en el Plan Energético Nacional, para el período de validez del mismo, muestra la necesidad de una evolución de nuestros medios de producción energética que, con las inevitables desviaciones en épocas de crisis, hemos de hacer posible si se desean mantener unas cotas de crecimiento tolerables.

El cumplimiento de los objetivos previstos en el PEN se convierte así en un imperativo para nuestra sociedad, que requerirá esfuerzos inversores muy importantes en los próximos años y la adopción decidida de los programas de construcción de nuevas instalaciones energéticas y de medidas de ahorro y uso racional de la energía, que permitan reducir progresivamente nuestra dependencia del petróleo y alcanzar una estructura de suministro energético estable, con los menores riesgos posibles y en las condiciones económicas más favorables.