



Cámara
Madrid



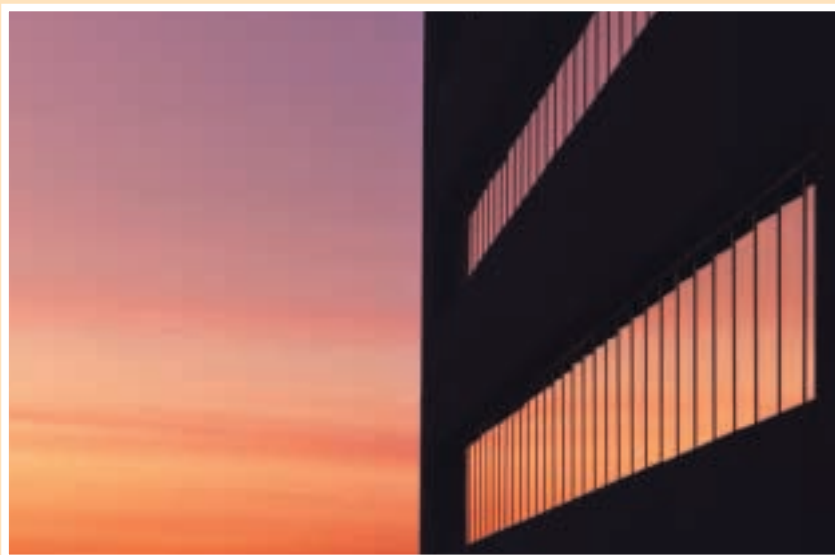
Dirección General de Industria,
Energía y Minas
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA
E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Comunidad de Madrid



CONFEDERACION EMPRESARIAL
DE MADRID-CEE

Balance y estructura energética de la Comunidad de Madrid



2001-2002



Madridinnova



CLUB ESPAÑOL DE LA ENERGÍA

BALANCE Y ESTRUCTURA ENERGÉTICA
DE LA COMUNIDAD DE MADRID
(2001-2002)

No tiene la capital muchos elementos para ser pueblo industrial; fáltale un río caudaloso que le proporcione la fuerza motriz más económica; faltan en sus inmediaciones leñas y minas de carbón de piedra; fáltanle otras cosas que penden de medidas políticas y económicas generales...

Á. Fernández de los Ríos, *El futuro Madrid. Paseos mentales por la capital de España, tal cual es y tal cual debe dejarla la revolución*, Imprenta de la Biblioteca Universal Económica, Madrid, 1868.

Con el sacrificio de las mulas y la instalación del tendido eléctrico, que acontecían simultáneamente a la pérdida de los restos del imperio, Madrid no tenía más remedio que olvidarse de su pasado como Corte de la monarquía y convertirse en capital de la nación.

S. Juliá, «Madrid, capital del Estado (1833-1993)», en *Madrid Historia de una capital*, Alianza/Fundación Caja Madrid, Madrid, 1994

Agradecimientos

La Comunidad de Madrid, la Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid y CEIM Confederación Empresarial de Madrid-CEOE agradecen su colaboración en esta obra a las siguientes empresas, entidades y organismos:

- | | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| - Repsol YPF, S.A. | - Ministerio de Economía |
| - BP Oil España, S.A. | - CORES |
| - Cepsa, S.A. | - AIE |
| - Gas Natural SDG, S.A. | - CNE |
| - Gas Directo, S.A. | - UNESA |
| - Enagás, S.A. | - SEDIGAS |
| - Cementos Portland, S.A | - INE |
| - CLH, S.A. | - AOP |
| - Unión Fenosa, S.A. | - AOGLP |
| - Iberdrola, S.A. | - IDAE |
| - REE, S.A. | - OCDE |
| | - Instituto Regional de Estadística |



Cámara
Madrid



Dirección General de Industria,
Energía y Minas
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA
E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Comunidad de Madrid



CONFEDERACION EMPRESARIAL
DE MADRID-CEDE

Balance y estructura energética de la Comunidad de Madrid

2001-2002



Estudio dirigido por
Juan Carlos Jiménez

con la colaboración de Carlos Muñoz Yebra y Aránzazu Narbona Moreno

del Centro de Investigación Servilab,
de la Universidad de Alcalá



Madridinnova



CLUB ESPAÑOL DE LA ENERGÍA

© Para esta edición, febrero 2003:

Juan Carlos Jiménez Jiménez

Carlos Muñoz Yebra

Aránzazu Narbona Moreno

Servilab Centro de Investigación de la Universidad de Alcalá

Club Español de la Energía

Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid, 2000

Comunidad de Madrid

Depósito legal:

Imprime: Gráficas Monterreina S.A.

El presente trabajo ha sido promovido por la Comunidad de Madrid, la Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid y por CEIM Confederación Empresarial de Madrid-CEOE. Ha sido desarrollado por el Centro de Investigación Servilab, de la Universidad de Alcalá de Henares, con la coordinación del Club Español de la Energía.

Se trata de un proyecto de gran alcance, no sólo por lo que representa plantear las bases para el estudio del *“Balance y Estructura Energética de la Comunidad de Madrid”*, sino porque se ha establecido un criterio de análisis de una realidad cuyo conocimiento era hasta ahora disperso o no había sido analizado con una metodología rigurosa, lo que permitirá en el futuro actualizar anualmente el estudio y establecer las correspondientes comparaciones interanuales.

El antecedente inmediato de este trabajo se encuentra en el documento *“Economía y Energía en la Comunidad de Madrid”*, realizado en el año 2000 por iniciativa de las mismas instituciones que promueven esta obra. Este nuevo trabajo ofrece una completa recopilación de datos, a la que ha aportado una notable ayuda el equipo del Instituto Regional de Estadística de la Comunidad de Madrid.

Este documento se ha desarrollado a partir de información estadística completa del año 2000 e información del año 2001, que tiene todavía en algunos casos carácter provisional. Su comparación con los balances energéticos realizados en años anteriores ha permitido disponer no sólo del conocimiento de la situación actual del sector energético de la Comunidad de Madrid sino también de su evolución a lo largo de los últimos años.

El fundamento de este trabajo se encuentra en la necesidad de contar con información estadística fiable de nuestro sector energético que pueda ofrecer a los protagonistas de la vida socioeconómica y a los profesionales

el conocimiento adecuado de un sector de tanta relevancia para la economía madrileña y para el bienestar de sus ciudadanos.

Este análisis es especialmente importante en un momento en que el sector energético está atravesando una de las fases más complejas de su historia, por mor de circunstancias tales como la desregulación de los mercados energéticos, la existencia de una creciente competencia entre los diversos subsectores y fuentes energéticas, los cada vez más exigentes requerimientos medioambientales y de calidad en el suministro energético y los fuertes incrementos de demanda producidos por el desarrollo económico y social, lo que determina la necesidad del conocimiento detallado de nuestro sector energético.

ÍNDICE

Páginas

1. Introducción.	15
2. Aspectos metodológicos y conceptuales.	21
2.1. Delimitación y clasificación de las fuentes y actividades energéticas.	
2.2. La construcción de los balances energéticos a través de la metodología de la Agencia Internacional de la Energía.	
2.3. Las estadísticas energéticas.	
3. Peso relativo del sector energético en la Comunidad de Madrid.	35
4. El balance energético de la Comunidad de Madrid.	41
4.1. Producción de energía.	
4.2. Estructura sectorial del consumo final de energía.	
5. El marco del sector energético español y europeo.	61
5.1. Balance de energía primaria.	
a) Necesidades brutas de energía primaria.	
b) Dependencia energética.	
c) Estructura de la producción de energía primaria.	
d) Estructura del consumo de energía primaria.	
e) Transformación de energías. Autoconsumos y pérdidas.	
5.2. Balance de energía final.	
a) Consumo de energía final.	
b) Distribución sectorial del consumo final de energía.	
5.3. Comparación de Madrid con los <i>ratios</i> de consumo e intensidad energética en España.	
6. Los mercados de hidrocarburos: petróleo y gas natural.	85
6.1. Características del consumo de productos petrolíferos en Madrid.	
6.2. Los precios de los derivados del petróleo.	
6.3. Evolución y características del consumo de gas en Madrid.	

7. Madrid en el mapa eléctrico español.	101
7.1. Introducción histórica.	
7.2. Estructura de la oferta.	
a) Madrid, centro de las redes de distribución eléctrica.	
b) Déficit eléctrico.	
c) Estructura de la producción y la potencia eléctrica.	
7.3. Estructura de la demanda.	
a) Estructura del consumo y la facturación.	
b) Estructura sectorial del consumo.	
7.4. Estructura de los precios eléctricos.	
7.5. La regulación eléctrica.	
7.6. Las empresas eléctricas en la Comunidad de Madrid.	
Apéndice: La cogeneración eléctrica.	
8. Energía y medio ambiente: las energías renovables.	147
8.1. Panorámica general de las energías renovables.	
8.2. Evolución reciente de las energías renovables en España.	
8.3. Situación en la Comunidad de Madrid.	
a) Balance y perspectivas.	
b) Análisis por fuentes.	
9. Las líneas de la planificación energética.	169
10. Conclusiones.	185
11. Guía bibliográfica.	191
12. Mapas.	193
13. Glosario de términos.	195
Anexos. En formato CD, en interior de contraportada.	

1.- INTRODUCCIÓN.

El progreso económico de las naciones —y, dentro de éstas, de sus regiones— ha dependido históricamente del uso de fuentes energéticas con las que alimentar sus procesos productivos. La estrecha conexión entre energía e industrialización es, en efecto, un hecho universal y bien documentado desde hace más de dos siglos, cuando la máquina de vapor —un ingenio para transformar la energía térmica del carbón en energía motriz— supuso un hito y un símbolo para el avance de la revolución industrial, primero en Inglaterra y luego en otros países. En ellos, el paso de la energía animada del hombre y los animales de labor o de fuentes vegetales, tradicional desde los comienzos de la humanidad, a la energía mecánica o calórica provista por nuevas fuentes aplicadas a convertidores antes desconocidos, supuso una auténtica revolución energética, paralela a la industrial, tecnológica y de las comunicaciones que se inicia en el ochocientos. Después, a lo largo del siglo XX, distintos procesos de sustitución energética, guiados por las ventajas técnicas y de precios relativos de unas fuentes sobre otras, han permitido mantener un consumo de energía creciente, no exento de problemas ambientales, pero que ha servido, en todo caso, para impulsar un desarrollo económico sin precedentes a escala mundial, sobre todo en algunas áreas económicas. Como resultado, una veintena de países, los catalogados por el Banco Mundial como de «renta alta», con apenas un 15 por 100 de la población mundial, concentran actualmente más de la mitad del consumo energético del planeta.

España constituye un buen ejemplo de cuanto antecede, y tanto por el efecto entorpecedor que para el crecimiento fabril decimonónico supuso —en relación a otros países europeos— la escasez, la mala calidad y, en definitiva, el alto coste, trasladado al conjunto del sistema por la política de protección carbonífera, de sus recursos energéticos autóctonos, como, en otro sentido, una vez superados los años de indigencia energética de la inmediata posguerra civil —motores de gasógeno, restricciones eléctricas, destilación de pizarras bituminosas en Puertollano...— por el decisivo efecto impulsor que

tuvo la disponibilidad y el menor coste de los *inputs* energéticos, particularmente de crudos, tan pronto como España se abrió al exterior. Así, el intenso proceso de industrialización, urbanización y motorización posterior al decenio de 1950 se fundó en el petróleo como gran fuente energética primaria, de igual modo que el uso de la electricidad, aplicada a un sinfín de usos domésticos y productivos, ha seguido, amplificadamente, las tendencias del propio crecimiento económico. Y esto mismo es lo que ha sucedido en Madrid, si cabe con mayor intensidad, como región que, con un alto nivel de renta per cápita entre las Comunidades Autónomas españolas, ha alimentado en buena parte su proceso de crecimiento y, en todo caso, requerido, de fuentes energéticas de las que, por otro lado, carecía.

La Comunidad de Madrid presenta, en efecto, rasgos específicos que exigen una atención más pormenorizada. Tres de ellos, al menos, tienen particular repercusión sobre las necesidades energéticas de la región y la forma en que éstas son satisfechas.

La primera característica es la que se deriva de la gran concentración demográfica que representa el área metropolitana de Madrid, esto es, el municipio de la capital y su corona metropolitana, con más de cuatro millones y medio de habitantes, y ya ampliamente por encima de los cinco millones si se considera el resto de municipios de la región: el 13 por 100 de la población de España, que se agrupa en un espacio físico que no llega al 2 por 100 de su territorio, de donde resulta la mayor densidad, por encima de los 600 habitantes por kilómetro cuadrado, entre todas las Comunidades Autónomas. Esta notable dimensión demográfica, más la altísima polarización de la población en torno del núcleo capitalino, imponen, lógicamente, unas grandes necesidades de consumo energético ligadas a los servicios urbanos y a los requerimientos domésticos.

Una segunda característica de Madrid viene a multiplicar la magnitud de estas necesidades energéticas: el nivel de vida de la población madrileña, con una renta per cápita entre las más altas de España: la segunda Comunidad

Autónoma por este concepto, tras Baleares, casi un 30 por 100 por encima del promedio nacional, y, por tanto, superando ya el promedio europeo. Lo que, siendo la energía un *bien* de los catalogados en Economía como «de alta elasticidad», esto es, cuya demanda aumenta más que proporcionalmente con la renta, explica la importancia de su consumo en esta Comunidad.

En tercer lugar, la estructura productiva de Madrid, inclinada de un modo muy acusado hacia las actividades de servicios, condiciona igualmente los niveles de consumo energético y las fuentes de combustibles predominantes. La Comunidad de Madrid cuenta, en efecto, con una alta concentración de servicios, muy por encima del promedio nacional —dentro de España, los servicios madrileños suponen cerca del 18 por 100 del producto y del empleo—, con particular peso de los transportes y las comunicaciones, los servicios financieros y a las empresas, además, claro está, de la importante presencia de la Administración Pública. Por otro lado, aunque Madrid sea la segunda Comunidad Autónoma española, sólo por detrás de Cataluña, por la magnitud de su tejido industrial, y su sector fabril represente en torno del 13 por 100 del conjunto nacional, lo cierto es que en éste no han abundado tradicionalmente las ramas básicas y de primera transformación de mayor consumo energético, sino, más bien, las industrias orientadas hacia el consumo final.

Se explica, así, que la intensidad del consumo de energía final, por unidad de producto generado en la Comunidad de Madrid, sea una tercera parte inferior a la que corresponde a España, en relación con su producción global; y que, en cambio, esa misma intensidad energética, pero medida por madrileño, esté sólo un 18 por 100 por debajo del promedio nacional (y apenas un 13 por 100, en el caso de la electricidad): menos consumos fabriles, pero mucho mayores consumos terciarios, con la imputación añadida del queroseno con que repostan los aviones de tránsito en Barajas. Quizá menos razonable sea que aquella intensidad energética por unidad de producto fuera, hace década y media, casi la mitad que la española, o, por madrileño, un 31 por 100 inferior, sin que los cambios en la estructura productiva justifiquen esa «convergencia».

En suma, puede concluirse que la acusada terciarización de la economía madrileña y su alta densidad demográfica y de capacidad de gasto, con una población de renta media *europaea*, hacen que el consumo energético se oriente de un modo abrumador hacia los transportes y otros destinos, entre ellos los residenciales y de servicios, y, en consonancia con ello, hacia el petróleo como fuente muy predominante. Madrid, en todo caso, representa, y en una proporción muy estable a lo largo de los últimos años, cerca del 10 por 100 del consumo energético español, y en torno del 13 por 100 de toda la facturación eléctrica nacional.

Desde el punto de vista de la producción energética, la Comunidad de Madrid, con una pequeña producción de origen hidráulico, complementada en estos últimos años con la procedente de plantas de cogeneración —alimentadas, fundamentalmente, de gas natural— y con el aprovechamiento de algunas fuentes renovables, sólo consigue cubrir el 2 por 100 de su consumo final.

Pues bien, no produciéndose en Madrid más que una fracción mínima de su consumo energético —siguen presentes, en este punto, las mismas limitaciones que Fernández de los Ríos denunciara hace casi siglo y medio—, deben observarse con particular atención las líneas de tendencia de sus cocientes de intensidad energética y, en particular, de consumo eléctrico y de productos derivados del petróleo, reveladoras de la necesidad de un mayor esfuerzo de ahorro, igualmente beneficioso desde el punto de vista medioambiental. No puede dejarse a un lado, en este sentido, el hecho de que Madrid sea una de las Comunidades Autónomas más generadoras de residuos en España, y también de emisiones contaminantes, debidas principalmente a los derivados del petróleo, empleados como carburantes de los medios de transporte. A pesar de la sustitución de ciertos combustibles, como el carbón, por otros con menor impacto ambiental, como el gas natural, de la modernización de las calderas de calefacción y de la modernización del parque de vehículos, Madrid sigue emitiendo gases de efecto invernadero por encima de la media nacional.

Por otro lado, tanto la liberalización emprendida a escala nacional en los principales subsectores energéticos que nutren a la Comunidad de Madrid, con importantes consecuencias, que ya se aprecian, y probablemente más aún a partir del 1 de enero de 2003, sobre la estructura empresarial y de mercado de cada uno de ellos, como la planificación recién presentada, con horizonte 2011, de las infraestructuras gasistas y eléctricas en España, afectan de un modo crucial al suministro, en condiciones competitivas, de los productos energéticos que precisan los consumidores madrileños, empresas y particulares. Y es que, junto a la extrema carencia de recursos autóctonos, no hay que olvidar, en este punto, un factor estructurante de la realidad madrileña, como es su posición central dentro del mapa peninsular, que le hace depender, para su aprovisionamiento energético, de unas redes nacionales de infraestructuras concebidas con criterios suprarregionales y desplegadas a lo largo del territorio nacional. Por tanto, para Madrid sigue siendo crucial, al menos en este terreno, una visión integrada del sistema energético español, con el fin de no multiplicar la incertidumbre derivada de la ya de por sí alta dependencia y vulnerabilidad de España respecto de las fuentes de energía del exterior.

A partir de esta sintética exposición introductoria de los motivos que justifican la necesidad de profundizar en la estructura y las características del sector energético de la Comunidad de Madrid, el presente trabajo se articula en torno de nueve epígrafes. El que sigue a éste se ocupa de algunos aspectos metodológicos y conceptuales de carácter previo, fundamentalmente referidos a la elaboración de los balances energéticos, siguiendo la metodología de la Agencia Internacional de la Energía, y a las estadísticas del sector, cada vez más difíciles de obtener debido a los cambios en los organismos encargados de su recopilación y a la propia liberalización y fragmentación de los mercados de la energía. El paso siguiente consiste en ofrecer una visión global de la importancia del sector energético dentro de la región, a través de sus cifras más agregadas de valor añadido y de empleo. La elaboración del balance energético de la Comunidad de Madrid, objeto del epígrafe cuarto, constituye el elemento central de este trabajo, por cuanto sólo a partir de él es posible

abordar otros aspectos relevantes. El más inmediato, en el epígrafe quinto, es el de situar a Madrid en el marco del sector energético español y europeo, comparando sus respectivas estructuras de consumo y sus *ratios* de intensidad energética. Los dos epígrafes siguientes se ocupan, respectivamente, de los mercados de hidrocarburos, petróleo y gas natural, y del de la electricidad, con particular atención, en ambos casos, a las características de su consumo en la Comunidad de Madrid y a la evolución de los precios; y, también, a las nuevas coordenadas de regulación en estos sectores, en los que es preciso mantener la coordinación de actividades libres y reguladas, con reglas de juego homogéneas para todos los operadores del mercado, al tiempo que se favorece su integración en el mapa energético europeo, particularmente en el caso del gas y de la electricidad. Las energías renovables constituyen un objeto de prioritaria atención, tanto por motivos medioambientales como, en el caso particular de Madrid, por estar llamadas a aumentar la contribución autóctona a la satisfacción del consumo energético, y a ellas se dedica el epígrafe octavo. Finalmente, antes de las conclusiones, se trazan las líneas de política sectorial y de planificación en el ámbito energético elaboradas a escala nacional, pero con importante repercusión, presente y futura, sobre la Comunidad de Madrid.

2

Aspectos metodológicos y conceptuales



2.- ASPECTOS METODOLÓGICOS Y CONCEPTUALES.

2.1. *Delimitación y clasificación de las fuentes y actividades energéticas.*

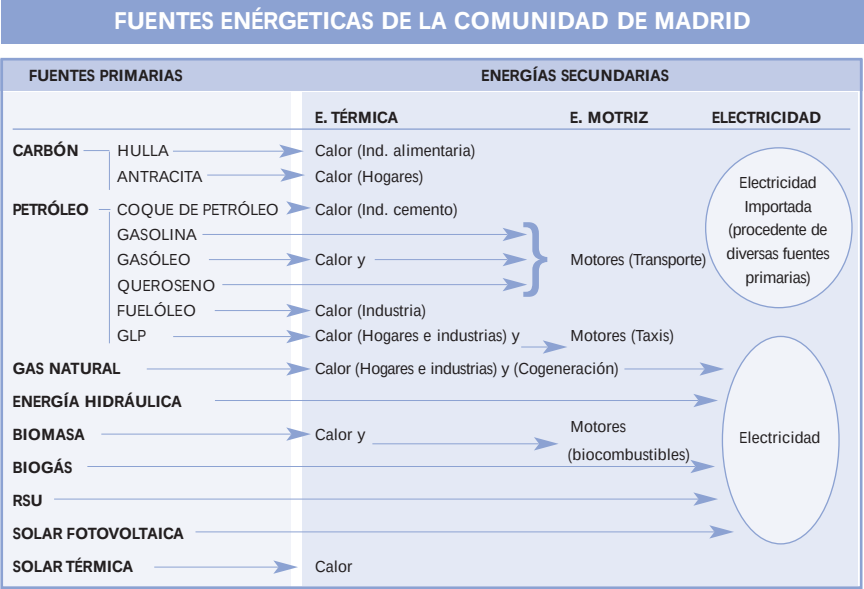
Las fuentes energéticas se caracterizan por su variedad y heterogeneidad, por lo que conviene, para introducir al lector en el estudio del sector energético, distinguir, en primer lugar, entre fuentes de energía primarias y secundarias.

Las fuentes de energía *primarias* son aquellas que se encuentran en la naturaleza, básicamente combustibles fósiles —carbón e hidrocarburos (petróleo y gas)— y las energías hidráulica, nuclear —cuyo combustible se obtiene a partir del uranio enriquecido—, eólica, solar... Éstas, en algunos casos, pueden ser consumidas directamente, aplicándose a la obtención de energía mecánica o calórica, o bien transformarse en electricidad, considerada, así, como energía *secundaria*. De ahí que las cifras de producción según fuentes energéticas primarias no coincidan con los consumos que se registran atendiendo a los usos finales, donde, al margen de otras pérdidas, no es el carbón, el fuel-oil o el gas empleado en las centrales, sino la electricidad producida con ellos lo que cuenta.

Además de esta clasificación elemental entre fuentes de energía primarias y secundarias, ha cobrado cada vez más importancia la distinción entre fuentes de energía *renovables* y *no renovables*. Las primeras (hidráulica, solar, eólica...) son aquellas que no se agotan con el uso, por lo que constituyen el principal centro de interés de un futuro suministro energético respetuoso con el medio ambiente, y reciben el nombre de energías «alternativas», por contraposición a las «convencionales». Cuentan con un potencial prácticamente inagotable, sólo limitado por el desarrollo de sus respectivas tecnologías y su operatividad económica. Las fuentes de energía no renovables —fundamentalmente, combustibles fósiles—, por el contrario, son aquellas cuyo uso agota las reservas mundiales y, por tanto, en un plazo que dependerá del volumen de éstas y del ritmo de empleo de cada una, dejarán de estar disponibles en un futuro más o menos próximo.

El gráfico 2.1. permite una primera visualización de las distintas fuentes energéticas presentes en la Comunidad de Madrid.

gráfico 2.1



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, y a partir de unas u otras de estas fuentes, en torno de la energía se articula un conjunto de ramas productivas muy difíciles de encuadrar de acuerdo con las clasificaciones convencionales: una parte de la «economía» del sector energético tiene que ver con actividades puramente extractivas o mineras a él ligadas, comenzando por los combustibles fósiles; otra, se ocupa de la transformación *industrial* de esos recursos, ya sea en refinerías, en plantas de regasificación... o, por supuesto, en las centrales de todo tipo que convierten la energía térmica o cinética en electricidad; en fin, otra parte del sector se enmarca claramente dentro de las actividades de servicios, ya sean los medios de transporte y distribución de las primeras materias o de los productos finales, ya sean las empresas comercializadoras o los puntos de venta de las estaciones de servicio.

La energía, en suma, tanto por su origen como por sus destinos, puede contemplarse desde muy distintos puntos de vista, siendo los balances energéticos el mejor instrumento para integrar ambas perspectivas.

2.2. La construcción de los balances energéticos a través de la metodología de la Agencia Internacional de la Energía.

El balance energético es el documento contable esencial para conocer la estructura energética de un país —o, dentro de éste, de sus regiones, como en el caso de este estudio—, y en él se analizan la producción e importación de energía, las transformaciones de ésta, los autoconsumos y pérdidas, y, de ahí, el consumo final, desglosado por fuentes de energía, que realizan los distintos sectores consumidores.

La estructura y construcción de los balances energéticos, si se aspira a que sirvan, además, para realizar análisis comparativos con otras economías — España, Unión Europea...—, deben realizarse de acuerdo con metodologías específicas internacionalmente aceptadas. En el presente trabajo, al igual que hacen los ministerios de Economía y Ciencia y Tecnología en sus publicaciones, se adopta de forma general la metodología de la Agencia Internacional de la Energía (AIE), organismo de la OCDE.

Esta metodología adopta el balance denominado «de energía final», en el que todas las operaciones son contabilizadas sobre la base del contenido energético real de cada fuente. El balance se estructura en una tabla de doble entrada en la que figuran, encabezando sus columnas, las distintas fuentes de energía, mientras que por filas se registran las entradas (recursos) y salidas (empleos) que de cada una de éstas realizan los diferentes sectores consumidores, transformadores y distribuidores.

En la elaboración del balance energético quedan así identificados varios conceptos:

A) Consumo de energía primaria, que comprendería:

- 1- La producción de energía primaria.
- 2- Las importaciones y exportaciones.
- 3- La variación de *stocks*.

B) Transformación, autoconsumo y pérdidas de distribución. Los procesos de transformación energética acarrearán necesariamente ciertos niveles de autoconsumo y de pérdidas debidas a la distribución.

C) Consumo final de energía. Sería el resultado último del cálculo del consumo final de energía de cada uno de los distintos sectores consumidores:

- 1- Industria.
- 2- Construcción.
- 3- Transporte.
- 4- Agricultura.
- 5- Comercio.
- 6- Servicios.
- 7- Residencial.

D) Usos no energéticos. Aunque de menor interés en nuestro análisis, todo balance energético debiera recoger la parte de las energías primarias a la que no se da un uso energético.

Otro aspecto crucial de los balances energéticos, y no exento de una notable controversia, es el de la unidad de medida homogénea, entendible y comparable en que éstos han de venir expresados. Si se tiene en cuenta que se parte de fuentes de energía primaria muy diferentes —carbón, petróleo, gas, hidráulica...—, de muy variadas calidades y que se contabilizan en distintas unidades de medida —julio, watio, kilogramo, tep, BTU, m³...—, se hacen necesarias unas reglas de homogenización para la conversión de las unidades propias de cada energía: normalmente, en toneladas equivalentes de petróleo —tep, en adelante—, mediante la aplicación de los correspondientes factores de conversión. Éste es el criterio de la Agencia Internacional de la

Energía, si bien Eurostat, la oficina estadística de las Comunidades Europeas, sigue presentando sus balances en julios.

La aplicación de factores de conversión para conseguir una homogenización a la hora de cuantificar la cantidad de energía producida, transformada y consumida presenta, no obstante, algunas dificultades. Por un lado, hay que distinguir entre los balances energéticos que se limitan a la energía primaria y los balances de energía final y mixtos, esto es, de energía primaria y final.

En los primeros, la electricidad se entiende como la cantidad de energía primaria empleada en la producción eléctrica, y ésta se corresponde, con diferencias entre países, con la conversión: 1 MWh = 0,21 a 0,32 tep. Las energías hidráulica y nuclear se contabilizan en términos de su valor de sustitución por las energías consumidas en las centrales térmicas convencionales, utilizándose, de forma generalizada, la fórmula de conversión: 1 TWh de electricidad = (0,086~0,33) Mtep de combustibles sólidos.

Los balances de energía final y mixtos —según la metodología AIE— consideran la electricidad de origen hidráulico, nuclear y geotérmico como energía primaria, empleando el factor de conversión: $9,36 \times 10^6 \text{ J} \sim 860 \text{ kcal}$; 1 MWh = 0,086 tep.

Por otro lado, la conversión de unidades físicas de energías fósiles a tep tampoco está exenta de complejidad, derivada de los diferentes tipos y calidades de unos y otros productos. Además, hay que señalar que la eficiencia de los procesos de transformación energética puede variar considerablemente, en función de las tecnologías utilizadas, entre distintas plantas de transformación y, de forma agregada, entre distintos países, según su grado de desarrollo tecnológico.

De modo que la homogeneidad obtenida de la aplicación de los factores de conversión es puramente formal, y no puede tomarse más que como una aproximación, la técnicamente más factible, a la realidad; algo, por otro lado, extensible a gran cantidad de estadísticas y métodos de cuantificación de multitud de variables económicas, sociales y culturales.

A modo de ejemplo, se resumen a continuación, en el cuadro 2.1., algunos de los principales factores de conversión utilizados por la Agencia Internacional de la Energía, metodología a su vez empleada por el Ministerio de Economía, el de Ciencia y Tecnología y, ya se ha dicho, en el presente estudio.

cuadro 2.1

FACTORES DE CONVERSIÓN ENERGÉTICA

Carbón usos finales (tep/t)

Hullas y antracita	0,6095
Coque	0,6915

Productos petrolíferos (tep/t)

GLP	1,130
Gasolinas	1,070
Queroseno de aviación	1,065
Gasóleos	1,035
Fuel-oil	0,960
Coque de petróleo	0,740
Etano	1,130
Nafta	1,075

Gas natural (tep/Gcal PCS)

Gas natural	0,090
-------------	-------

Electricidad (tep/MWh)

Hidráulica (producción)	0,086
Eólica, solar... (producción)	0,086
Nuclear (tep/GWh)	2,580

Fuente: AIE.

2.3. Las estadísticas energéticas.

Como es lógico, la premisa esencial para cualquier estudio de carácter energético es la disponibilidad de unas buenas fuentes de información estadística, sobre lo cual cabe hacer algunas precisiones críticas.

Tradicionalmente, el desaparecido Ministerio de Industria y Energía (Miner) proporcionaba una amplia información estadística que posibilitaba no sólo la construcción de balances energéticos nacionales con una razonable desagregación sectorial, sino, además, con la ayuda de otras bases, comúnmente oficiales, la disponibilidad precisa de datos para realizar estos balances también en el nivel de las Comunidades Autónomas. En el cuadro 2.2. se detallan las principales fuentes estadísticas de que se disponía tradicionalmente —y las que hay en la actualidad— para realizar estudios regionalizados sobre el sector energético.

cuadro 2.2

PRINCIPALES FUENTES ESTADÍSTICAS PARA LA ELABORACIÓN DE BALANCES ENERGÉTICOS REGIONALES	
ENERGÍAS	FUENTES ESTADÍSTICAS
Carbón y coque	<i>Estadística minera de España</i> (Miner-Mineco) Industrias del cemento, de la cal y del yeso (Miner) Estadística de destilación de carbones (Miner) Estadística de aglomerados del carbón (Miner) Estadística de almacenistas e importadores de carbón (Miner)
Electricidad	<i>Estadística de la industria de energía eléctrica</i> (Miner-Mineco) <i>Informe sobre el sistema eléctrico español</i> (REE)
Productos derivados del petróleo	Entregas de productos petrolíferos (AOP). <i>Anuario AOP</i> <i>Boletín estadístico de hidrocarburos</i> (Mineco-Cores) Estadística de distribuidores de GLP (Miner) Estadística de distribución de productos petrolíferos (Campsa)
Gas	Estadística de la industria del gas (Miner)
Energías renovables	<i>Estadística de la industria de energía eléctrica</i> (Miner-Mineco) <i>Boletín IDAE</i>
Conjunto del sector	<i>Información básica de los sectores de la energía</i> (CNE)

Nota: Se citan las fuentes estadísticas disponibles hasta la segunda mitad del decenio de 1990, y, en cursiva, sólo las que se publican actualmente y con cierta regularidad (hay datos de 2000 al comienzo de 2003).

Fuente: Elaboración propia.

En los últimos años, sin embargo, esa información estadística ha venido experimentando un continuo deterioro debido, fundamentalmente, a tres causas:

- En primer lugar, la desaparición de la estadística de carbones que realizaba el Miner ha supuesto la pérdida de una importante fuente de información sobre los combustibles sólidos.
- En segundo término, el desarrollo y diversificación de las actividades de autoproducción y cogeneración ha venido a complicar el registro estadístico de una parte cada vez mayor de la producción y el consumo eléctricos.
- Con todo, la principal causa —lógica, además, si no se ataja— del continuo proceso de pérdida de información estadística tiene su origen en el propio proceso de liberalización del sector energético: en efecto, el paso, en muy pocos años, de una situación de monopolio y grandes empresas públicas dominantes en la práctica totalidad de los subsectores energéticos españoles a unas nuevas situaciones de mercados liberalizados y mayor competencia en ellos, ha provocado una importante pérdida de información estadística. Este deterioro de la información se deriva tanto de las dificultades de recopilación —al aumentar el número de operadores en el mercado y, sobre todo, al distinguirse entre productores, distribuidores y comercializadores—, como de las carencias detectadas en la regularidad y en la adecuación a efectos estadísticos de la información suministrada por éstos.

Así, tras la liberalización del sector petrolífero, por ejemplo, ha desaparecido la *Estadística de distribución de productos petrolíferos* elaborada por Campsa, cuyo último año de publicación fue 1992. De modo que, actualmente, no se dispone ya de una adecuada desagregación sectorial del consumo de productos petrolíferos.

Recientemente, esta misma falta de desagregación sectorial y espacial se ha extendido al sector del gas y, próximamente, de no corregirse esta tendencia, el proceso podría extenderse a las estadísticas eléctricas —recopiladas hoy por la Dirección General de Política Energética y Minas del Ministerio de Economía, siguiendo los mismos criterios

que anteriormente utilizaba el Miner— que constituyen, de hecho, el último reducto de una información estadística completa y regular que permite realizar un adecuado análisis espacial y sectorial del consumo y los precios de la energía.

En resumen, la metodología empleada durante años para la recopilación estadística del sector energético se mostró adecuada —y capaz de generar una buena información— mientras las empresas energéticas, además de ser comúnmente de propiedad pública, actuaban en entornos de muy escasa competencia y gran concentración productiva, cuando no de monopolio, con lo que la publicación de su información estadística no suponía ningún riesgo para su competitividad o para su cuota de mercado. Sin embargo, con el gradual proceso de liberalización de los subsectores energéticos, la compilación de datos a partir de las fuentes existentes es claramente insuficiente para proporcionar una información con adecuada desagregación sectorial y espacial y para la elaboración, en concreto, de balances energéticos regionales.

Ante la necesidad, por un lado, de disponer de una imprescindible herramienta estadística que permita el análisis y seguimiento del sector y, por otro, de cumplir con los crecientes requerimientos de información para la toma de decisiones dentro de los distintos ámbitos y niveles de responsabilidad política, se impone —y en ello las administraciones autonómicas tienen mucho que ganar— una adecuada redefinición del proceso de recopilación estadística dentro del sector energético, adecuada a los nuevos tiempos y a la estructura empresarial y de mercado imperante en los distintos subsectores.

A pesar de las anteriores críticas a las actuales estadísticas del sector energético, hay que señalar que existe una gran diversidad de fuentes y, sobre todo, gracias a Internet, ha mejorado notablemente su difusión, accesibilidad y tratamiento.

Para la elaboración del presente estudio, además de las fuentes estadísticas

detalladas en el cuadro 2.2., se han utilizado fundamentalmente las siguientes, de contenido sobre todo nacional e internacional, sin desgloses regionales:

- *Energy balance sheets*. Eurostat. Varios años (el último recoge 1999-2000).
- *Energy balances of OECD countries*. Agencia Internacional de la Energía. Varios años (el último recoge 1999-2000).
- *Energy statistics of OECD countries*. Agencia Internacional de la Energía. Varios años (el último recoge 1999-2000).
- *La energía en España, 2001*. Ministerio de Economía, 2002, y volúmenes de años anteriores.
- *Coyuntura energética*, boletín trimestral. Ministerio de Economía.
- *El consumo eléctrico en el mercado peninsular*. Comisión Nacional de Energía.
- *Informe marco sobre la demanda de energía eléctrica y gas natural, y su cobertura*. Comisión Nacional de Energía.
- *Informe anual sobre las compras de energía al régimen especial de electricidad*. Comisión Nacional de Energía.
- *Informe mensual de los principales indicadores del sector del petróleo*. Comisión Nacional de Energía.
- *Informe Anual*. Sedigas.
- *Memoria anual*. Unesa.

Y, específicamente para Madrid, está la información eléctrica contenida en dos publicaciones del Instituto Regional de Estadística de la Comunidad de Madrid:

- *Anuario estadístico de la Comunidad de Madrid*. Instituto Regional de Estadística. Varios años.
- *Boletín de coyuntura*, Instituto Regional de Estadística. Varios números.

Por último, ha sido preciso recurrir a consultas directas a diversos organismos y empresas del sector para obtener datos concretos útiles para la elaboración del balance energético de la Comunidad de Madrid: Ministerio de Economía (Subdirección General de Planificación Energética), Ministerio de Ciencia y Tecnología, Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos, Unesa, Unión Fenosa, Iberdrola, Repsol Butano, Cementos Portland, Gas Natural¹... y otras fuentes que se detallan en los epígrafes correspondientes.

¹Los organismos y empresas citados, a los que se ha recabado información, lo han hecho con una generosa disponibilidad de la que debe dejarse constancia de agradecimiento.

3

Peso relativo del sector energético en la Comunidad de Madrid



3.- PESO RELATIVO DEL SECTOR ENERGÉTICO EN LA COMUNIDAD DE MADRID.

La falta de recursos energéticos autóctonos —absoluta en el caso de los combustibles fósiles, y muy insuficiente para cubrir una parte mínimamente apreciable del consumo en el caso de los recursos hídricos y de otros renovables— contrasta con las grandes necesidades de suministro energético que tiene Madrid. Si en España el grado de autosuficiencia energética —producción interior de energía primaria con relación al consumo— alcanza, según los años, porcentajes sólo algo por encima del 25 por 100, en la Comunidad de Madrid apenas si llega, con los datos de que se dispone, al 2 por 100: es la contribución hidroeléctrica de las pequeñas instalaciones de Hidráulica de Santillana y Unión Fenosa y la térmica y eléctrica de algunos autoprodutores en Régimen especial. Visto desde la óptica contraria, Madrid *depende*, pues, en cerca de un 98 por 100 del abastecimiento de fuentes energéticas procedentes de otras regiones, o bien, como sucede de un modo casi absoluto en el caso del petróleo, el gas natural o incluso el carbón, importados de otros países.

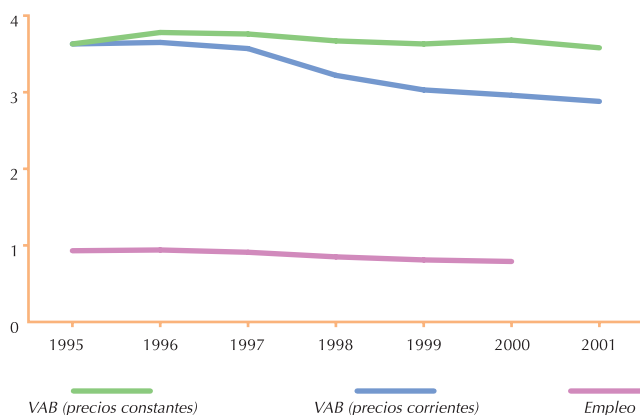
Esta insignificancia relativa de Madrid desde el punto de vista de la producción energética hace que el peso del sector, concentrado en la transformación y distribución de las distintas fuentes, en particular de la electricidad, esté por debajo de lo que representa la economía madrileña, en el conjunto de sus ramas de actividad, dentro de la economía española. Con todo, a tenor de los datos de la *Contabilidad Regional de España* reflejados en el gráfico 3.1., el valor añadido bruto generado por el sector de la energía en la Comunidad de Madrid supone cerca del 3 por 100 del total regional, y roza el 1 por 100 en términos de empleo, lo que resulta lógico, dadas las características de un sector tan intensivo en factor capital (de hecho, su excedente bruto de explotación supera el 5 por 100 regional) ². Si

² Datos obtenidos a partir de la *Contabilidad Regional de España. Base 1995*, INE. «Energía» (2.1.) incluye las ramas de «Extracción de productos energéticos, otros minerales y refino de petróleo» (2.1.1.) y «Energía eléctrica, gas y agua» (2.1.2.).

bien hay un matiz que tampoco debe pasarse por alto: a lo largo de toda la segunda mitad del decenio de 1990, y hasta los últimos datos de 2001, la decreciente importancia relativa del valor añadido bruto (VAB) energético madrileño, medido en términos nominales, contrasta con su sostenido perfil cuando ese producto se valora en términos reales. De donde se deduce que los precios de las ramas energéticas han crecido por debajo de los del conjunto regional, al menos en este período más reciente, lo que es coherente con las tendencias nacionales. Por otro lado, la productividad real del sector, esto es, el cociente entre el VAB a precios constantes y el empleo total, ha aumentado en más de un 25 por 100 entre 1995 y 2000, y los costes laborales unitarios —el cociente entre la remuneración de los asalariados y el VAB—, tan decisivos como medida de la competitividad, han seguido una trayectoria ligeramente descendente (gráfico 3.2).

gráfico 3.1

**PESO DEL SECTOR ENERGÉTICO
EN LA COMUNIDAD DE MADRID, 1995-2001**
(magnitudes en porcentaje de los totales regionales)

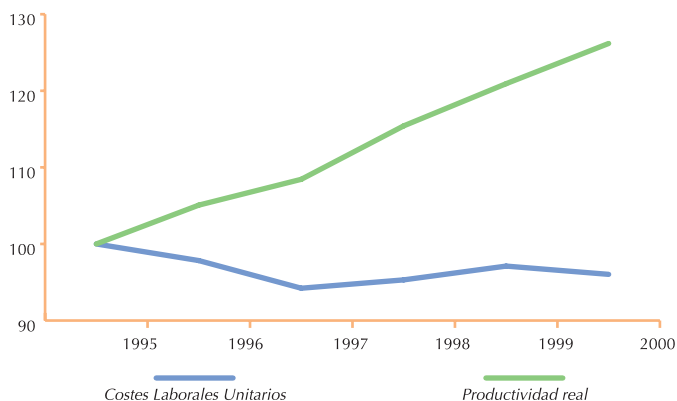


Fuente: Elaborado con datos del INE, *Contabilidad Regional de España*. Base 1995.

gráfico 3.2

PRODUCTIVIDAD REAL Y COSTES LABORALES UNITARIOS DEL SECTOR ENERGÉTICO EN LA COMUNIDAD DE MADRID, 1995-2000

(Base 100 =1995)



Fuente: Elaborado con datos del INE, *Contabilidad Regional de España*. Base 1995.

Ahora bien, este repertorio numérico expresa sólo parcialmente la importancia de la energía dentro de la economía madrileña, y el peso de Madrid en el consumo energético español, que alcanza cifras, muy estables a lo largo de los últimos años, en torno del 10 por 100, y algo por encima, ya se verá, en lo que respecta al consumo eléctrico. Globalmente, este consumo de energía final, cifrado, según las unidades de medida habituales, en 9,1 millones de tep en 2000, de acuerdo con el balance energético que se detalla en el epígrafe siguiente, sitúa a Madrid, tras Cataluña, en la cabeza de las regiones españolas por este concepto. Ahora bien, medido en términos per cápita, Madrid, con cerca de 1,8 tep por habitante en 2000, queda claramente por debajo del promedio español (2,2 tep), y algo parecido sucede en términos de consumo eléctrico. Lo que corresponde, en definitiva, a una región muy urbanizada y con un alto grado de concentración demográfica, pero con mucha más escasa densidad industrial, sobre todo en los sectores fabriles más consumidores de energía.

4

El balance energético de la Comunidad de Madrid



4.- EL BALANCE ENERGÉTICO DE LA COMUNIDAD DE MADRID.

4.1. *Producción de energía.*

La Comunidad de Madrid sólo puede incorporar a su balance energético una modesta cantidad de *inputs* autóctonos: carente de combustibles fósiles de todo tipo, su producción de energía se limita a la producción eléctrica de origen hidráulico o a partir de alguna otra fuente renovable obtenida dentro de sus límites territoriales, a la que puede sumarse, por un lado, la producción térmica a partir de biomasa o de energía solar térmica, objeto, en todo caso, de estimaciones muy gruesas, y, relajando un tanto el criterio, la registrada en los procesos de cogeneración en las plantas de pequeño tamaño con que cuenta la Comunidad de Madrid.

Pues bien, sumando la producción efectivamente disponible de energía eléctrica obtenida en Madrid en 2000 —1.080.237 MWh, que se corresponden con 92.900 tep— y la imputación a «usos térmicos» de la biomasa y la energía solar térmica realizada en el Plan de Energías Renovables de la Comunidad de Madrid —96.500 tep, en un 97 por 100 atribuibles a la biomasa—, se obtendría una cifra de producción autóctona de 189.400 tep. Lo que, comparado con el consumo de energía final de la Comunidad, supone un exiguo 2 por 100 del total.

En el cuadro 4.1. se detalla cómo las empresas *de servicio público* —así denominadas hasta ahora las empresas de distribución eléctrica— producen electricidad exclusivamente en centrales hidráulicas; de éstas, la principal productora es Hidráulica Santillana, cuya producción es distribuida por Iberdrola, seguida a cierta distancia de Unión Fenosa.

Sin embargo, la mayor parte de la producción eléctrica madrileña se genera en pequeñas centrales térmicas autoproductoras, la mayor parte de las cuales utiliza gas natural como combustible y que suponen, en conjunto, el 83 por 100 de la producción eléctrica de la Comunidad de Madrid. Entre éstas

destaca Tirmadrid S.A. —central de Valdemingómez—, que generó, en 2000, el 22 por 100 de la energía eléctrica producida en esta Comunidad, utilizando, como combustible, residuos sólidos urbanos.

cuadro 4.1

**PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR PRODUCTORES
Y FUENTES ENERGÉTICAS, MADRID, 2000**
(en MWh)

EMPRESAS	HIDROELÉCTRICA	TÉRMICA	TOTAL
DE SERVICIO PÚBLICO:	185.944		185.944
- UNION ELÉCTRICA FENOSA, S.A.	74.174		74.174
• Buenamesón	2.463		2.463
• Las Picadas	34.200		34.200
• San Juan	37.511		37.511
- HIDRÁULICA SANTILLANA, S.A.	109.499		109.499
• Navallar	13.069		13.069
• Pinilla	5.464		5.464
• Torrelaguna	10.034		10.034
• Riosequillo	14.579		14.579
• Puentes Viejas	20.033		20.033
• El Villar	14.166		14.166
• El Atazar	32.154		32.154
• Centros de menos de 1.000 kW	2.271		2.271
AUTOPRODUCTORAS:	3.214	891.079	894.293
• Tirmadrid, S.A.		234.734	234.734
• UTE IDAE-La Seda		110.380	110.380
• S.A. Sulquisa		73.748	73.748
• Ufefis, S.L.		73.048	73.048
• Tolsa, S.A.		71.015	71.015
• Aureca		69.203	69.203
• Otros	3.214	195.899	199.113
• Centros de menos de 1.000 kW	63.052	63.052	
TOTAL COMUNIDAD DE MADRID	189.158	891.079	1.080.237

Fuente: Elaborado con datos de *Estadística de la industria de energía eléctrica 2000*, Ministerio de Economía, 2002.

Frente a una producción de origen hidráulico que presenta, por las características de sus explotaciones, unas posibilidades de crecimiento muy limitadas en la Comunidad de Madrid —y sometida a una importante variabilidad en función del régimen pluviométrico—, el desarrollo de la producción térmica ha sido notable en el período comprendido entre 1996 y 2000, en el que ésta ha crecido en torno a un 23 por 100 anual, muy superior al registrado a nivel nacional (8,6 por 100). La producción de origen hidráulico, sin embargo, ha presentado en este período un descenso medio anual del 12,4 por 100, frente al del 5,4 por 100 registrado a nivel nacional.

El efecto combinado de ambas trayectorias ha hecho aumentar la producción eléctrica madrileña en un 11,2 por 100 a lo largo de la segunda mitad del decenio de 1990, frente al 5,8 por 100 del conjunto nacional. En 2001 la producción de energía eléctrica en la Comunidad de Madrid se habrá situado en torno de los 1.200.000 MWh.

En los epígrafes de este trabajo dedicados al sector eléctrico y a las energías renovables se hará una mención más detallada de estas fuentes de energía *propia*, cuya contribución a la satisfacción del consumo energético de Madrid se espera duplicar en el horizonte de 2010. Ahora, la atención habrá de fijarse en el consumo final y en su estructura sectorial, a través de la estimación del balance energético de la Comunidad de Madrid.

4.2. Estructura sectorial del consumo final de energía.

Para examinar la distribución sectorial del consumo energético conviene partir del balance energético de la Comunidad de Madrid, que recoge, por fuentes, el consumo de energía final y su desglose por destinos, de acuerdo con una metodología internacional común, la de la Agencia Internacional de la Energía, ya descrita en el epígrafe segundo. A modo de puntos de referencia del presente estudio, y aunque las metodologías no sean del todo comunes, los cuadros 4.2. y 4.3. recogen los balances energéticos de la Comunidad de Madrid para 1996 y 1997: el primero, elaborado por la Sociedad de la Energía

y del Medio Ambiente de Madrid; el segundo, publicado por el Club Español de la Energía y la Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid en *Economía y energía en la Comunidad de Madrid*.

Este reparto por fuentes que se observa en el consumo energético final de la Comunidad de Madrid, por lo que se sabe de otros trabajos anteriores realizados con el mismo fin de obtener un balance energético regional, es el resultado de una evolución marcada, a lo largo de la última década, por el peso creciente del gas natural, en detrimento de los derivados del petróleo y, en particular, del carbón, sobre todo en los usos domésticos para calefacciones centrales, y coincide, básicamente, con la estructura por fuentes del consumo energético español. En cambio, la estructura productiva y urbana de Madrid impone una estructura energética por usos finales muy divergente con la del conjunto de España, en la que destacan los consumos en transportes y en otros usos, que incluyen los domésticos y los del sector servicios; sesgo, además, que se ha ido acentuando en estos últimos años, conforme lo hacía el proceso de terciarización y de urbanización de la región.

Pues bien, para poder presentar aquí una estimación del consumo energético final de la Comunidad de Madrid se ofrece, en el cuadro 4.4., un recuento de los datos de partida, con la referencia de los dos estudios más inmediatos ya citados, más las estimaciones para 2000 de la consultora CJN. Sobre estas referencias, se han seleccionado, dentro de la abundante y no pocas veces contradictoria información que de algunos subsectores se tiene, en contraste con lo exigua de otros, las cifras *propias* que parecen más relevantes para el año 2000, y las disponibles para 2001.

cuadro 4.2

**DISTRIBUCIÓN POR SECTORES DEL CONSUMO
DE ENERGÍA FINAL, MADRID, 1996**

(en tep)

SECTORES	CARBÓN	DERIVADOS PETRÓLEO	GAS NATURAL	ENERGÍA ELÉCTRICA	TOTALES	%
AGRICULTURA	—	1729	112	3982	5823	0,1
INDUSTRIA	44027	391182	287191	396759	1119159	15,5
Minerales	—	4491	20312	5297	30100	0,4
Siderurgia	295	6162	26930	41377	74764	1,0
Metalurgia no férrea	—	2670	2112	2384	7166	0,1
Cementos y yesos	39412	201808	21342	26800	289362	4,0
Vidrio	—	6579	16713	5205	28497	0,4
Cerámica	—	11856	35931	11851	59638	0,8
Transformados						
metálicos	—	37268	27130	92591	156989	2,2
Química	—	18429	5487	31432	55348	0,8
Alimentación, bebidas	—	44620	54311	29225	128156	1,8
Textil, confección	—	5424	32141	8556	46121	0,6
Madera y papel	4320	12389	31215	32771	80695	1,1
Caucho y plásticos	—	36052	8713	83435	128200	1,8
Construcción	—	1650	65	18922	20637	0,3
Otras industrias	—	1784	4789	6913	13486	0,2
TRANSPORTE	—	3744772	—	67701	3812473	52,7
Ferroviario	—	21285	—	67701	88986	1,2
Por carretera	—	2539357	—	—	2539357	35,1
Aéreo	—	1184130	—	—	1184130	16,4
SERVICIOS	—	195330	60430	495967	751727	10,4
RESIDENCIAL	47342	692434	314420	491111	1545307	21,3
TOTALES	91369	5025447	662153	1455520	7234489	100
%	1,3	69,5	9,1	20,1	100	

Fuente: Elaborado con datos de SERMASA, *Estudio energético de la Comunidad de Madrid*.

DISTRIBUCIÓN POR SECTORES DEL CONSUMO DE ENERGÍA FINAL, MADRID, 1997

(en miles de tep).

SECTORES	CARBÓN	DERIVADOS DEL PETRÓLEO		
		Gasolinas	Gasóleos	Querosen
AGRICULTURA	-	-	88	-
INDUSTRIA	97	-	62	-
Productos				
minerales metálicos	1	-	-	-
Productos minerales no metálicos	95	-	-	-
Química	-	-	8	-
Transformados metálicos	-	-	24	-
Alimentación,				
bebidas y tabaco	-	-	20	-
Textil, cuero y calzado	-	-	-	-
Papel y artes gráficas	-	-	-	-
Otras industrias	1	-	10	-
TRANSPORTE	-	1.296	1.142	1.290
COMERCIO/SERVICIOS	2	-	137	-
USOS DOMÉSTICOS	25	-	484	-
OTROS	-	-	-	-
TOTALES	124	1.296	1.913	1.290
%	1,69	17,64	26,04	17,56

Fuente: Elaborado con datos de *Economía y energía en la Comunidad de Madrid*, Club Español de la Energía y Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid, Madrid, 2000.

cuadro 4.3

Fuel-oil	GLP	GAS NATURAL	ENERGÍA ELÉCTRICA	TOTALES	%
-	-	-	3	91	1,24
115	12	328	289	903	12,29
-	1	55	57	114	1,55
44	1	80	30	250	3,40
8	-	31	31	78	1,06
16	5	30	61	136	1,85
7	3	56	30	116	1,58
-	-	32	12	44	0,60
14	2	31	39	86	1,17
26	-	13	29	79	1,08
-	-	4	69	3.801	51,74
15	25	70	490	739	10,06
-	264	386	503	1.662	22,62
-	5	-	146	151	2,06
130	306	788	1.500	7.347	100
1,77	4,16	10,73	20,42	100	

ESTIMACIONES DEL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA, COMUNIDAD DE MADRID				
(en miles de tep, salvo otra indicación)				
Años	Carbón	Coque de petróleo	Gasolinas	Gasóleos
1996 SERMASA	91,369	180,917	1.351,307	1.798,761
1997 <i>Economía y energía en la C.M.</i>	124 (incluye coque)	—	1.296	1.913
2000 Estimaciones CJN	14	113	1.143	2.341
2000	42.692 t (MCYT)	213.548 t (Portland)	1.095.822 t (MINECO)	2.294.335 t (MINECO)
2001	=	236.450 t (Portland)	1.122.548 t (MINECO)	2.514.785 t (MINECO)
Factores de conversión (para datos 2000 y 2001)	tep/t 0,6095	tep/t 0,780	tep/t 1,070	tep/t 1,035

cuadro 4.4

Queroseno	Fuel-oil	GLP	Gas natural	Electricidad	Otras renovables	Total
1.184,430	121,374	388,658	662,153	1.455,520	—	7.234,489
1.290	130	306	788	1.500	—	7.347
1.814	115	405	1.235	1.812	127	9.119
1.703.286 t (AOP)	121.350 t (MINECO)	353.583 t (MCYT)	12.048.593Gcal (MCYT)	21.618.671Gwh (MINECO)	96.500 (PERCM)	9.110
1.706.654 t (AOP)	109.070 t (MINECO)	319.297 t (estimación)	13.540.102Gcal (Gas Natural y estimación)	22.355.000 Gwh (Unesa)	=	9.535
tep/t 1,065	tep/t 0,960	tep/t 1,130	tep/Gcal 0,090	tep/MWh 0,086		

BALANCE ENERGÉTICO DE LA COMUNIDAD DE MADRID, DISTRIBUCIÓN DE LOS CONSUMOS FINALES, 2000

(en tep)

SECTORES CONSUMIDORES	Carbón (hulla y antracita)	Coque de petróleo	Gasolinas	Gasóleos
AGRICULTURA, GANADERÍA Y SILVICULTURA				148.772
ENERGÍA Y MINERÍA				
INDUSTRIA MANUFACTURERA	2.293	166.567		
• Siderurgia y fundición	731			
• Metalurgia no férrea				
• Industria del vidrio				
• Cemento, cales y yesos		166.567		
• Otros materiales de construcción				
• Química y petroquímica				
• Máquinas y transformados metálicos				
• Construcción de automóviles y bicicletas				
• Construcción de otros medios de transporte				
• Alimentación, bebidas y tabaco	1.560			
• Industria textil, confección, cuero y calzado				
• Industrias de madera y corcho				
• Pastas papeleras, papel, cartón y manipulados	1			
• Artes gráficas y edición	1			
• Industrias del caucho, materias plásticas y otras				
CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS	1			
TRANSPORTE			1.172.530	1.571.888
HOSTELERÍA, COMERCIO Y OTROS SERVICIOS	245			
ADMINISTRACIÓN Y OTROS SERVICIOS PÚBLICOS	35			
USOS DOMÉSTICOS ^(b)	16.028			653.972
NO ESPECIFICADOS	7.419			
TOTAL	26.021	166.567	1.172.530	2.374.630

Notas: (a) El consumo de fuel-oil se asigna, sin posibilidad de desglose, a la industria manufacturera.

(b) Se han incluido aquí los usos térmicos del gasóleo C y de las fuentes renovables.

cuadro 4.5

Gasóleo	Fuel-oil	GLP (butano y propano)	Gas natural	Electricidad	Renovables (biomasa y solar tér.)	TOTAL
		224		3.359		152.354
			239	16.029		16.268
	116.496 (a)	4544	296.698	363.011		949.609 (a)
		81	34.595	55.944		91.351
		1.622	7.151	3.689		12.462
			18.427	6.115		24.542
			29.259	23.335		219.161
			41.699	17.378		59.077
		748	16.819	40.617		58.184
		870	10.592	49.816		61.278
		350	26.719	21.894		48.963
		19	4088	6.042		10.149
		476	52.133	31.478		85.647
		166	2.542	15.872		18.580
		66		2.548		2.614
		17	32.168	27.554		59.740
		82	11.184	27.935		39.202
		47	9.322	32.794		42.163
		2	25	17.713		17.741
1.814.000		3.909		85.528		4.647.855
		10.038	116.670	443.029		569.982
		4.242	334	230.077		234.688
		370.163	665.892	625.321	96.500	2.427.881
		6.426	4.516	75.139		93.500
1.814.000	116.496	399.548	1.084.374	1.859.206	96.500	9.109.878

AVANCE DEL BALANCE ENERGÉTICO DE LA COMUNIDAD DE MADRID POR FUENTES DE ENERGÍA FINALES, 2001
(en tep)

Carbón (hulla y antracita)	Coque de petróleo	Gasolinas	Gasóleos	Queroseno	Fuel-oil
26.021	184.431	1.201.126	2.602.802	1.817.587	104.707

A partir de aquí, aplicando criterios agregados de sectorialización, que en algunos subsectores permiten un completo desglose por ramas de actividad, y en otros obligan a ciertos supuestos, el cuadro 4.5. presenta una estimación del balance energético de Madrid para 2000 desde el punto de vista de los consumos finales. Igualmente, el cuadro 4.6. avanza el desglose por fuentes del balance energético de la Comunidad de Madrid para 2001. Es preciso, no obstante, glosar con algún detalle las fuentes y los criterios que han servido de base a estas estimaciones:

- Las cifras de consumo de carbón corresponden a hulla (2.569 t) y antracita (40.123 t), de acuerdo con la última *Estadística de almacenistas e importadores de carbón. 2000*, facilitada —aunque no publicada— por el Ministerio de Ciencia y Tecnología. La cifra conjunta de ambos tipos de carbón supone el 14,2 por 100 del total nacional, destinado mayoritariamente (61,6 por 100) a los usos domésticos.
- Las cifras de consumo de coque de petróleo, tanto de 2000 como de 2001, han sido facilitadas directamente por la empresa Cementos Portland. Esta empresa aplica su propio factor de conversión al consumo de coque: 7.800 kcal/kg. Las cifras de 2000 y 2001 representan, respectivamente, al compararlas con las que ofrece la *Memoria 2001* de la Asociación de Operadores de Petróleo, el 5,3 y el 5,5 por 100 del total nacional.
- Las cifras de consumo de gasolinas —desglosadas, a su vez, en los tipos 97, 95 y 98— tienen como fuente el Ministerio de Economía, y aparecen publicadas tanto en el volumen de *Información básica de los sectores de la energía. 2001*, Comisión

cuadro 4.6

GLP (butano y propano)	Gas natural	Electricidad (biomasa y solar térmica)	Renovables	TOTAL
360.806	1.218.609	1.922.530	96.500	9.535.119

Nacional de Energía (www.cne.es), como en el *Boletín estadístico de hidrocarburos* que publican mensualmente el Ministerio de Economía y Cores (www.cores.es), o en sus resúmenes anuales, 2000 y 2001. La Comunidad de Madrid supuso el 12,9 por 100 del consumo nacional de gasolinas en 2000, y el 13,2 por 100 en 2001.

- Las cifras de consumo de gasóleos tienen la misma fuente que las de gasolinas y, en este caso, están desglosadas en los tres tipos de gasóleos, A, B y C. También puede obtenerse su desglose regionalizado por canal de distribución (a granel o a través de estaciones de servicio). La Comunidad de Madrid supuso el 9,4 por 100 del consumo nacional de gasóleos en 2000, y el 9,6 por 100 en 2001.

- Las cifras de consumo de queroseno, que pueden desglosarse en Jet A-1, Jet A-2 y Otros, proceden de la información remitida mensualmente por Cores a la Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos respecto de las compañías asociadas a ella. La cifra de 2000 supone el 40,1 por 100 del total nacional, y la de 2001 el 42,9 por 100. Debe tenerse en cuenta, no obstante, que si bien en 2000 las compañías asociadas a AOP aún suponían la práctica totalidad del mercado de querosenos en España, en 2001 apenas si llegaban ya al 90 por 100. Por ello, una correcta estimación de las cifras para Madrid requeriría, a partir de este último año, la consideración de todas las compañías que operan en este mercado.

- Las cifras de consumo de fuel-oil —desglosadas en fuelóleos BIA, 1 y 2— proceden del Ministerio de Economía, y aparecen publicadas en el volumen de

Información básica de los sectores de la energía. 2001, Comisión Nacional de Energía. La Comunidad de Madrid supuso, en 2000 y 2001, el 1,9 y el 1,7 por 100, respectivamente, del consumo nacional de fuelóleos.

- Las cifras de consumo de gases licuados de Petróleo (GLP), desglosadas en butano y propano (suma en ambos casos de envasado y a granel), proceden de la *Estadística de distribuidores de GLP. 2000*, facilitada —aunque no publicada— por el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Corresponden al suministro al mercado interior para fines energéticos, y de la cifra total de 353.591 t se han deducido las 8 t suministradas a centrales termoeléctricas autoproductoras. Esta cifra de consumo final de GLP en la Comunidad de Madrid representa, en el caso del butano, el 5,9 por 100 del total nacional, y, en el del propano, el 24,4 por 100; conjuntamente considerados, el 13,7 del total nacional.

- Las cifras de consumo de gas natural proceden de la *Estadística de industrias del gas. 2000*, facilitada —aunque no publicada— por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, y corresponden también al suministro al mercado interior para fines energéticos. En este caso, de la cifra total de 13.661.051 kcal se han deducido las 1.612.458 suministradas a centrales termoeléctricas autoproductoras (en cogeneración) y a otras industrias de transformación energética. Esta cifra de consumo final de gas natural en la Comunidad de Madrid representa el 11,6 por 100 del total nacional en 2000, si bien hay que anotar un fuerte descuadre, del 13,5 por 100, entre las cifras que se ofrecen como total nacional en la *Estadística* y las que corresponderían a la suma de todas las Comunidades Autónomas. Cabe pensar, pues, que las cifras regionalizadas no estén cubriendo todo el consumo de gas natural. Las cifras de Madrid, no obstante, son muy consistentes con las facilitadas directamente por Gas Natural, a instancias de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid. De esta misma fuente se ha tomado la cifra de 2001.

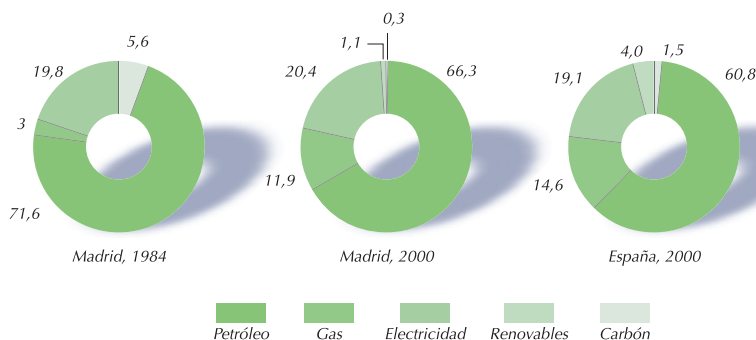
- Las cifras de consumo de electricidad proceden de la última *Estadística de la industria de energía eléctrica 2000*, publicada por el Ministerio de Economía en noviembre de 2002. Corresponden, una vez deducidos los consumos

propios y de distribución, con el consumo neto de energía eléctrica, y suponen el 11,2 por 100 del total nacional. El Instituto Regional de Estadística de la Comunidad de Madrid publica series mensuales de consumo de energía eléctrica, pero sus totales anuales no corresponden con los del Ministerio de Economía. El dato de 2001, aunque provisional, se ha obtenido directamente de Unesa como suma de las cifras de energía facturada —tarifa integral más tarifa de acceso— en la Comunidad de Madrid.

- Por último, las cifras de energías renovables no aplicadas a la generación eléctrica —por cuanto éstas ya aparecen recogidas en el apartado anterior— están tomadas de las estimaciones del Plan de Energías Renovables de la Comunidad de Madrid para biomasa y energía solar térmica correspondientes a 1999, y aplicadas también a 2000, por cuanto las cifras obtenidas del *Boletín IDAE* número 4, de junio de 2002, mantienen exactamente el consumo de biomasa en Madrid entre 1999 y 2001, y apenas si registran cambios en la superficie instalada con energía solar térmica.
- La estimación de consumo energético en la Comunidad de Madrid para 2001 es una cifra estimativa a partir de los datos conocidos, aunque en algún caso provisionales, y aplicando a las dos fuentes de las que se carece de información —carbón y renovables de uso térmico—, la cifra de 2000, muy razonablemente en ambos casos a tenor de su evolución reciente y de otros indicadores parciales o referidos a España, y, en los GLP, elevando al conjunto de la Comunidad de Madrid la evolución en 2001 de los consumos declarados por Repsol Gas, mayoritaria suministradora en Madrid, tanto de GLP envasado y a granel como canalizado (215.909 t, es decir, 243.977 tep, que, de haberse materializado las cuotas de mercado de 2000, daría un consumo de GLP en la Comunidad de Madrid de 360.806 tep).

Todo esto se vuelca en los gráficos 4.1. y 4.2., que ofrecen una aproximación a las características y la evolución del consumo energético madrileño, tanto desde el punto de vista de las principales fuentes energéticas como desde el de los grandes sectores consumidores.

**CONSUMO DE ENERGÍA FINAL POR FUENTES,
MADRID, 1984 Y 2000, Y ESPAÑA, 2000**
(en porcentajes)

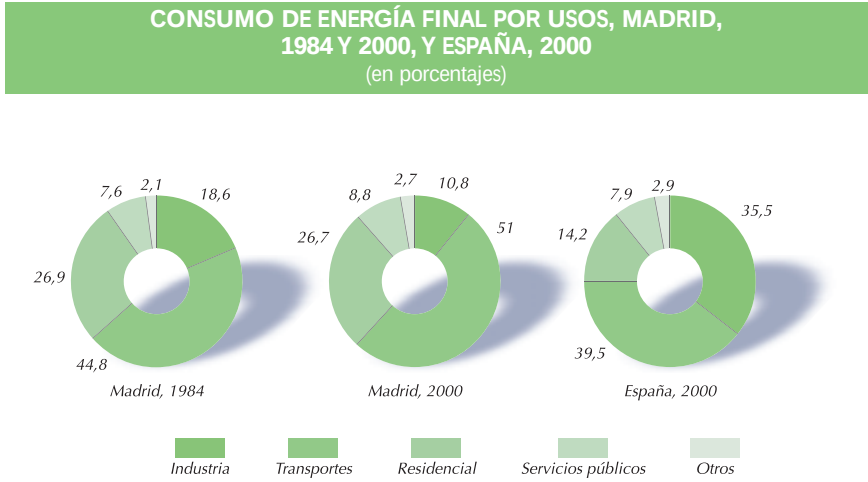


Nota: El consumo de gas de 1984 es gas manufacturado; el de 2000, gas natural.

Fuentes: Madrid, 1984: *El sector energético en la Comunidad de Madrid*, Dirección General de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, Comunidad de Madrid, 1986. Madrid, 2000: cuadro 4.5. España, 2000: *Energy balances of OECD countries. 1999-2000*, Agencia Internacional de la Energía, París, 2002.

Más allá de la estable contribución de la electricidad, en torno de una quinta parte del total del consumo energético final tanto en Madrid como en el conjunto de España, de la práctica desaparición del carbón y del gran ascenso del gas natural, es fácil advertir, ante todo, un sesgo muy pronunciado del consumo energético de la Comunidad de Madrid hacia los derivados del petróleo, mayor del que muestra la propia economía española, y apenas reducido en el tiempo. Esto tiene que ver, fundamentalmente, con una estructura de consumo orientada, dada la propia estructura productiva y demográfica de la Comunidad de Madrid, hacia los usos de transporte y otros, entre los que destacan los residenciales y los debidos a los servicios privados, en particular de comercio y hostelería, y colectivos.

gráfico 4.2



Fuentes: Igual que en el gráfico 4.1.

Se observa, en efecto, cómo la estructura energética de la Comunidad de Madrid está muy orientada hacia el consumo de los transportes, en particular por carretera —gasolinas y gasóleos de automoción—, pero también de un modo destacado en el caso del transporte aéreo, donde hay que consignar un consumo excepcional y difícilmente imputable en su totalidad a Madrid: el de queroseno de los aviones que tienen por origen, destino o tránsito el aeropuerto de la capital, y repostan en él, que supone cerca del 20 por 100 del consumo energético final (es el llamado «efecto Barajas»). A diferencia de otros sectores, que se han ido desplazando hacia fuentes de energía más limpias y eficientes, principalmente la eléctrica y el gas natural, en éste la dependencia de los derivados del petróleo, sin casi posibilidad de ser sustituidos —salvo la electricidad en el transporte por raíles, metropolitano y de cercanías, y el gas natural, aún muy limitado, en los autobuses—, resulta inevitable.

Como contrapunto de este mayor peso de los transportes y de los usos residenciales, el consumo final muestra, en la Comunidad de Madrid, una mucha menor participación relativa de las actividades industriales. (la rúbrica *Industria* del gráfico 4.2. incluye energía y construcción). En el capítulo siguiente se comparará de un modo mucho más detallado la estructura por ramas del consumo energético madrileño con el de España, y también con el promedio de la Unión Europea.

5

El marco del sector energético español y europeo



5.- EL MARCO DEL SECTOR ENERGÉTICO ESPAÑOL Y EUROPEO.

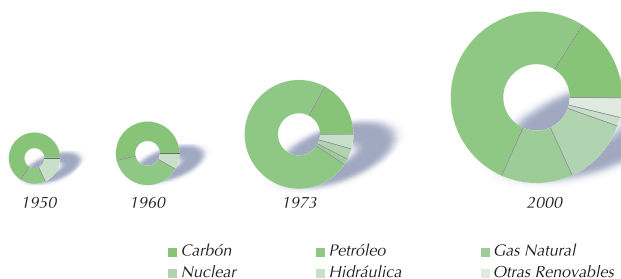
5.1. Balance de energía primaria.

a) Necesidades brutas de energía primaria.

El proceso industrializador que tuvo lugar en España a partir del decenio de 1950 se basó, como es bien sabido, en el petróleo como gran combustible primario; y, por otro lado, la electrificación se expandió igualmente a unos ritmos superiores a los de la renta nacional durante toda la segunda mitad del siglo XX. Este crecimiento del consumo energético vino acompañado de un fuerte proceso de sustitución del carbón por el petróleo desde el decenio de 1950 y, más intensamente, entre 1960 y 1973, seguido, tras la crisis de los setenta, de un mayor equilibrio entre las distintas fuentes de energía primaria, al tiempo que se moderaba el aumento de su consumo global (gráfico 5.1.).

gráfico 5.1

CONSUMO BRUTO DE ENERGÍA PRIMARIA EN ESPAÑA POR FUENTES, 1950-2000



Nota: Los círculos respetan las proporciones de consumo de energía entre 1950 (13,9 Mtep). y 2000 (124,9 Mtep).

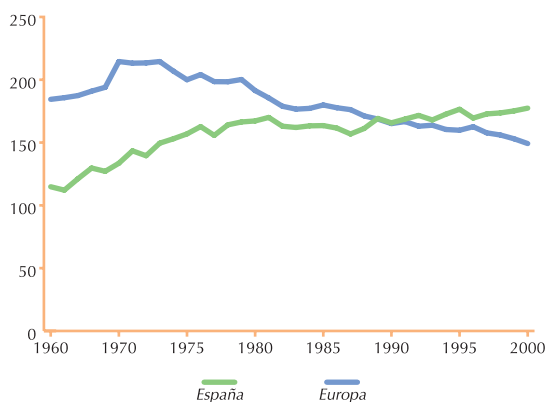
Fuentes: Elaborado con datos de la AIE, completados, para 1950, con las estimaciones de C. Sudrià, «Un factor determinante: la energía», en J. Nadal, A. Carreras y C. Sudrià (comps.), *La economía española en el siglo XX. Una perspectiva histórica*, Ariel, Barcelona 1987.

En 2000, el total de energía primaria bruta consumida en España fue el equivalente a 124,89 millones de tep, con un incremento del 5 por 100 respecto del año anterior, muy superior, como viene sucediendo desde hace tiempo, al experimentado por el conjunto de la Unión Europea¹. La mayor tasa de crecimiento de la economía española podría explicar, al menos en parte, este diferencial; sin embargo, la explicación fundamental se encuentra en la tendencia —advertida desde el decenio de 1960 y, tras moderarse en los primeros años ochenta, reactivada a partir de 1988— al aumento de la intensidad energética en la economía española (gráfico 5.2).

Se observan, pues, tendencias divergentes entre España y el resto de los países de la Unión Europea: mientras en estos países, de media, la intensidad en el uso de la energía primaria por unidad de producto ha venido disminuyendo, con escasos altibajos, en más de una cuarta parte a lo largo de las tres últimas décadas, en España, muy inferior al principio, ha crecido en estos últimos años hasta alcanzar, y superar, los *ratios* continentales.

gráfico 5.2

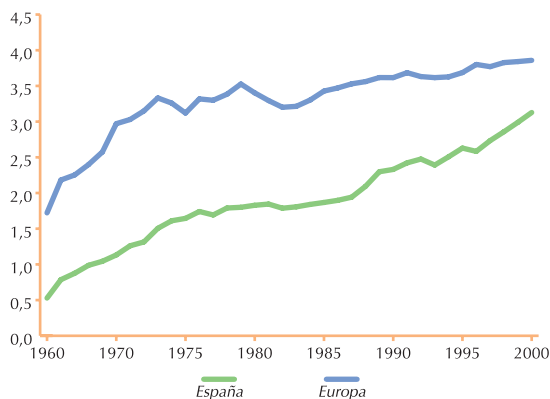
**CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA POR UNIDAD DE PIB,
ESPAÑA Y EUROPA, 1960-2000**
(tep/\$USA95)



Fuente: Elaborado con datos AIE.

gráfico 5.3

**CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA POR HABITANTE,
ESPAÑA Y EUROPA, 1960-2000**
(tep per cápita)



Fuente: Elaborado con datos AIE.

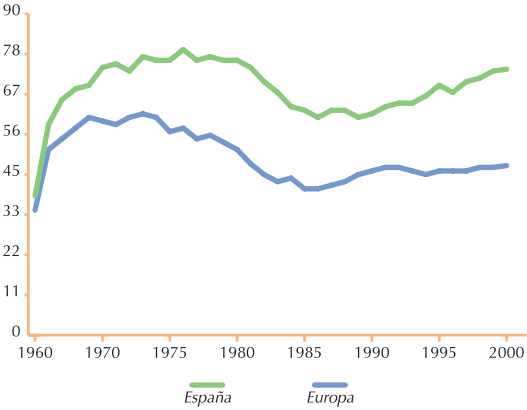
En términos de consumo per cápita (gráfico 5.3.), las tendencias siguen también una senda de crecimiento, y de un modo mucho más acelerado que en el caso de la Unión Europea. Así, España, aunque sigue registrando un consumo primario inferior a la media europea, presenta, sin embargo, un claro acercamiento a los niveles europeos. En consecuencia, nuestro consumo de energía primaria ha pasado de suponer el 6,8 por 100 del total de la Unión Europea, en 1990, al 8,5 por 100 en 2000.

¹ Aunque el Ministerio de Economía, en *La energía en España 2001*, ofrece datos de este último año, las estadísticas más recientes de la Agencia Internacional de la Energía, las que interesan a los efectos comparativos de este epígrafe, están referidas a 2000 —*Energy balances, Energy statistics of OECD countries*—, por lo que se tomará este año como referencia.

b) Dependencia energética.

Tradicionalmente, la dependencia energética —porcentaje del consumo de energía primaria que no es producido en el país— ha evolucionado en España de forma similar, aunque siempre en niveles más altos, al resto de la Unión Europea (gráfico 5.4.). Sin embargo, a partir de 1990, mientras en Europa el grado de dependencia energética se estabilizaba en torno de la mitad de sus necesidades, en España seguía una tendencia claramente alcista, lo que supone, sin duda, una importante posición de debilidad ante posibles escenarios de crisis energéticas.

gráfico 5.4



Fuente: Elaborado con datos AIE.

En 2000, la dependencia del exterior —en términos del consumo primario— se situó en España en un 74,5 por 100, frente al 47,5 por 100 de media en la Unión Europea. Por supuesto, la dependencia energética española es mucho más acusada en la principal fuente de energía primaria a nivel mundial, el

petróleo, cuyo grado de dependencia se sitúa en el 99,6 y el 72,3 por 100 para España y Europa, respectivamente (y en el 99 y el 43,8 por 100, en el caso del gas).

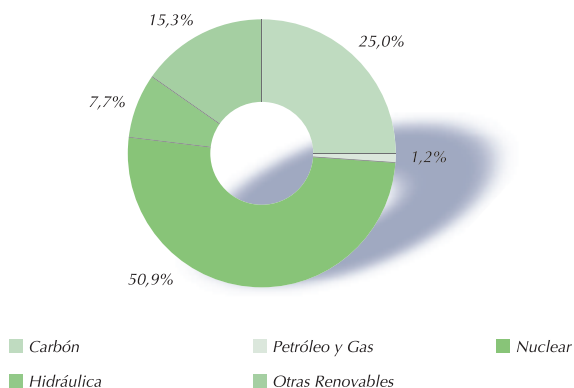
Es oportuno subrayar, no obstante, que esta cuestión de la dependencia energética no debe conducir a conclusiones precipitadas: el grado óptimo de autoabastecimiento de un país es función, entre otros factores, de su dotación de recursos autóctonos, del sobreprecio que, en su caso, se está dispuesto a pagar por usarlos, de la seguridad que ofrecen y de la propia estructura del consumo energético, que prima unas fuentes sobre otras. En este sentido, lo que cuenta —y esta reflexión es particularmente aplicable al caso de Madrid— es disponer de la energía, poniéndola a disposición de los distintos sectores productivos y finales, en condiciones competitivas de coste, calidad y seguridad: en suma, hay que evitar que esa dependencia energética se traduzca, por efecto de la concentración de las fuentes de suministro, en una vulnerabilidad extrema.

Hoy día, aunque los suministros de petróleo están más repartidos que hace dos décadas, la facilidad de respuesta de los precios del petróleo a nivel mundial ante crisis locales, especialmente en Oriente Medio, la concentración del aprovisionamiento de gas en un solo país, Argelia, y la incapacidad de respuesta de la producción interior de energía primaria, constituyen factores de riesgo añadidos que sitúan a España en una posición de gran debilidad ante un *shock* energético.

c) Estructura de la producción de energía primaria.

España produjo en 2000 un total de 31,87 Mtep, lo que supone tan sólo un 25,5 por 100 de la energía primaria consumida. La máxima producción histórica se alcanzó en 1989 (34,55 Mtep) y, desde entonces, la tendencia ha sido de suave descenso en la producción. La práctica ausencia de recursos como el petróleo y el gas, la moratoria nuclear, la reconversión y el declive del sector del carbón y la escasa posibilidad de aumentar la producción hidroeléctrica determinan la estructura de la producción de la energía en España (gráfico 5.5.).

ESTRUCTURA DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA EN ESPAÑA, 2000



Fuente: Elaborado con datos AIE.

El *carbón*, que aún supone un 25 por 100 de la producción de energía primaria en España, es destinado ya casi exclusivamente a la producción de energía eléctrica, en centrales de carbón abocadas a ser sustituidas por otras menos contaminantes. Siendo un sector muy atomizado, y dadas las características técnicas del mineral español, únicamente ciertas ventajas de tipo estratégico (garantía de suministro, facilidad de almacenamiento...) y el imperativo social de una localización geográfica muy concentrada justifican la protección que sigue recibiendo, con unos costes medios por tonelada que duplican —o cuadruplican, en la minería pública— los precios del aprovisionamiento exterior, que supone más del 50 por 100 del consumo total de carbón. Protección, en todo caso, cuya eliminación definitiva ha sido fijada por la Comisión Europea en 2010.

La *energía nuclear*, protagonista de la planificación energética hasta mediados de la década de 1980, y luego sujeta a «moratoria» ante el exceso de

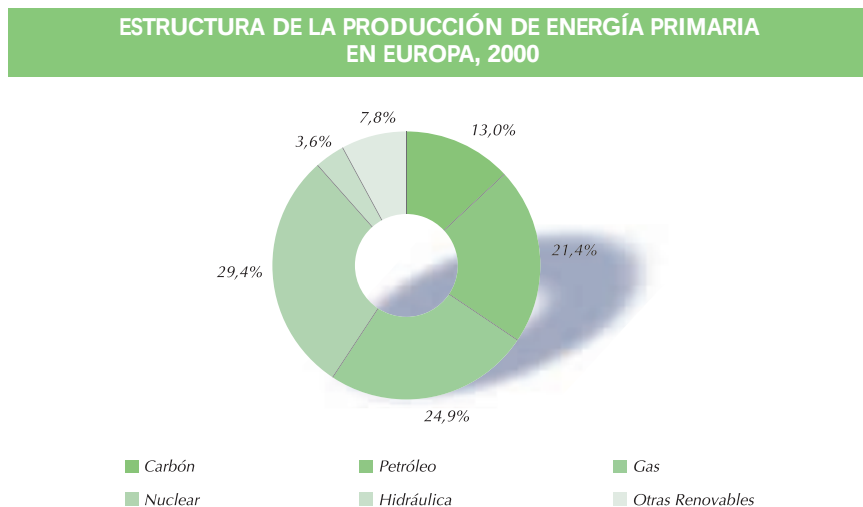
capacidad eléctrica (y otras causas de índole no económica), cuenta con nueve grupos de generación de los que procede algo más de la mitad de la producción de energía en España, lo que supone, a su vez, un tercio de la producción eléctrica. La electricidad de origen nuclear, objeto de múltiples controversias difíciles de dilucidar, requiere, como se sabe, de cuantiosas inversiones iniciales que, más tarde, suelen compensarse con el menor coste de generación: las centrales nucleares, por sus especiales características, suelen ser las que operan «en base», cubriendo las *horas valle* de la curva de carga eléctrica.

La *energía hidráulica*, por su parte, está asociada a los orígenes mismos de la electricidad y de la industrialización en España, siendo, durante décadas, muy sustancial su contribución al balance energético, al amparo de una política que fomentó la construcción de embalses con fines no sólo eléctricos. Hoy, sin embargo, con datos de 2000, que corresponden a un buen año de producción hidráulica, contribuyó en un exiguo 8 por 100 a la producción de energía primaria, lo que, a su vez, supone en torno de un 2 por 100 del consumo de energía primaria en España. Obviamente, las posibilidades de expansión de este tipo de energía en España son ya muy limitadas, a pesar de lo cual es la principal de las *energías renovables*, categoría donde se incluyen también las «nuevas energías» (o «energías alternativas»: eólica, solar, geotérmica, biomasa y residuos sólidos urbanos, entre las principales), que suponían ya en 2000 un 15 por 100 de la producción de energía en España. Actualmente objeto de la atención del *Plan de fomento de energías renovables*, están llamadas a incrementar en muy pocos años, como se verá más adelante, su contribución al balance energético español, si se cumplen las previsiones.

En cuanto a las producciones nacionales de *petróleo* y *gas*, se puede afirmar que éstas son insignificantes, ya que, entre ambas, suponen apenas un 1 por 100 de la producción energética en España, lo que representa, a su vez, el 0,3 por 100 del consumo de energía primaria.

Al observar la estructura productiva del conjunto de la Unión Europea (gráfico 5.6.), hay que destacar, ante todo, la gran dispersión que existe entre las estructuras productivas de los distintos países miembros, por lo que su simple agregación es, de hecho, poco representativa.

gráfico 5.6



Fuente: Elaborado con datos AIE.

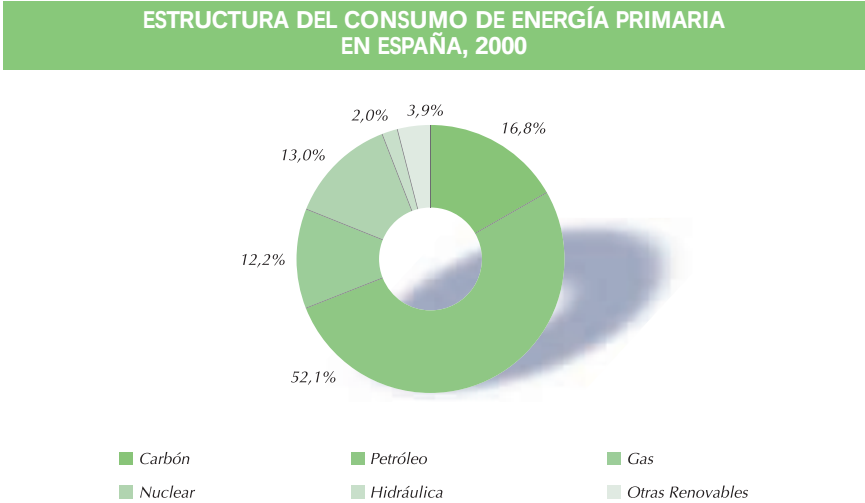
En todo caso, se aprecia cómo la energía nuclear, a pesar de no darse en la mitad de los países —Dinamarca, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Austria y Portugal—, representa cerca del 30 por 100 del total de la producción de energía en la Unión Europea. Le siguen en importancia la producción de gas y de petróleo, y destaca también el peso que aún mantiene el carbón como fuente de energía primaria en el conjunto de Unión. Como es lógico, tanto el plazo último fijado para las ayudas al carbón por la Comisión Europea como, en otro sentido, la ampliación de la Unión Europea a los países del Este,

algunos de ellos importantes productores de carbón, son factores que incidirán sobre la actual estructura de la producción de energía y, en especial, sobre la producción de este combustible.

d) Estructura del consumo de energía primaria.

La estructura del consumo primario de energía en España (gráfico 5.7.) está protagonizada por el *petróleo* y sus derivados, que representan el 52 por 100 del consumo, a pesar de no contar con producción nacional en un volumen mínimamente significativo.

gráfico 5.7



Fuente: Elaborado con datos AIE.

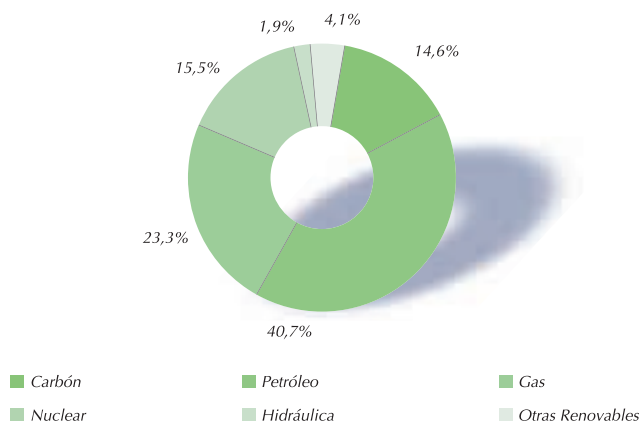
El *carbón* y la *energía nuclear* representan, respectivamente, el 17 y el 13 por 100 del consumo, en tanto que las *energías renovables*, incluida la hidráulica, tan sólo un 6 por 100.

El *gas natural*, que supuso el 12 por 100 del consumo de energía primaria en 2000, ha ganado peso progresivamente en la estructura de consumo energético en España, aunque aún se encuentra lejos de los niveles de consumo medio en la Unión Europea, en donde alcanza el 23 por 100 del consumo de energía primario. El gas natural se ha convertido desde el decenio de 1990 en el elemento axial de la política energética española, a tenor de sus proyecciones de expansión, favorecidas, entre otras razones de índole económica y medioambiental, por la construcción y puesta en marcha en 1996 del gasoducto del Magreb. El gas natural es, sin duda, una fuente limpia y versátil que puede permitir una mayor eficiencia en ciertos usos directos y también en la producción eléctrica, a través de la cogeneración; pero es también una energía de la que carece la economía española, sumamente concentrada en sus suministros y muy ligada, en sus precios, a los del petróleo.

Por otro lado, también destaca el notable parecido entre la estructura del consumo de energía primaria en España y la agregada del conjunto de países de la Unión Europea (gráfico 5.8.), salvo en el reparto de los hidrocarburos, con un menor peso del gas y una mayor participación del petróleo y sus derivados.

gráfico 5.8

ESTRUCTURA DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA EN EUROPA, 2000



Fuente: Elaborado con datos AIE.

e) Transformación de energías. Autoconsumos y pérdidas.

Los autoconsumos y pérdidas de transformación y distribución proporcionan información sobre la eficiencia del sector energético de un país, que es resultado tanto de su estructura productiva y de consumo energético como de la tecnología que se utilice en los procesos de transformación y distribución.

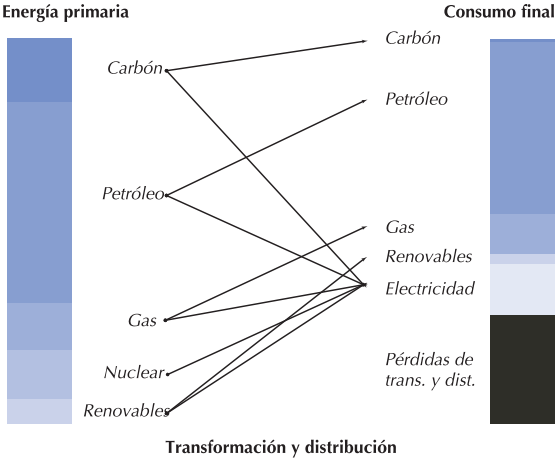
Tradicionalmente, se emplean como medida los *usos del sector energético*, que recogen los usos propios y las pérdidas de distribución. En España éstos fueron en 2000 de 8,1 Mtep, lo que supone un 6,5 por 100 de las necesidades de energía, cifra algo superior a la media de la Unión Europea, que en el proceso de transformación y distribución experimenta una merma media de un 6 por 100 de las necesidades de energía. Estos datos indican que el proceso

de transformación en España continúa siendo menos eficiente que en la media europea, a pesar de la tendencia hacia un acercamiento a sus niveles.

Sin embargo, la utilización de este método no recoge las pérdidas en los procesos de transformación, que son de una cuantía muy importante. En este sentido, parece más adecuado emplear la diferencia entre el total de la energía primaria disponible (*consumo de energía primaria* + transferencias + diferencias estadísticas) y la energía que llega al consumo final (*consumo de energía final*) como medida de la eficiencia conjunta del sector energético de un país (gráfico 5.9).

gráfico 5.9

ENERGÍA PRIMARIA Y CONSUMO FINAL EN ESPAÑA, 2000



Fuente: Elaborado con datos AIE.

Utilizando esta metodología, la diferencia entre la energía primaria y la que finalmente ha llegado al consumo en España —valoradas ambas en tep— ha sido de un 28,8 por 100, frente al 28,5 por 100 del conjunto de la Unión Europea. Atendiendo a este criterio, la eficiencia del sector energético español sería muy similar a la media europea.

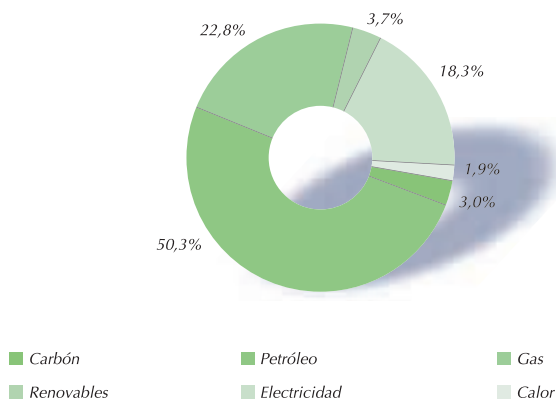
5.2. Balance de energía final.

a) Consumo de energía final.

Los mercados finales de energía en España consumieron en 2000 un total de 86,1 Mtep, lo que supone, aproximadamente, el 8,2 por 100 del consumo energético final de la Unión Europea.

En este consumo final de energía, ya se vio en los gráficos 4.1. y 4.2. correspondientes a España, ocupan un papel de mayor protagonismo, si cabe, que en el consumo primario, los productos derivados del *petróleo*, que suponían, en ese año, el 61 por 100 del consumo energético final en España, y cuyo destino principal es el sector del transporte, que absorbe el 63 por 100 de los usos finales de esta energía, y dentro del cual el transporte por carretera supone el 80 por 100 de los consumos. Los derivados del petróleo representan once puntos porcentuales más, en términos relativos, dentro del balance energético español, en relación con el europeo (gráfico 5.10.).

ESTRUCTURA DEL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA EN EUROPA, 2000



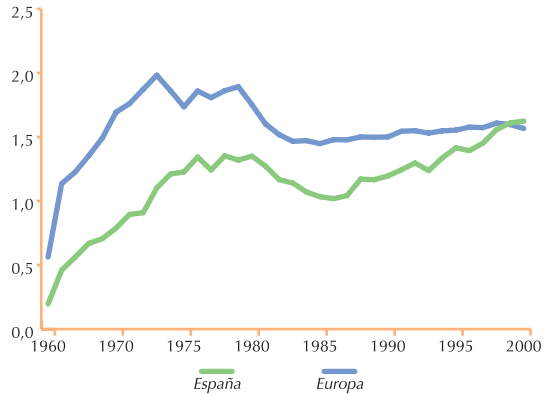
Fuente: Elaborado con datos AIE.

Así, España, con menor consumo energético per cápita que la media de la Unión Europea, presenta, sin embargo, un mayor consumo de petróleo por habitante (gráfico 5.11.), tras un período de pronunciado aumento que comenzó a mediados del decenio de 1980. Paralelamente, el consumo de petróleo por unidad de PIB (gráfico 5.12.), muy superior en España, ha ido incrementando a lo largo del decenio de 1990 el diferencial con respecto al conjunto de la Unión Europea. Todo ello es el reflejo del gran peso de los productos derivados del petróleo en el consumo de energía final en España.

Le sigue en importancia el consumo de *energía eléctrica*, fuente de energía secundaria generada a partir de otras fuentes primarias, y que suponía, en el año 2000, el 19 por 100 de energía final consumida, cifra muy similar a la del conjunto de la Unión Europea (18 por 100).

gráfico 5.11

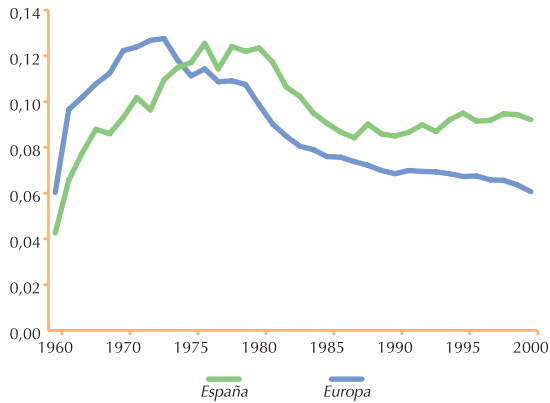
CONSUMO FINAL DE PETRÓLEO POR HABITANTE, ESPAÑA Y EUROPA, 1960-2000
(tep per cápita)



Fuente: Elaborado con datos AIE.

gráfico 5.12

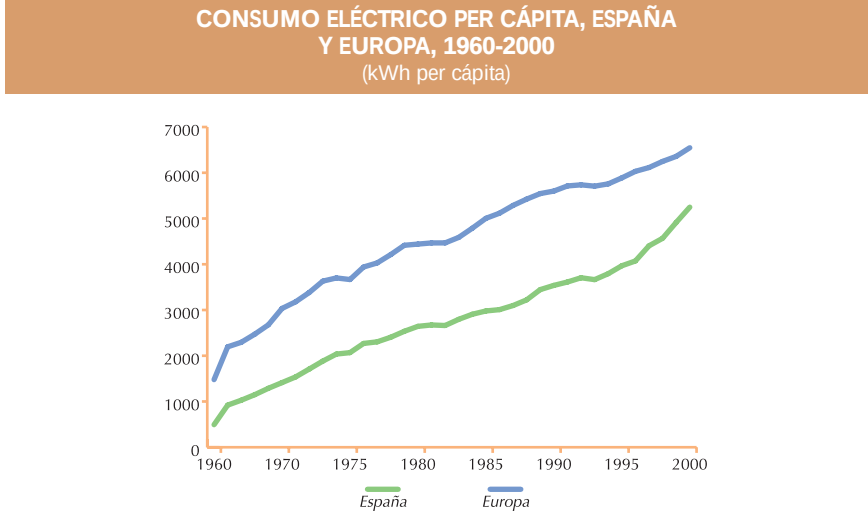
CONSUMO FINAL DE PETRÓLEO POR UNIDAD DE PIB, ESPAÑA Y EUROPA, 1960-2000
(tep/\$USA95)



Fuente: Elaborado con datos AIE.

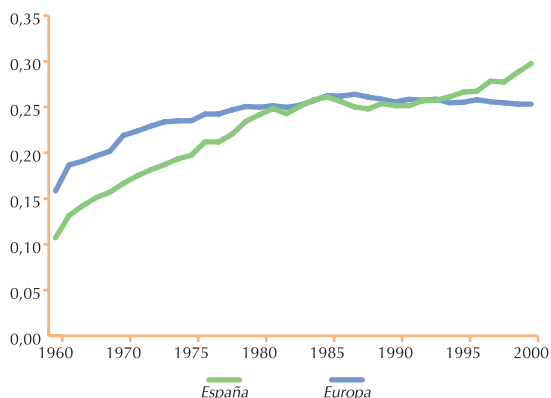
El consumo eléctrico per cápita (gráfico 5.13.), *ratio* muy relacionado con los niveles de renta, continúa siendo sensiblemente inferior al de la media de la Unión Europea, aunque se acerca cada vez más a él. Sin embargo, el consumo eléctrico en relación con el PIB (gráfico 5.14.), más estrechamente relacionado con la intensidad energética del sistema productivo, se ha incrementado notablemente durante la segunda mitad de la década de 1990, superándose ya ampliamente la media de la Unión.

gráfico 5.13



Fuente: Elaborado con datos AIE.

**CONSUMO ELÉCTRICO POR UNIDAD DE PIB,
ESPAÑA Y EUROPA, 1960-2000**
(kWh/\$USA95)



Fuente: Elaborado con datos AIE.

El 45 por 100 del consumo eléctrico es absorbido por el sector industrial, destacando la siderurgia y la industria petroquímica, con un 8 y un 7 por 100 del total, respectivamente, como las ramas más consumidoras de electricidad. Le siguen en importancia el consumo para servicios públicos y el residencial.

El consumo de gas representaba en 2000 un 15 por 100 del consumo final de energía en España, frente al 23 por 100 en el conjunto de la Unión Europea. Sin embargo, y al igual que en el consumo primario, es en el gas natural donde están cifradas las mayores perspectivas de incremento del consumo final en el horizonte de esta década.

La mayor parte del consumo final de gas se emplea en el sector industrial, un 78 por 100, destacando las industrias de minerales no metálicos y la petroquímica, con un 23 y un 19 por 100 del consumo, respectivamente. El consumo residencial representa en España tan sólo un 16 por 100, muy por

debajo del 41 por 100 registrado en el conjunto de la Unión Europea. Es precisamente en este sector en el que parece razonable esperar mayores aumentos en los próximos años.

Las *energías renovables* representan el 4 por 100 del consumo final de energía, cifra similar a la del conjunto de la Unión Europea. El consumo final de estas energías se concentra en un 63 por 100 en los usos residenciales.

El consumo final de *carbón*, de cada vez menor importancia en el balance energético, representa en España menos del 2 por 100, y se concentra de forma casi exclusiva en usos industriales (95 por 100), destacando la siderurgia y algunas industrias de minerales no metálicos como las mayores consumidoras finales de esta fuente de energía.

b) Distribución sectorial del consumo final de energía.

En el balance español de energía final por sectores (cuadro 5.1.), destaca el del transporte, que absorbe el 39,5 por 100 del consumo energético, frente al 31 por 100 del conjunto de la Unión Europea, y dentro del cual ocupan un papel protagonista los transportes por carretera, que suponen, *grosso modo*, el 80 por 100 del consumo en transporte, consistente, en su casi totalidad, en productos derivados del petróleo. Le sigue en importancia el sector industrial, con un 35,5 por 100 del consumo energético, algo superior al registrado por el conjunto de la Unión Europea (32 por 100). El mayor consumo industrial, en proporciones sensiblemente similares a las europeas, se concentra en tres actividades: la producción petroquímica, los minerales no metálicos y el hierro y el acero.

cuadro 5.1

**DISTRIBUCIÓN SECTORIAL DEL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA,
COMUNIDAD DE MADRID, ESPAÑA Y EUROPA, 2000**
(en porcentajes sobre el consumo final)

	MADRID	ESPAÑA	EUROPA
Sectores	2000	2000	2000
SECTOR INDUSTRIAL	10,80 ^(a)	35,51	31,77
Hierro y acero	1,00	3,96	3,57
Química y petroquímica	0,64	10,88	10,95
Metales no ferrosos	0,14	1,38	1,00
Minerales no metálicos	3,32	7,36	3,46
Equipo de transporte	0,65	1,09	0,69
Maquinaria	0,67	1,21	1,71
Minería	0,18	0,41	0,27
Alimentación, bebidas y tabaco	0,94	2,71	2,46
Papel y artes gráficas	1,09	1,94	3,13
Madera, muebles y corcho	0,03	0,31	0,44
Construcción	0,19	0,31	0,46
Textil, cuero y calzado	0,20	1,41	0,83
Otros	0,46	2,54	2,80
SECTOR DEL TRANSPORTE	51,02	39,46	31,05
OTROS SECTORES	38,17	25,03	37,18
Agricultura	1,67	2,93	2,19
Comercio, hostelería y servicios públicos	8,83	7,86	9,41
Residencial	26,65	14,22	23,74
Otros	1,03	0,02	1,84
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	100,0	100,0	100,0
Pro memoria: consumo final de energía (miles de tep)	9.110	85.090	1.022.280

Nota: (a) Incluye el consumo no sectorializado de fuel-oil.

Fuentes: Madrid, 2000: cuadro 4.5. España y Europa, 2000: Elaborado con los datos de AIE.

El sector residencial representaba en España, en 2000, el 14 por 100 del consumo de energía final, cifra sensiblemente inferior a la registrada en el conjunto de la Unión Europea, un 24 por 100. La energía más utilizada son los derivados del petróleo, que suponen el 34 por 100, proporción muy superior a la registrada por el conjunto de la Unión (23,5 por 100), en donde la energía más empleada en el sector residencial es el gas, que supone un 41 por 100, frente al escaso 17 por 100 que representa esta energía en el sector residencial español. La electricidad suministra el 31 y el 22,5 por 100 del consumo energético residencial en España y en Unión Europea.

El mayor peso en el consumo español de las actividades productivas frente al consumo residencial podría explicarse, al menos en parte, por los menores niveles de renta y las características climatológicas. La utilización de tecnologías menos avanzadas y de mayor intensidad energética en la industria y el mayor peso del transporte por carretera contribuyen también a esta característica del balance energético español.

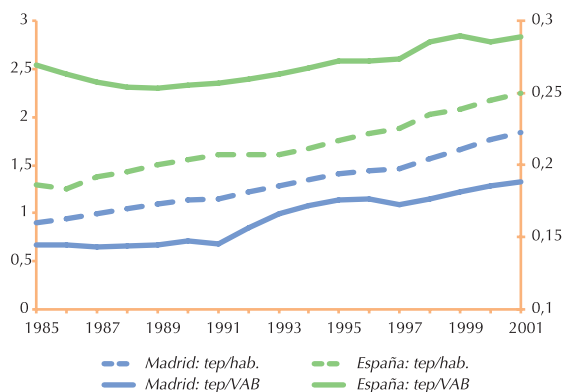
Pues bien, frente a estas proporciones, la Comunidad de Madrid contrasta, tanto con España como con la media europea, en la menor participación relativa de las actividades industriales, en todas sus ramas, dentro del consumo final de energía, así como en la destacada importancia del sector del transporte y, sobre todo en términos nacionales, de los usos residenciales, como corresponde, ya se ha dicho, a un espacio de notable concentración demográfica y de renta.

A la vista de las características del sector energético español —y de su contraste con las europeas— debe examinarse en este punto cuál ha sido la evolución global del sector energético madrileño en estos últimos años y, en particular, si los *ratios* de intensidad energética —que miden el empleo de energía por unidad de producto— y de consumo de energía final *per cápita* han variado en un sentido de mayor ahorro y aprovechamiento. Por un lado, Madrid viene a representar, de un modo muy estable a lo largo de los últimos años, en torno de un 10 por 100 del consumo energético español. Si bien, por

otro lado, la acusada terciarización de la estructura productiva madrileña y la escasa presencia en ella de las ramas fabriles más consumidoras de energía hacen que el consumo energético de la región, tanto por habitante como, sobre todo, por unidad de producto, sea inferior al promedio nacional: 1,8 frente a 2,2 tep *per cápita*, en el primer caso, y 0,19 frente a 0,29 tep por mil euros de valor añadido bruto, en el segundo. Con todo, la evolución de ambos cocientes desde mediados del decenio de 1980 (gráfico 5.15.) revela una tendencia al aumento muy acusada, en la misma línea de los promedios nacionales, y que contrasta, como éstos, con las tendencias internacionales y, en concreto, europeas, de mayor contención del consumo.

CONSUMO DE ENERGÍA FINAL POR UNIDAD DE PIB Y POR HABITANTE, MADRID Y ESPAÑA, 1985-2001

(en tep por habitante, eje izquierdo, y en tep por miles de euros constantes de 1985, eje derecho)



Fuentes: Para los datos de consumo energético de Madrid, R. García-Pablos (dir.), *El sector energético en la Comunidad de Madrid*, Consejería de Ordenación del Territorio, Medio Ambiente y Vivienda, Comunidad de Madrid, Estudios e Informes, núm. 4, Madrid, 1986; SERMASA, *Estudio energético de la Comunidad de Madrid*, Madrid, 1997; *Economía y energía en la Comunidad de Madrid*, Club Español de la Energía y Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid, Madrid, 2000; las cifras de 2000 y 2001 son las estimaciones propias del presente estudio, cuadros 4.5 y 4.6. Para los datos de consumo energético español, *La energía en España 2001*, Ministerio de Economía, Madrid, 2002. Los datos de VAB a coste de factores a precios constantes de 1985, tanto para Madrid como para España, están sacados de la serie histórica del BBVA, enlazada, para España, con los de su *Informe anual 2001* y, para Madrid, con los de la *Contabilidad Regional de España*. Los datos de población se han tomado del último *Anuario estadístico* del INE.

6

Los mercados de hidrocarburos: petróleo y gas natural



6.- LOS MERCADOS DE HIDROCARBUROS: PETRÓLEO Y GAS NATURAL.

6.1. Características del consumo de productos petrolíferos en Madrid.

Carente Madrid de centrales térmicas consumidoras de carbón, sin apenas consumo de hulla, una vez que la industria cementera ha sustituido el coque de hulla por el de petróleo, y con un consumo de antracita para calefacción en acelerado retroceso, sobre todo a partir de los primeros años del decenio de 1990, por los programas municipales de sustitución de las calderas de carbón por otras de combustibles menos contaminantes —entre ellos, el gas y los gasóleos—, son los hidrocarburos, petróleo y gas natural, los que concentran el consumo de combustibles fósiles en la Comunidad de Madrid.

Los derivados del petróleo representan, según se señaló en el epígrafe cuarto, cerca de los dos tercios del consumo final de energía en Madrid, porcentaje que en sus cuatro quintas partes corresponde a los sectores de transporte, muy en particular por carretera. No es preciso, pues, subrayar la importancia que tienen las gasolinas y gasóleos —más el queroseno, si incluimos el transporte aéreo— dentro de la estructura energética madrileña, y la dependencia, por tanto, que ésta mantiene respecto del suministro exterior de aquellos *inputs*. Con los datos de 2001, Madrid supone algo más del 13 por 100 del consumo nacional de gasolinas de todo tipo y casi el 10 por 100 del de los gasóleos A, B y C, en particular de éste último, destinado a la calefacción; y, por las razones ya apuntadas, más de un 40 por 100 del consumo nacional de queroseno. En total, los productos petrolíferos consumidos en Madrid representan en torno del 12 por 100 nacional (cuadros 6.1. y 6.2.). Consumo que no sólo procede de una materia prima importada de otros países, sino que, además, al no contar la Comunidad de Madrid con instalaciones de refino de petróleo —por razones justificadas de alejamiento de los núcleos receptores del crudo—, los productos derivados deben ser distribuidos por distintos medios de transporte, incluido el oleoducto, desde

las refinerías instaladas en otras regiones. Desde el punto de vista de la comercialización, en la Comunidad de Madrid se ubica el 5 por ciento de las estaciones de servicio españolas, un porcentaje quizá algo reducido, pero que se corresponde con la concentración geográfica del consumo.

cuadro 6.1

CONSUMO DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS, 2000 (en tep)			
TIPOS DE PRODUCTOS	MADRID	ESPAÑA	MADRID/ESPAÑA (%)
GASOLINA 97	363.787	3.325.653	10,9
GASOLINA 95	724.772	5.004.289	14,5
GASOLINA 98	83.970	793.507	10,6
TOTAL GASOLINAS	1.172.530	9.123.449	12,9
GASÓLEO A	1.571.888	17.436.448	9,0
GASÓLEO B	148.771	4.534.495	3,3
GASÓLEO C	653.977	3.423.311	19,1
TOTAL GASÓLEOS	2.374.636	25.394.255	9,4
FUELÓLEO BIA	4.966	2.708.332	0,2
FUELÓLEO 1	76.197	2.712.542	2,8
FUELÓLEO 2	35.333	874.560	4,0
TOTAL FUELÓLEOS	116.496	6.295.434	1,9
QUEROSENO	1.814.000	4.528.913	40,1
COQUE DE PETRÓLEO	166.567	3.116.880	5,3
TOTAL	5.644.228	48.459.760	11,6

Fuentes: Elaborado con los datos del *Boletín estadístico de hidrocarburos, Resumen año 2000*, Ministerio de Economía y Cores; Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos, *Memoria 2000*; y *Estadísticas del consumo de productos petrolíferos en España. Resumen mensual por provincia, año 2000*, Cores.

cuadro 6.2

CONSUMO DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS, 2001 (en tep)			
TIPOS DE PRODUCTOS	MADRID	ESPAÑA	MADRID/ESPAÑA (%)
GASOLINA 97	256.175	2.403.030	10,7
GASOLINA 95	857.937	5.847.849	14,7
GASOLINA 98	87.013	822.704	10,6
TOTAL GASOLINAS	1.201.126	9.073.583	13,2
GASÓLEO A	1.807.612	18.800.968	9,6
GASÓLEO B	181.957	4.858.147	3,7
GASÓLEO C	613.233	3.321.313	18,5
TOTAL GASÓLEOS	2.602.802	26.980.428	9,6
FUELÓLEO BIA	2.783	2.900.042	0,1
FUELÓLEO 1	93.391	2.514.313	3,7
FUELÓLEO 2	8.543	919.117	0,9
TOTAL FUELÓLEOS	104.707	6.333.472	1,7
QUEROSENO	1.817.587	4.232.003	42,9
COQUE DE PETRÓLEO	184.431	3.325.920	5,5
TOTAL	5.910.653	49.945.406	11,8

Fuentes: Elaborado con los datos del *Boletín estadístico de hidrocarburos, Resumen año 2001*, Ministerio de Economía y Cores; Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos, *Memoria 2001*; y *Estadísticas del consumo de productos petrolíferos en España. Resumen mensual por provincia, año 2001*, Cores.

La escasa utilización en Madrid de algunos derivados del petróleo —fuelóleos, coque de petróleo y, lógicamente, el gasóleo B— responde a las características de su muy terciarizada estructura económica. Ello, pese al forzado contrapeso del consumo de querosenos atribuido a la Comunidad, mantiene la intensidad per cápita global del consumo de este tipo de productos en unas proporciones muy similares, incluso algo inferiores, a las del promedio nacional. En cambio, los consumos por madrileño de las gasolinas y,

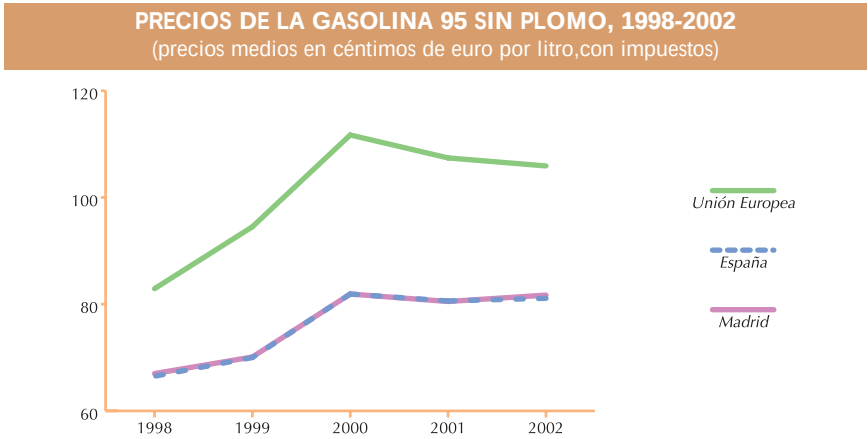
en particular, del gasóleo de calefacción, sí rebasan los *ratios* nacionales. No es preciso, pues, insistir en la importancia estratégica que tiene para Madrid, por un lado, la garantía de suministro de estos derivados del petróleo y, por otro, la evolución de sus precios, que es objeto de atención en el siguiente apartado.

6.2. Los precios de los derivados del petróleo.

La política de liberalización del sector petrolífero español en sus distintos escalones, del refinado y el transporte a la comercialización, culminó, después de casi dos décadas de reformas —y del desmantelamiento del viejo Monopolio de Petróleos, exigido por la integración en Europa, seguido de la sustitución de su compañía arrendataria, Campsa, por la Compañía Logística de Hidrocarburos, encargada de la operación de las redes de transporte—, en la Ley 34/1998 del sector de hidrocarburos. La liberalización del mercado ha permitido la entrada de nuevos operadores y ha significado, sobre todo, que los precios de los combustibles líquidos hayan dejado de estar sujetos, en su fijación, a las decisiones discrecionales del gobierno.

A lo largo del decenio de 1990, la relativa contención del precio real de los distintos productos petrolíferos estuvo auxiliada por la favorable evolución de los precios del crudo en los mercados internacionales. Sin embargo, desde 2000, el repunte de los precios se ha convertido en un motivo de preocupación, dada su incidencia sobre la inflación. Muy particularmente, cabría decir, en el caso de la Comunidad de Madrid, tan orientada hacia el consumo de hidrocarburos en el transporte por carretera. Al observar la evolución seguida por los precios de los principales combustibles de automoción —gasóleo A y gasolinas súper y sin plomo— comercializados en Madrid a partir de la Ley de hidrocarburos, puede apreciarse, como cabía esperar, que han seguido tendencias muy parecidas a las de los precios medios nacionales, y éstos, a su vez, a las de los precios medios europeos, dentro de unos niveles más bajos, justificados por una menor fiscalidad (gráficos 6.1., 6.2. y 6.3.).

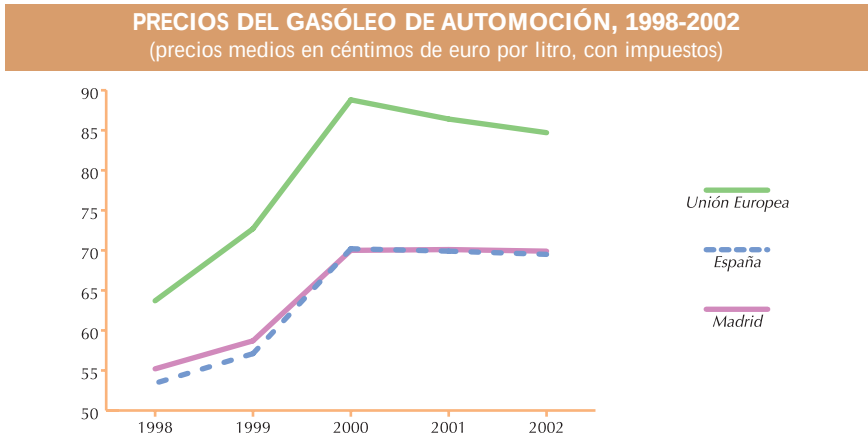
gráfico 6.1



Nota: La cifra de 1998 correspondiente a la Unión Europea se refiere al promedio UE-15, sin ponderar. Desde 1999, es el promedio UE-14, excluida España, y ponderados los países.

Fuente: Ministerio de Economía, *Precios de carburantes y combustibles*.

gráfico 6.2

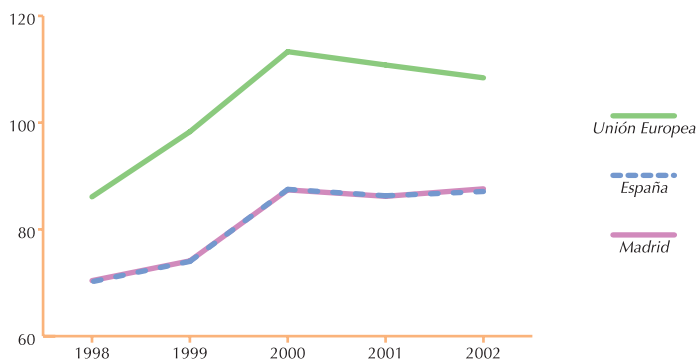


Nota: La cifra de 1998 correspondiente a la Unión Europea se refiere al promedio UE-15, sin ponderar. Desde 1999, es el promedio UE-14, excluida España, y ponderados los países.

Fuente: Ministerio de Economía, *Precios de carburantes y combustibles*.

PRECIOS DE LA GASOLINA SÚPER, 1998-2002

(precios medios en céntimos de euro por litro, con impuestos)



Nota: La cifra de 1998 correspondiente a la Unión Europea se refiere al promedio UE-15, sin ponderar. Dede 1999, es el promedio UE-14, excluida España, y ponderados los países.

Fuente: Ministerio de Economía, *Precios de carburantes y combustibles*.

No obstante, conviene hacer alguna precisión acerca de la evolución más reciente de estos precios medios. Al concluir 2001, los precios de venta aplicados en las estaciones de servicio de la Comunidad de Madrid, tanto de las gasolinas sin plomo y súper como del gasóleo de automoción, eran prácticamente idénticos a los del promedio nacional (cuadro 6.3.); incluso, parecía haberse sellado la diferencia que, sin aparente justificación, había venido manteniendo Madrid con el resto de España en el precio de venta del gasóleo de automoción, y que le llevó a encabezar durante varios años el *ranking* provincial de estos precios medios. Pues bien, los datos proporcionados por el Ministerio de Economía acerca de los precios de carburantes y combustibles por Comunidades Autónomas expresan, justo un año después, que se ha producido una significativa divergencia entre los precios en Madrid y los del conjunto de España, de más de un céntimo por litro en las gasolinas (1,4 céntimos en la de 95 sin plomo, y 1,3 céntimos en la súper), y de casi un céntimo en el gasóleo de automoción.

cuadro 6.3

PRECIOS DE LOS CARBURANTES, MADRID Y ESPAÑA, 2001-2002
(precios medios con impuestos, en céntimos de euro por litro)

CARBURANTES	ESPAÑA		MADRID	
	DICIEMBRE 2001	DICIEMBRE 2002	DICIEMBRE 2001	DICIEMBRE 2002
GASOLINA 95 SIN PLOMO	73,2	80,4	73,4	81,8
GASOLINA SÚPER	78,5	87,1	78,6	88,4
GASÓLEO DE AUTOMOCIÓN	65,2	69,8	65,5	70,7

Fuente: Ministerio de Economía, *Precios de carburantes y combustibles*, enero de 2003.

De modo que la Comunidad de Madrid se sitúa actualmente al frente del *ranking* de precios medios *con impuestos* en estos tres combustibles, y con cierta diferencia respecto de las siguientes Comunidades Autónomas. Para comprender este hecho —o, cuando menos, una parte de él—, conviene recordar que las estaciones de servicio que operan en la Comunidad de Madrid han comenzado a aplicar en 2002 una tarifa de un céntimo de euro por litro en las gasolinas y el gasóleo de automoción para subvenir a la financiación de la sanidad pública en la región, recargo que será de 1,7 céntimos por litro en 2003 y de 2,4 céntimos por litro en 2004. El aumento de los precios en 2002 no atribuible a las tendencias nacionales está, por tanto, algo por encima del «céntimo sanitario», al menos en el caso de las gasolinas, y, de hecho, Madrid, que venía ocupando posiciones intermedias entre las regiones españolas al contabilizarse los precios medios de ambas gasolinas *sin impuestos*, está hoy entre las primeras del *ranking*.

6.3. Evolución y características del consumo de gas en Madrid.

Si el petróleo y sus derivados constituyen *inputs* de arraigada presencia en la estructura energética madrileña, el gas natural es de mucha más reciente implantación, lo que no significa que el gas, en su forma manufacturada —«gas ciudad»—, fuera hasta entonces desconocido para los consumidores de la región. De hecho, el gas de hulla se comenzó a fabricar en Madrid en 1832, en una instalación ubicada en un solar de la Carrera de San Jerónimo, con fines, básicamente, de alumbrado urbano¹. Pero quizá el hito fundamental fuera la constitución de Gas Madrid, S.A., en 1921, con sus instalaciones en la Ronda de Toledo, encargada —en virtud del contrato suscrito con el Ayuntamiento de la capital— de la producción y distribución de gas manufacturado a partir de naftas, con destino a usos industriales y de alumbrado público y privado. El incremento de la demanda de este tipo de gas requirió la construcción de una factoría en Manoteras, próxima al acceso por ferrocarril de las naftas, y hoy ya desmantelada. Gas Madrid fue absorbido en 1991 por Catalana de Gas, luego Gas Natural.

Y ha sido, precisamente, a partir del último decenio cuando el gas natural ha desplazado al «gas ciudad» —en 1995 se completó la transformación de la red—, ganando, además, gracias a sus ventajosas características, una creciente cuota de mercado dentro del balance energético nacional, y también de Madrid. Para ello fue necesario, en la segunda mitad del decenio de 1990, activar las obras de cierre de la red de gas natural a alta presión en la zona noroeste de la Comunidad de Madrid, con el fin de asegurar el suministro a la práctica totalidad de los municipios de la región, de Algete, por el norte, y Villalba, por el noroeste, a Aranjuez, por el sur, incluyendo todos los grandes municipios de Madrid-sur; y completándose el mapa con la gasificación del sudeste, hasta Arganda y Chinchón, y del *corredor del Henares*.

¹La trayectoria histórica de la industria del gas en Madrid puede seguirse en A. Sánchez Trasancos, *Historia de la industria en Madrid*, Madrid, 1972, apéndice VI.

El gas natural, en efecto, presenta notables ventajas respecto de otras fuentes en cuanto a su limpieza y versatilidad, ya se ha dicho, así como a través del uso en la cogeneración eléctrica, revelándose en estos últimos años como la energía de mayores posibilidades de futuro, no sólo en Madrid, sino también dentro del conjunto nacional, merced, primero, al Plan gasista de 1988 y, sobre todo, al impulso posterior recibido en las directrices del PEN 91 y refrendado en las nuevas líneas de planificación energética. Una preferencia que se concretó en cuantiosas inversiones en infraestructuras, entre las que destaca la construcción del gasoducto del Magreb-Europa, operativo desde 1996, y que aporta actualmente en torno del 30 por 100 de las importaciones españolas de gas natural; gasoducto que enlaza con el que, siguiendo el eje norte-sur, atraviesa la Comunidad de Madrid —el llamado «eje central», País Vasco-Huelva—, vinculándola también con los suministros procedentes del resto de Europa. No puede extrañar, pues, que el desarrollo de este sector constituya una prioridad clara dentro de las inversiones públicas en infraestructuras energéticas, en Madrid y en España: inversiones previstas en función de unas expectativas de expansión de este combustible que se cifran, para el conjunto nacional, en alcanzar el 22,5 por 100 del consumo final en 2011, confiando, sobre todo, en la puesta en marcha de un amplio parque de nuevas centrales de ciclo combinado. Con todo, no debe obviarse un aspecto de gran trascendencia: la abrumadora dependencia que mantiene España de las importaciones de gas natural, por encima del 97 por 100, con datos de 2001, y la extrema vulnerabilidad añadida que supone el que el 55 por 100 de esas compras al exterior procedan de un único país, Argelia.

Desde el punto de vista de la demanda, Madrid representa actualmente, también con las cifras de 2001, el 9 por 100 de los suministros a consumidores directos de gas natural en España, siendo la tercera Comunidad Autónoma por este concepto, tras Cataluña y Andalucía (cuadro 6.4.). Una parte principal de ese mercado corresponde a los usuarios domésticos —de hecho, Madrid es la segunda Comunidad Autónoma, tras Cataluña, por número de clientes de gas natural, concentrando el 28 por 100 del total nacional—, hasta ahora sin capacidad de optar por el mercado «elegible» o liberalizado: Madrid tenía, en

2001, la más pequeña proporción entre las Comunidades Autónomas españolas —poco más del 20 por 100— de mercado «elegible», es decir, con capacidad de elección, formado por aquellos clientes con un consumo anual superior, en aquella fecha, a 3 millones de m³, independientemente de si ejercían su condición de «cualificados» o permanecían «a tarifa». Esto explica en gran parte el bajo porcentaje (12 por 100) de gas consumido a través del mercado liberalizado en 2001 en Madrid, sólo por delante de Extremadura entre las regiones españolas (el dato del País Vasco no es significativo a estos efectos, al referirse a 2000). A la altura de ese año, y aunque la tendencia fue de creciente aumento, únicamente el 60 por 100 del mercado liberalizado ejerció el derecho de consumidor «cualificado». Pues bien, a partir del 1 de enero de 2003 la libertad de elección de suministrador es plena, y en Madrid, por estas mismas razones, los efectos potenciales de la liberalización sobre el mercado —y, eventualmente, sobre los precios— debieran ser, lógicamente, más intensos, una vez que se incorpore su cuantioso contingente de usuarios domésticos y comerciales al mercado liberalizado.

cuadro 6.4

VENTAS Y NÚMERO DE CLIENTES DE GAS NATURAL, 2001				
COMUNIDADES AUTÓNOMAS	NÚM. CLIENTES	VENTAS TOTALES (GWh)	EN MERCADO LIBERALIZADO (%)	EN MERCADO REGULADO (%)
ANDALUCÍA	185.279	24.822,7	32,9	67,1
ARAGÓN	124.858	10.726,5	61,9	38,1
ASTURIAS	136.856	4.812,8	46,8	53,2
CANTABRIA	80.180	5.672,5	56,8	43,2
CASTILLA-LA MANCHA	66.371	12.219,3	19,7	80,3
CASTILLA Y LEÓN	213.304	14.226,2	32,9	67,1
CATALUÑA	1.621.077	53.449,5	31,2	68,8
C. VALENCIANA	290.095	36.511,1	75,0	25,0
EXTREMADURA	15.789	901,0	5,4	94,6
GALICIA	78.046	3.324,3	31,7	68,3
MADRID	1.242.439	19.642,1	12,0	87,8
MURCIA	39.670	3.108,0	60,1	39,9
NAVARRA	66.330	5.189,2	49,0	51,0
PAÍS VASCO ^(a)	299.641	17.688,0	8,2	91,8
LA RIOJA	36.660	1507,5	36,5	63,5
TOTAL	4.496.325	213.800,7	38,0	62,0

Nota: (a) Los datos del País Vasco corresponden a 2000.

Fuente: Elaborado con datos de *Información básica de los sectores de la energía 2001*, Comisión Nacional de Energía.

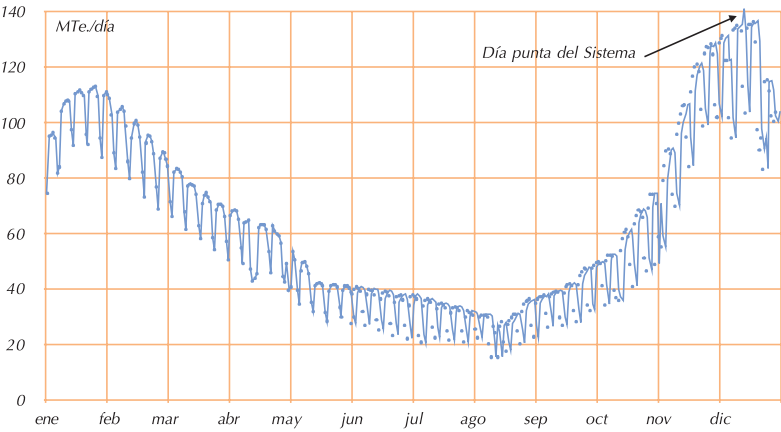
Además de los usos residenciales, en los que el gas natural supone, ya se ha dicho, una parte predominante del consumo final, y aunque Madrid no cuente con la densidad de establecimientos fabriles de gran consumo gasista de otras regiones españolas, debe subrayarse el empleo cada vez más extendido de esta fuente primaria en la industria madrileña, merced a la sustitución del fuel y el gasóleo (véase de nuevo en el cuadro 4.5.); y ello sin considerar,

como se señala en el siguiente epígrafe, que una parte creciente del consumo eléctrico de Madrid tiene como origen la cogeneración, en la que se utiliza como combustible primario el gas natural, con el fin de obtener calor y electricidad. El rendimiento energético —porcentaje de la energía primaria transformada en energía útil, ya sea térmica o eléctrica— de estas instalaciones alimentadas de gas natural se sitúa en el 80-90 por 100, frente al 40 por 100, en condiciones óptimas, de las centrales térmicas convencionales; y, además de esta mayor eficiencia energética, las centrales de cogeneración favorecen el ahorro energético, al situarse anexas al proceso industrial que constituye su centro principal de consumo, lo que genera menores pérdidas. De ahí que la cogeneración eléctrica a partir del gas natural haya centrado desde mediados del decenio de 1990 la actividad inversora en nueva capacidad de generación en España, y también en Madrid, favorecida por el marco regulatorio al que se acogen estas actividades, dentro del Régimen especial de producción eléctrica.

En todo caso, el patrón de comportamiento de la demanda de gas natural, desde el punto de vista de su estacionalidad, presenta en Madrid unos rasgos muy característicos dentro del conjunto español, en correspondencia con el tipo de consumidores predominantes, los doméstico-comerciales, con una mucho menor presencia de consumo industrial. La importancia del consumo doméstico y comercial condiciona la fuerte modulación de su patrón de demanda, con un marcado contraste entre las demandas invernales y estivales y en el que, históricamente, ha coincidido el día punta del sistema con el de máxima demanda en cada una de las redes que atienden al mercado (gráfico 6.4.). La estacionalidad del consumo de gas natural en Madrid contrasta con la de otras zonas en las que éste es de tipo mixto, como Barcelona, y más aún con otras, como el País Vasco, en que el consumo industrial es predominante y el patrón de comportamiento de la demanda mucho más *plano* a lo largo del año. En todo caso, la entrada en servicio en la Comunidad de Madrid, en estos próximos años, de centrales generadoras de ciclo combinado, modificaría, lógicamente, esa aguda estacionalidad de Madrid.

gráfico 6.4

PATRÓN DE COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO DE GAS NATURAL EN MADRID



*Fuente: Planificación de los sectores de electricidad y gas.
Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011.*

7

Madrid en el mapa eléctrico español



7.- MADRID EN EL MAPA ELÉCTRICO ESPAÑOL.

7.1. *Introducción histórica*¹.

El primer ensayo de alumbrado público mediante energía eléctrica en la Puerta del Sol se realizó en enero de 1878. Sin embargo, no es hasta 1889 cuando aparecen las primeras compañías eléctricas con medios materiales, técnicos y financieros suficientes para competir con el gas en el suministro de alumbrado. Se trataba de The Electricity Supply Company for Spain Limited y de la Compañía General Madrileña de Electricidad, ambas de capital extranjero. Y, a partir de 1893 se crean pequeñas sociedades eléctricas —Sociedad Eléctrica del Mediodía, del Pacífico, del Sur, de Chamberí, de Buenavista...— con un ámbito de actuación muy reducido.

Aunque el primer intento de introducir energía de origen hidráulico corresponde a la empresa The Anglo Spanish Electricity Limited, en 1899, fue con los albores del siglo XX cuando se crean dos importantes sociedades que prestan una atención particular al establecimiento de líneas de alta tensión capaces de realizar el suministro de fuerza motriz a la industria madrileña. Se trata de la Sociedad de Gasificación Industrial (1902) y la sociedad Hidráulica Santillana (1905).

Por otro lado, en 1907 se constituye la sociedad Hidroeléctrica Española, nacida de la asociación entre Hidroeléctrica Ibérica (sociedad del Banco de Vizcaya constituida en 1901) y Lucas de Urquijo, que consigue la entrada en el capital de la sociedad de un variado grupo de inversores madrileños. Esta sociedad nace con el objeto de explotar el salto del Molinar, en el río Júcar.

¹ Véase F. Cayón García, *Un análisis del sector eléctrico en Madrid a través de las empresas Hidroeléctrica Española, Electra Madrid y Unión Eléctrica Madrileña (1907-1936)*, Fundación Empresa Pública, Programa de Historia Económica, Documento de trabajo 9708, 1997; e, igualmente, A. M. Aubarell Jubany, «Estrategia empresarial y estrategia financiera de la Sociedad Hidroeléctrica Española», *Revista de Historia Industrial*, núm. 17, 2000.

Mención aparte merece la creación de la Cooperativa Eléctrica de Madrid, que surge como respuesta a los reiterados abusos que denunciaban los abonados de las compañías eléctricas, que en 1907 habían llegado a un acuerdo de reparto de mercado. Esta empresa firmó un concierto con el Ayuntamiento de Madrid, aprobado el 1 de abril de 1910, para la distribución de energía eléctrica, en el que se fijaba un precio para el alumbrado público de 60 céntimos por kWh (el precio en ese momento era de una peseta). El aprovisionamiento de electricidad fue concertado con la Compañía Electra, filial de Hidroeléctrica Española y propietaria del Salto del Molinar. Casi inmediatamente, el 4 de junio de 1910, se llegó a la fusión de ambas compañías con el nombre de Cooperativa Electra Madrid, que, posteriormente, pasaría a denominarse Compañía Electra, filial, ya se ha dicho, de Hidroeléctrica Española, y fusionada con el correr de los años —en 1991— con Iberduero² (compañía que había comenzado a distribuir electricidad en Madrid en 1954), formando la actual Iberdrola.

Es también en 1910 cuando la Sociedad Salto de Bolarque, constituida en 1904, firma un acuerdo con Hidroeléctrica Española, en virtud del cual quedaban asociadas, en igualdad de condiciones, las explotaciones eléctricas de las dos compañías, con el fin de realizar el suministro eléctrico en el término municipal de Madrid. Con todo ello, quedaban fijadas las bases de un duradero *monopolio compartido* en la distribución de energía eléctrica a Madrid.

Este monopolio compartido se consolida aún más en 1912, cuando la Sociedad Salto de Bolarque da paso, junto a la Compañía General Madrileña de Electricidad y la Sociedad de Gasificación Industrial, a la Unión Eléctrica

² Iberduero, S.A., surge en 1944 de la fusión de dos importantes empresas, Hidroeléctrica Ibérica y Sociedad Hispano-Portuguesa de Transportes Eléctricos-Saltos del Duero, ambas con capital vizcaíno, de los bancos Vizcaya y Bilbao, respectivamente. En este mismo año, Hidroeléctrica Ibérica había firmado un convenio con Hidroeléctrica Española y Unión Eléctrica Madrileña para el abastecimiento de energía eléctrica a Madrid. Es también entonces cuando se constituye Unesa, sociedad anónima creada por las diecisiete empresas más importantes del sector.

Madrileña. Esta última, que, con la incorporación de Eléctricas Leonesas —fusión de múltiples empresas eléctricas realizada en 1943—, pasa a denominarse, ya en 1970, Unión Eléctrica, se fusionó finalmente, en 1982, con Fenosa, dando lugar a la actual Unión Eléctrica Fenosa.

Las restantes empresas de distribución de electricidad en Madrid irán desapareciendo poco a poco como tales, siendo absorbidas por las dos grandes, Hidroeléctrica Española y Unión Eléctrica Madrileña, Iberdrola y Unión Fenosa en la actualidad. Además, como empresa productora, Hidroeléctrica Santillana, cuya permanencia se debe, seguramente, a que su fundador, el Marqués de Santillana, la creó no sólo con el objetivo de producir y suministrar electricidad, sino, además, con el de abastecer de agua a Madrid.

En 1930, Unión Eléctrica Madrileña e Hidroeléctrica Española, al igual que habían hecho con muchas otras, tomaron el control de la sociedad Hidroeléctrica Santillana. A mediados del decenio de 1960, el importante crecimiento de las necesidades de agua en Madrid —y el retraso en la construcción de los nuevos embalses proyectados a tal fin— motivaron la adquisición de Hidroeléctrica Santillana por parte del Canal de Isabel II, que, con esta operación, consiguió la unificación de la red de distribución de agua y concesiones de aprovechamiento en la Comunidad de Madrid³.

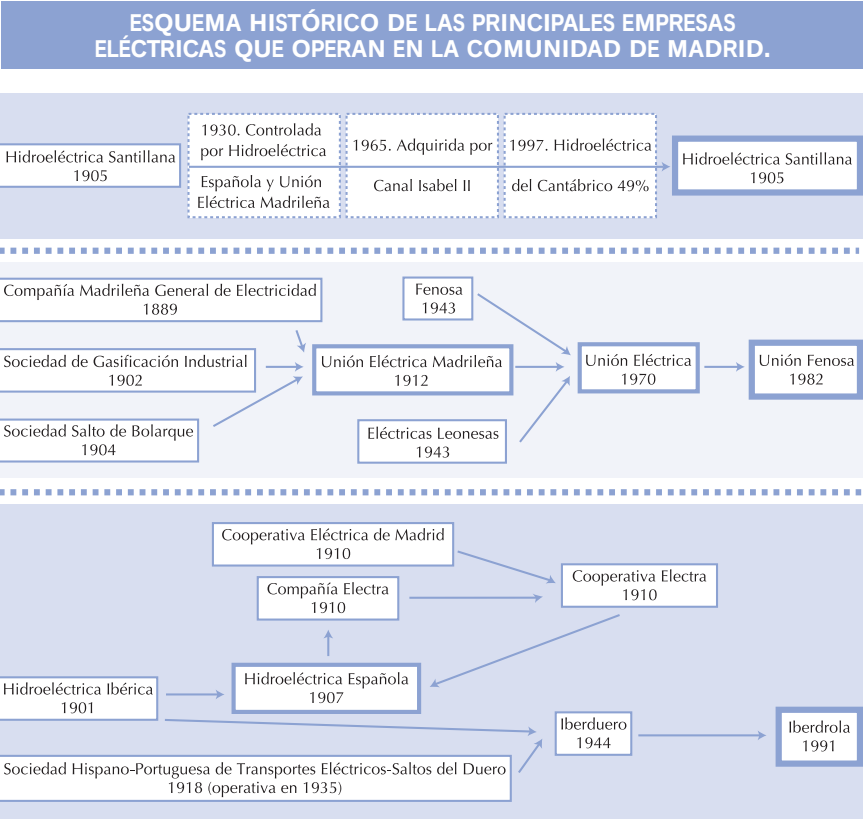
En la actualidad, aunque con una producción reducida, en torno a 100.000 MWh en 2000, Hidroeléctrica Santillana es la mayor productora de energía hidroeléctrica en Madrid, aunque no realice, al menos por el momento, actividad distribuidora. Otro hecho destacable es la compra, en 1997, por parte de Hidroeléctrica del Cantábrico, del 49 por 100 de Hidroeléctrica Santillana, y la firma, en 2002, de un acuerdo entre los dos actuales propietarios de esta última —Canal de Isabel II e Hidroeléctrica del

³ Formalmente, esta unificación se culminó entre los años 1989 y 1991, con sucesivas transmisiones de activos relacionados con la actividad de suministro de agua, por parte de Hidroeléctrica Santillana a favor del Canal de Isabel II.

Cantábrico— para la creación de un grupo energético que operará en la Comunidad de Madrid en las áreas de generación, distribución y comercialización de electricidad y gas.

A modo de resumen de toda esta concatenación de relaciones empresariales a lo largo del siglo XX, en el gráfico 7.1. se representan de un modo sintético el origen y la evolución de las tres empresas más importantes que operan actualmente en la Comunidad de Madrid.

gráfico 7.1



Fuente: Elaboración propia.

7.2. Estructura de la oferta.

Resumiendo lo ya expuesto, puede decirse, pues, que el arranque definitivo de la energía eléctrica en Madrid tiene lugar con los inicios mismos del siglo XX, conforme crecía su población y se iba tejiendo un cedazo industrial cada vez más tupido en torno de la capital. Pero hubo que esperar, no obstante, hasta los años de la Gran Guerra europea para que se consolidase la configuración empresarial del sector en Madrid, a partir de dos grandes grupos con claras vinculaciones bancarias: el formado por Hidroeléctrica Española —y su tutelada Cooperativa Electra de Madrid—, en la órbita del Banco de Vizcaya, y el constituido por la Unión Eléctrica Madrileña, del grupo Urquijo, que fueron integrando a las pequeñas compañías independientes que aún subsistían, llegando a configurar, ya desde la segunda década del novecientos, una estructura de mercado —en forma de *monopolio compartido*— que, sustancialmente, se ha mantenido hasta nuestros días.

De cualquier modo, el suministro eléctrico a los consumidores madrileños siempre dependió de centros productivos, en particular los saltos de agua, frecuentemente alejados de la capital. Como es bien sabido, la electricidad es una fuente secundaria o transformada de energía que se obtiene a partir de fuentes primarias como los combustibles fósiles, ya sean el carbón, el petróleo —ambos en desuso para estos fines— o el gas natural, o bien de otras, como son, principalmente, el agua o el combustible nuclear, obtenido a partir del uranio enriquecido. Pues bien, la Comunidad de Madrid no sólo carece de estos recursos, como no sea, y en escasa cantidad, de la energía hidráulica, sino que tampoco cuenta con grandes instalaciones generadoras alimentadas por cualquiera de estas fuentes, lo que le convierte en subsidiaria de la energía producida en otras regiones. Frente a esta carencia se alza, además, el carácter esencial y prácticamente insustituible del *input* eléctrico en casi todos sus usos, ya sean industriales, comerciales o domésticos.

a) Madrid, centro de las redes de distribución eléctrica.

Madrid, gran región consumidora de electricidad, en razón tanto de su concentración demográfica como de su nivel de renta, ocupa una posición nodal dentro de la red de transporte y distribución de la energía eléctrica en España, al hallarse ubicada a medio camino entre las principales zonas excedentarias y deficitarias de este tipo de energía, y serlo también, en este último aspecto, ella misma.

Esta posición nodal hace que Madrid absorba una parte importante de las inversiones del sector eléctrico, que han superado entre 1996 y 2000 el 10 por 100 del total nacional, constituyéndose Madrid, con más de 1.000 millones de euros, en la región española que ha concentrado un mayor volumen de inversión en estos últimos años. Tal concentración de inversiones en la Comunidad de Madrid es mayor en el caso de la distribución y los servicios generales, en los que Madrid ha sido el destino del 13,1 por 100 del total de inversiones, y se acentúa en el caso de las líneas de alta tensión de más de 132 kV, en las que ha recibido el 17,7 por 100 de las inversiones realizadas, entre 1996 y 2000, en este tipo de infraestructuras de transporte y distribución.

En 2001 el volumen de inversiones realizado ha sido de unos 152 millones de euros, de los que 86 millones corresponden a inversiones de Unión Fenosa, 58 a Iberdrola y 8 a Red Eléctrica Española. El volumen de inversiones previsto por estas tres empresas para el período comprendido entre 2002 y 2005, ambos inclusive, se sitúa en torno de los 650 millones de euros.

Red Eléctrica Española (REE) cuenta, en Madrid, con una red de transporte a 400 kV y 220 kV de 880 kilómetros de longitud que forma un anillo que une siete grandes subestaciones, desde las que parten las líneas a menor tensión para la distribución. Los principales elementos que componen esta red de transporte son:

- Eje Noroeste-Madrid: permite el transporte de la energía hidráulica generada

en el Duero y en las cuencas del Sil-Bibey y la térmica de carbón del Noroeste peninsular.

- Eje Extremadura-Madrid: hace posible el transporte de la energía hidráulica de la cuenca del Tajo medio y bajo y la térmica nuclear.
- Eje Levante-Madrid: transporta la energía de origen hidráulico y térmico (fuel y nuclear) de Levante.
- Anillo de Madrid de 400 kV: consiste en dos líneas que unen los parques de 400 kV de las diferentes subestaciones de la Comunidad de Madrid.
- Subestaciones con parque de 400 kV: son las de Galapagar, Fuencarral, San Sebastián de los Reyes, Loeches, Morata, Moraleja y Villaviciosa de Odón; en éstas concluyen las distintas líneas de transporte, y en ellas están ubicadas las diferentes unidades de transformación que alimentan a la red de reparto o distribución primaria.

La red de reparto o distribución primaria se integra en el denominado Sistema de Madrid de 220 kV que, alimentado desde las subestaciones antes mencionadas, está formado por varios subsistemas pertenecientes a las dos empresas distribuidoras que hasta ahora operan en Madrid. En la actualidad, ambas empresas articulan sus redes de distribución primaria sobre la base de cuatro subsistemas cada una.

El nexo de unión entre la red de distribución primaria y el consumidor final lo constituye la red de distribución constituida por las instalaciones de tensión inferior a 220 kV, y que actualmente consta de más de 165 subestaciones, 16.500 centros de transformación, más de 9.200 km de líneas aéreas y 9.000 km de redes subterráneas.

La posición nodal de Madrid, mencionada anteriormente, y la importante dotación de infraestructuras eléctricas, contribuyen a que esta Comunidad, a

pesar de sus elevados consumos eléctricos, presente unos niveles de TIEPI⁴ muy inferiores a la media nacional, aproximadamente la mitad, tanto en 2000 como en 2001, lo que es muestra de una mayor calidad de suministro.

Por supuesto, la partida menos importante de las inversiones en la Comunidad de Madrid corresponde a las centrales de producción eléctrica, al carecer Madrid de centrales importantes de este tipo: la inversión realizada en el período de referencia ha sido de 120 millones de euros, lo que supone tan sólo un 2,7 por 100 de las inversiones realizadas a nivel nacional.

b) Déficit eléctrico.

La actividad que desarrolla el sector eléctrico dentro de los límites territoriales de la Comunidad de Madrid se caracteriza, ante todo, por el evidente desequilibrio entre producción y consumo: la producción eléctrica, muy escasa en Madrid, apenas si supone, con los datos de 2000 —los últimos disponibles en la *Estadística de la industria de energía eléctrica* que se utilizarán en adelante—, el 0,5 por 100 de la producción nacional, y no alcanza a cubrir ni el 5 por 100 del consumo neto, que es, en Madrid, el 11,2 por 100 del consumo eléctrico español. Dos grandes empresas de producción y distribución eléctrica, Iberdrola y Unión Fenosa, y otras varias de menor tamaño —las tradicionalmente llamadas *empresas de servicio público*⁵—, más cerca de 40 autoproductoras⁶, componen el conjunto de empresas de este sector que operan en Madrid: un total de 48, dentro de las 1.287 que actúan en España.

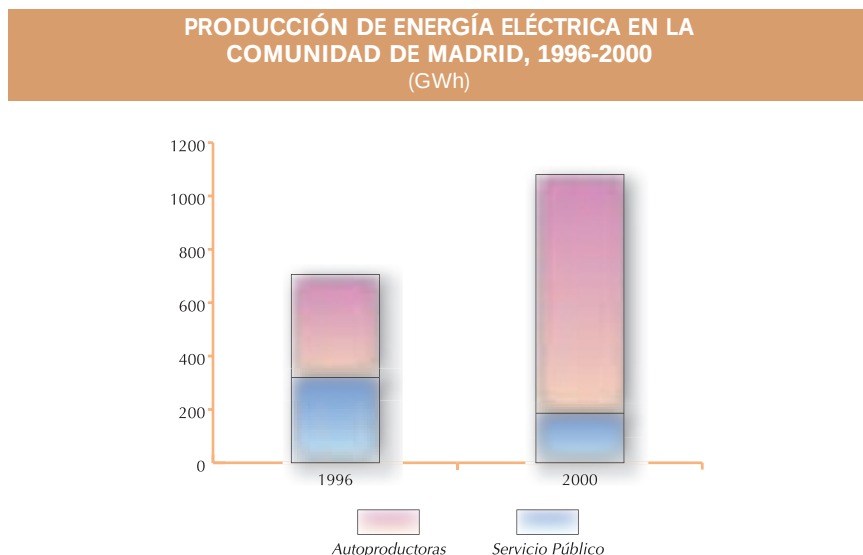
⁴ Tiempo de Interrupción Equivalente de la Potencia Instalada en los centros de transformación en media tensión, medido como el tiempo medio de interrupción medido en horas/año.

⁵ Hay que advertir que, en la actualidad, esta terminología puede resultar confusa, ya que estas empresas, aunque su actividad continúe estando regulada, y sigan obligadas a suministrar «a tarifa», ya no pueden considerarse de *servicio público*, sino, más bien, de *mercado*.

⁶ En la actualidad quizá sería más apropiado referirse a estas empresas como empresas del Régimen especial o, simplemente, autogeneradoras. Ambos términos se emplearán indistintamente en este texto.

Hay que recordar, ya se señaló en el capítulo cuatro, que la tendencia de los últimos años marca un ligero aumento de la producción en Madrid (gráfico 7.2.), algo por encima del experimentado a nivel nacional, debido a un notable aumento de los centros autoprodutores, que se han incrementado desde 16, en 1996, a 38, en 2000, con una producción de 891.079 MWh, lo que llega en esta última fecha a suponer el 82,5 por 100 del total de la producción eléctrica madrileña.

gráfico 7.2



Fuente: Elaborado con datos del Ministerio de Economía, *Estadísticas de la industria de energía eléctrica 2000*, Madrid 2002, completada con los volúmenes anteriores, editados hasta 1998 con el mismo título por el Ministerio de Industria y Energía.

c) Estructura de la producción y la potencia eléctrica.

Con los datos de 2000, se contabilizan en la Comunidad de Madrid 54 centrales de generación eléctrica —15 hidráulicas y 39 térmicas— del total de las algo más de 2.000 que hay en España. Su potencia instalada es de 250 MW,

correspondiente, de un modo ya mayoritario, a las centrales térmicas, y, por empresas, menos de una quinta parte a las de servicio público y, el resto, a las autoproductoras, generalmente centros de cogeneración en Régimen especial (cuadro 7.1.), que obtienen electricidad en centrales de origen térmico, con producción combinada de vapor y electricidad, comúnmente a partir de gas natural. Con esta potencia instalada, se obtiene una producción bruta que, en 2000, fue de algo más de 1.000 GWh: el 82,5 por 100 de origen térmico y el 17,5 por 100 restante, hidráulico, si bien estos porcentajes pueden variar sensiblemente de unos años a otros dependiendo de factores pluviométricos.

En todo caso, las cifras de producción bruta deben ser rebajadas, restándole los consumos auxiliares de las centrales, para llegar a la producción efectivamente disponible de energía eléctrica —la que es utilizable en el mercado, salvo pérdidas de transporte y distribución—, que es de unos 1.000 GWh, el 0,5 por 100, ya se dijo, de la producción española de electricidad, y apenas el 5 por 100 del consumo neto de la Comunidad de Madrid.

No puede dejar de subrayarse el creciente desarrollo de la cogeneración en España y, también, en la Comunidad de Madrid (véase en el apéndice a este capítulo). La producción eléctrica por sistemas de cogeneración permite aumentar la eficiencia del consumo de energía primaria, diversificar la oferta de producción de electricidad y, en cierta medida, aumentar la competencia en el sector eléctrico. De 1990 a 2001 la producción anual de energía eléctrica por cogeneración se ha incrementado desde 566 hasta 16.659 GWh, lo que supone un 8 por 100 de la energía eléctrica distribuida en ese último año en España.

cuadro 7.1

PRODUCTORAS EN RÉGIMEN ESPECIAL EN LA COMUNIDAD DE MADRID, 2002

Central	Propiedad	Distribuidora	Potencia KW	Combustible
Bdf Nivea	Bdf Nivea, S.A.	Iberdrola	948	Gas Nat.
Cargill España	Cargill España, S.A.	Iberdrola	2.200	Gas Nat.
Cerámica Alcalaína	Cerámica Alcalaína, S.C.L.	Iberdrola	990	Gas Nat.
Cia. Europea Gral. Textil	Cia Europea Gral. Textil	Iberdrola	990	Gas Nat.
Enerlasa	Enerlasa, S.A.	Iberdrola	4.806	Gas Nat.
Cog. Enrique Ramón Borja	Enrique Ramón Borja, S.A.	Iberdrola	942	Gas Nat.
Gespal la Paloma	Gespal la Paloma, S.L.	Iberdrola	1.016	Gas Nat.
Cog. Lonasa	Lonasa Pinto, S.A.	Iberdrola	770	Gas Nat.
Papelera del Centro	Papelera del Centro, S.A.	Iberdrola	4.800	Gas Nat.
Papelera Peninsular	Papelera Peninsular, S.A.	Iberdrola	5.500	Gas Nat.
Estación de Chamartín	Renfe	Iberdrola	2.040	Gas Nat.
Cog. Shionogi Qualicaps	Shionogi Qualicaps, S.A.	Iberdrola	2.076	Gas Nat.
Cog. Ute Alabe-Cartotecnia	Ute Alabe Cartotecnia	Iberdrola	3.000	Gas Nat.
Bolsas y Formatos	Bolsas y Formatos, S.A.	Iberdrola	760	Gas-oil
El Castro	Cementos Portland, S.A.	Iberdrola	1.620	Hidráulica
Estremera	Minicentrales del Tajo, S.A.	Iberdrola	780	Hidráulica
Ufeyfs	Ufeyfs, S.L.	Unión Fenosa	13.180	Fuel-oil
Cristalería Española	Cristalería Española, S.A.	Unión Fenosa	3.200	Gas Nat.
Hipercor C. las Naciones	Hipercor, S.A.	Unión Fenosa	6.028	Gas Nat.
Hipercor	Hipercor, S.A.	Unión Fenosa	3.210	Gas Nat.
Industrias Duero	Industrias Duero, S.A.	Unión Fenosa	980	Gas Nat.
Papelera del Jarama	Papelera del Jarama, S.A.	Unión Fenosa	1.000	Gas Nat.
Prebesec	Prebesec, S.A.	Unión Fenosa	2.182	Gas Nat.
Est. Puerta de Atocha	Renfe	Unión Fenosa	1.272	Gas Nat.
S.A. Sulquisa	S.A. Sulquisa	Unión Fenosa	8.800	Gas Nat.
Tolsa	Tolsa, S.A.	Unión Fenosa	12.500	Gas Nat.
Triturados Cálculos	Triturados Cálculos, S.A.	Unión Fenosa	980	Gas Nat.
Ute Alabe – Cartobox	Ute Alabe - Cartobox	Unión Fenosa	2.700	Gas Nat.
Idae-la Seda	Ute Idae-la Seda	Unión Fenosa	14.400	Gas Nat.
Arcillex	Arcillex, S.A.	Unión Fenosa	890	Gas-oil
Cerámica Cuatro Palomas	Cer. Cuatro Palomas, S.A.	Unión Fenosa	990	Gas-oil
Elkorri	Electra Elkorri, S.A.	Unión Fenosa	540	Hidráulica
Aureca	Aureca	Unión Fenosa	10.400	R.indust.
Tirmadrid	Tirmadrid, S.A.	Unión Fenosa	29.800	R.S.U.

Fuente: CNE.

En Madrid, la energía eléctrica vertida a la red por las centrales de cogeneración, incluyendo los 221,1 GWh vertidos por la de Valdemingómez, alcanzaron en 2001 la cifra de 597,3 GWh, lo que no llega al 3 por 100 de la electricidad distribuida en Madrid en ese año. Esta reducida cobertura del consumo de electricidad por parte de la cogeneración no sólo se debe a la elevada concentración de demanda en Madrid, sino, fundamentalmente, a que tanto el número de instalaciones como su potencia media es muy reducida en relación a la media nacional (cuadro 7.2.). En atención a sus posibilidades de desarrollo, en el apéndice a este capítulo se presta una atención más pormenorizada a la cogeneración eléctrica.

cuadro 7.2

COGENERACIÓN EN ESPAÑA Y EN LA COMUNIDAD DE MADRID, 2002			
Magnitudes	Madrid	España	Madrid/España (%)
Producción ^(a) (GWh)	376,2	16.926,5	2,2
Núm. Instalaciones	40	831	4,8
Potencia (MW)	200,4	5.440,0	3,7
Potencia media (MW)	5,0	6,5	76,5

Nota: (a) Dato de 2000.

7.3. Estructura de la demanda.

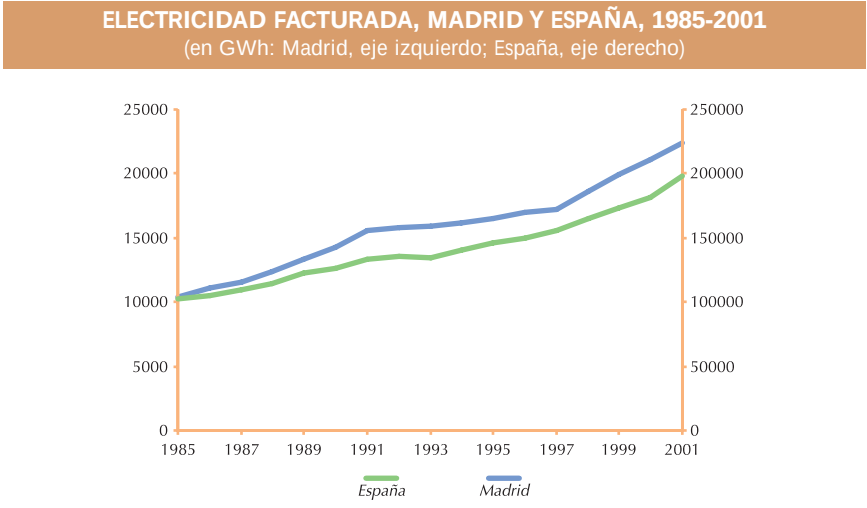
a) Estructura del consumo y la facturación.

Desde el punto de vista del consumo y la distribución de electricidad, en Madrid había en 2000 un total de casi 2,7 millones de abonados, aproximadamente el 12 por 100 de los 22,9 millones de abonados en España; destacan, como es lógico, los abonados en baja tensión, y, dentro de éstos, son abrumadora mayoría —96 por 100— los consumidores domésticos más habituales, de hasta 15 kW. La potencia contratada por todos estos usuarios

de la electricidad en la Comunidad de Madrid asciende a unos 16,6 GW, con gran incremento en los últimos años, y el consumo neto anual, con las cifras de 2000, es de algo más de 21.000 GWh, suministrado, según se apuntó más arriba, por las dos grandes empresas eléctricas de servicio público de la región —el 63 por 100, Iberdrola, y el 37 por 100 Unión Fenosa—; además de este suministro a tarifa, quedaría el pequeño, si bien creciente, porcentaje que corresponde a las instalaciones de los autoprodutores: ya más del 2 por 100, destacando, entre ellas, la planta de Valdemingómez. La cifra total, en torno a los 21.600 GWh, convierte a Madrid en la tercera Comunidad Autónoma por consumo eléctrico, tras Cataluña y Andalucía, aunque, en términos per cápita, el consumo eléctrico por madrileño, de 4,2 MWh, le sitúa en un puesto mucho más relegado, por debajo incluso de la media nacional, 4,8 MWh por habitante. Si excluimos los consumos propios, consumos en los servicios auxiliares de las centrales y las pérdidas en transformación principal, los consumos realmente efectuados son de 4,1 MWh y 4,5 MWh por habitante, respectivamente.

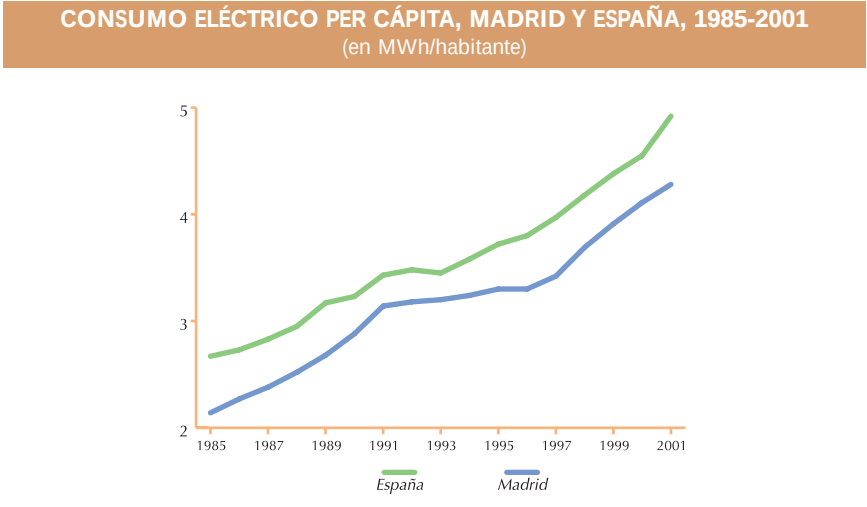
Expresado, finalmente, en términos monetarios, la facturación eléctrica en la Comunidad de Madrid fue, en 2000, de 1.880 millones de euros, cerca del 13 por 100 del total nacional. La evolución del consumo eléctrico desde 1985 que se muestra en el gráfico 7.3. permite apreciar, por otro lado, el mayor crecimiento del consumo en Madrid que en el conjunto de España, particularmente en las dos fases de mayor expansión cíclica, esto es, en los años finales de los dos decenios de 1980 y 1990. De este modo, la Comunidad de Madrid ha más que duplicado en década y media su consumo eléctrico en términos reales, a una impresionante tasa anual acumulativa del 5,1 por 100, en tanto que su población apenas lo ha hecho al 0,5 por 100, lo que da idea del gran incremento en los *ratios* de intensidad eléctrica per cápita de la región, en línea con los promedios nacionales (gráfico 7.4.).

gráfico 7.3



Fuente: Elaborado con datos de Unesa.

gráfico 7.4



Fuentes: UNESA e INE, para los datos de población.

El consumo eléctrico per cápita en Madrid es claramente inferior al registrado a nivel nacional; sin embargo, esto no es incompatible con un mayor consumo por abonado. En efecto, si bien en baja tensión el consumo por abonado en Madrid —4.785 kWh— es muy similar al registrado en el conjunto nacional —4.737 kWh—, en alta tensión es un 68,9 por 100 superior al registrado en España (1.874.360 y 1.109.480 kWh por abonado, respectivamente).

La compatibilidad entre ese menor consumo per cápita y un mayor consumo por abonado se encuentra en la proporción de habitantes por abonado. En baja tensión, este *ratio* es muy similar en Madrid y España (1,9 y 1,8 habitantes por abonado, respectivamente), al igual que lo es, ya se ha visto, el consumo por abonado. Sin embargo, en alta tensión, Madrid y España presentan unos *ratios* significativamente distintos, de 1.150 y 590 habitantes por abonado, explicados por la diferente estructura productiva y, muy especialmente, por la importancia de los transportes por ferrocarril y metro en Madrid.

b) Estructura sectorial del consumo.

Es interesante examinar la distribución sectorial del consumo de energía eléctrica de la Comunidad de Madrid (cuadro 7.3.), por cuanto se corresponde con la concentración geográfica en torno de los núcleos más densamente poblados, a falta de concentraciones fabriles de gran entidad. Pues bien, cerca de las tres cuartas partes del consumo eléctrico madrileño se centran en el sector servicios —41 por 100— y en los usos domésticos —34 por 100—, frente a los muchísimo más modestos 27,8 y 25,1 por 100 del promedio español. Lo que parece corresponder, por un lado, con el grado de terciarización de la economía madrileña y, por otro, con el más alto nivel medio de renta de sus habitantes; sin olvidar, entre otros muchos factores que explican este hecho, las características climatológicas del hábitat en la región —el consumo doméstico de energía eléctrica se duplica en los meses de invierno respecto a los de verano— o las peculiaridades del transporte interurbano dentro del área metropolitana de la capital, en lo que a los

servicios ferroviarios de Cercanías o de Metro se refiere, por citar sólo dos ejemplos.

En contraste, tanto las actividades del sector primario como las de la minería y las industrias del sector energético representan una menor proporción dentro del consumo eléctrico de la Comunidad de Madrid, pero, sobre todo, la industria manufacturera, que en Madrid supone apenas el 20 por 100 del consumo energético, frente al 40 por 100, justo el doble, en España. El menor peso relativo del sector manufacturero en Madrid, y la menor proporción, a su vez, dentro de él, de algunas de las industrias más intensivamente consumidoras de energía eléctrica (químicas, petroquímicas, siderometalúrgicas...), explican tan bajo porcentaje de consumo de electricidad. Aunque sea, por otro lado, dentro del sector industrial donde distintas empresas madrileñas, sobre todo papeleras, han construido en estos últimos años las principales plantas de cogeneración eléctrica con el fin de autoabastecerse de energía.

cuadro 7.3

ENERGÍA ELÉCTRICA DISTRIBUIDA, POR SECTORES PRODUCTIVOS, MADRID Y ESPAÑA, 1996-2001

(en porcentajes sobre el total)

SECTORES CONSUMIDORES	Madrid 1996	Madrid 2000	Madrid 2001 ^(a)	España 1996	España 2000
<i>Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca</i>	0,2	0,2	0,2	2,8	2,6
<i>Energía y minería</i>	1,0	0,8	0,9	3,5	3,0
Extracción y aglomeración de carbones	0,0	0,0	0,0	0,7	0,5
Refinerías de petróleo	0,2	0,1	0,1	1,5	1,4
Producción y distribución de energía eléctrica	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2
Fábricas de gas y distribución de gas	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Minas y canteras (no energéticas)	0,5	0,5	0,5	0,9	0,8
<i>Industria manufacturera</i>	18,0	19,6	18,9	39,6	40,0
Siderurgia y fundición	2,6	3,0	2,8	6,7	7,3
Metalurgia no férrea	0,2	0,2	0,2	5,3	4,7
Industria del vidrio	0,4	0,3	0,3	0,6	0,6
Cemento, cales y yesos	0,7	1,3	1,3	1,9	2,2
Otros materiales de construcción	0,8	0,9	0,9	1,9	2,2



SECTORES CONSUMIDORES	Madrid 1996	Madrid 2000	Madrid 2001 ^(a)	España 1996	España 2000
Química y petroquímica	2,1	2,2	2,1	5,9	5,7
Máquinas y transformados metálicos	2,5	2,7	2,7	2,9	3,0
Construcción y reparación naval	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1
Construcción de automóviles y bicicletas	1,2	1,2	1,1	1,5	1,5
Construcción de otros medios de transporte	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1
Alimentación, bebidas y tabaco	2,0	1,7	1,9	4,1	4,0
Industria textil, confección, cuero y calzado	0,4	0,9	0,7	2,1	2,0
Industrias de madera y corcho	0,1	0,1	0,1	0,8	0,8
Pastas papeleras, papel, cartón, manipulados	0,9	1,5	1,1	2,6	2,6
Artes gráficas y edición	1,5	1,5	1,6	0,5	0,5
Industrias del caucho, materias plásticas y otras	2,3	1,8	1,8	2,4	2,7
<i>Construcción y obras públicas</i>	<i>1,1</i>	<i>1,0</i>	<i>1,2</i>	<i>0,9</i>	<i>0,7</i>
<i>Sector servicios</i>	<i>37,0</i>	<i>40,8</i>	<i>42,4</i>	<i>25,6</i>	<i>27,8</i>
Transporte por ferrocarril	2,2	2,0	2,2	1,4	1,2
Otras industrias de transporte	2,5	2,6	2,5	0,8	0,7
Hostelería	4,5	4,7	4,7	4,3	4,9
Comercio y servicios	17,9	19,2	19,5	11,8	12,3
Administración y otros servicios públicos	9,4	11,8	11,9	6,0	7,5
Alumbrado público	0,5	0,5	1,6	1,3	1,2
<i>Usos domésticos</i>	<i>34,3</i>	<i>33,6</i>	<i>32,9</i>	<i>25,5</i>	<i>25,1</i>
<i>No especificados</i>	<i>8,4</i>	<i>4,0</i>	<i>3,5</i>	<i>2,1</i>	<i>0,8</i>
TOTAL	100	100	100	100	100

Nota: (a) Previsión basada en los datos de consumo facturado suministrados por Iberdrola y Unión Fenosa para Madrid, más la extrapolación de los consumos propios de las autoproductoras a partir de su evolución en los últimos años.

Fuentes: Elaborado con datos del Ministerio de Industria y Energía, *Estadística de la industria de energía eléctrica 1996*, Madrid, 1998, y del Ministerio de Economía, *Estadística de la industria de energía eléctrica 2000*, Madrid, 2002. Datos de 2001, a partir de la información de Unión Fenosa e Iberdrola.

En cuanto a la evolución de la estructura sectorial del consumo de energía eléctrica en Madrid durante el período de referencia, ésta se encuentra fuertemente afectada por tres fenómenos que conviene destacar:

- Primero, la liberalización del sector energético y el desarrollo de la cogeneración han fomentado el aumento del número de empresas que operan en el sector energético, lo que tiene su reflejo en la *Estadística de la industria de energía eléctrica*, que muestra un paulatino aumento del número de abonados registrados en actividades energéticas, que ha pasado de 500 abonados en Madrid en 1996 a 631 en 2000, lo que supone una tasa anual acumulativa de crecimiento de un 6 por 100.
- Segundo, el buen momento económico, coincidente con el período de estudio, ha propiciado una notable recuperación de la industria, que ha aumentado el número de abonados en el sector industrial a una tasa media anual del 1,6 por 100, pasando de 15.609 abonados en 1996 a 16.658 en 2000.
- Tercero, ha de mencionarse el importante crecimiento inmobiliario en los últimos años, que ha provocado un creciente aumento de la actividad en el sector de la construcción, traducido, a su vez, en un mayor número de abonados, de 7.078, en 1996, a 8.527, en 2000, lo que supone una tasa de crecimiento media anual del 4,8 por 100.

7.4. Estructura de los precios eléctricos.

Antes de abordar la estructura y evolución, durante el período de referencia, de los precios de la energía eléctrica en la Comunidad de Madrid, conviene destacar tres aspectos que ayudan a enmarcar y entender el análisis. Se trata de la incidencia de los precios eléctricos sobre la economía, la medición y comparación de éstos y, por último, la evolución y el efecto sobre los precios del reciente proceso liberalizador del sector eléctrico en el conjunto de la Unión Europea.

En cuanto al primer aspecto, la incidencia de los precios eléctricos sobre la economía, basta recordar cómo la electricidad es la principal energía secundaria, que se consume de forma universal, constituyendo un *input* necesario en todos los procesos productivos de bienes y servicios y un bien

demandado por todos los consumidores, incluyendo, como es lógico, las Administraciones Públicas. Precisamente, de esta universalidad deriva su importancia estratégica y su incidencia sobre el IPC, y es, en este sentido, objeto de especial preocupación por parte de las autoridades económicas y un aspecto integrante de todos los programas y políticas antiinflacionistas.

En lo que respecta a la medición y comparación de los precios de la electricidad, hay que destacar su complejidad, derivada, en particular, de la diversidad de tarifas y de las grandes diferencias de los costes de suministro, dependiendo de la potencia, el nivel de tensión, la distribución del consumo a lo largo del año...

Las metodologías más empleadas para realizar comparaciones internacionales de precios son:

a) Metodología de consumidores tipo: es aplicada por Eurostat (Oficina Estadística de la Unión Europea), Unipede (Unión Internacional de Productores y Distribuidores de Energía Eléctrica) y Unesa, entre otros. Consiste en definir una gama de «consumidores tipo», elegidos en función de su representatividad del mercado eléctrico que se quiere analizar, y que permanecen fijos de un año para otro y para todos los países cuyos precios se desean comparar. Estos «consumidores tipo» vienen determinados por unos niveles de consumo de electricidad —curvas de carga teóricas— que recogen la potencia máxima demandada, la energía anual, los períodos de consumo..., y se presentan sus precios asociados a partir de la estructura tarifaria vigente en cada país.

Entre las ventajas de esta metodología destaca el que distribuye los costes regulados del servicio entre los «consumidores tipo» y diferencia las características del aprovisionamiento eléctrico de cada «consumidor tipo». Por el contrario, su principal inconveniente se encuentra en la definición y elección de los «consumidores tipo», en cuanto a su compatibilidad con las distintas estructuras tarifarias de los países a estudiar y la representatividad de éstos.

b) Metodología de precios medios: es la utilizada por la AIE (Agencia Internacional de la Energía) y la OCDE. Consiste en calcular el valor medio del coste de la electricidad como el cociente entre los ingresos o facturación y la energía consumida. Además de su fácil aplicación, tiene la ventaja de permitir la comparación de la evolución global de los precios medios entre los países considerados. Sin embargo, también presenta alguna importante desventaja, que limita su validez en las comparaciones internacionales, ya que no tiene en cuenta las diferencias en las pautas de consumo o en otras características estructurales, ya sean la importancia de la segunda vivienda, de la industria turística o de las características climáticas, con importantes oscilaciones térmicas, que pueden dar lugar a elevaciones de precios medios que no se corresponden necesariamente con diferencias tarifarias.

En cuanto al tercer aspecto arriba mencionado, la evolución y el efecto sobre los precios del reciente proceso liberalizador del sector eléctrico en el conjunto de la Unión Europea, hay que subrayar que, efectivamente, desde 1996, año en el que el Consejo de Ministros de la Unión Europea aprobaba una Directiva para el desarrollo del Mercado Interior de la Electricidad inspirada en los principios de libertad de establecimiento y de libertad de elección del suministrador, se han logrado avances significativos, dependiendo de los países, tanto en lo que se refiere al grado de apertura de los diferentes mercados eléctricos como en la reducción de precios, y tanto para clientes industriales como domésticos. España, sin lugar a dudas, ocupa un lugar destacado en los resultados de este proceso liberalizador, cuyas principales características se sintetizan en el cuadro 7.4.

Desde el punto de vista de los clientes, los resultados de la apertura de los mercados se resumen en el cuadro 7.5., que recoge el nivel actual y la evolución reciente de los precios de la electricidad para distintas categorías de clientes en los quince Estados miembros de la Unión Europea, que se han agrupado en precios bajos, medios y altos, en relación con la media de la Unión Europea, y según el aumento (>5%), la estabilidad ($\pm 5\%$) o la reducción (>5%) de los precios desde la entrada en vigor de las Directivas.

**PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS MERCADOS ELÉCTRICOS
EN LOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA**

Países	Apertura del mercado declarada (%)	Fecha de la apertura plena	Separación gestor/propietario de la red de transmisión
ALEMANIA	100	1999	jurídica
AUSTRIA	100	2001	jurídica
BÉLGICA	52	2003/7	jurídica
DINAMARCA	35	2003	jurídica
ESPAÑA	55	2003	propiedad
FINLANDIA	100	1997	propiedad
FRANCIA	30	-	gestión
GRECIA	34	-	jurídica/gestión
IRLANDA	40	2005	jurídica/gestión
ITALIA	45	2004(a)	propiedad/jurídica
LUXEMBURGO	57	-	gestión
PAÍSES BAJOS	63	2003	propiedad
PORTUGAL	45	2003	jurídica
SUECIA	100	1998	propiedad
REINO UNIDO	100	1998	propiedad

Notas: (a) Sólo para Clientes No Residentes; (b) Acceso de Terceros Negociado

Fuente: Comisión Europea.

cuadro 7.4

Separación gestor de la red de distribución	Regulador	Tarifas de red generales	Condiciones reguladoras favorables a la llegada de nuevas empresas	Cuota de capacidad de los tres mayores productores (%)
contabilidad	ATN ^(b)	superiores a la media	moderadas	64
contabilidad	previo	superiores a la media	moderadas	45
jurídica	previo	en la media	desfavorables	96
jurídica	posterior	en la media	favorables	78
jurídica	previo	en la media	favorables	83
gestión	posterior	en la media	favorables	45
contabilidad	previo	en la media	moderadas	92
contabilidad	previo	en la media	moderadas	97
gestión	previo	en la media	moderadas	97
jurídica	previo	en la media	moderadas	69
contabilidad	previo	superiores a la media	desfavorables	n.d.
gestión	previo	en la media	moderadas	59
contabilidad	previo	en la media	moderadas	82
jurídica	posterior	en la media	favorables	90
jurídica	previo	en la media	favorables	36

cuadro 7.5

NIVELES DE PRECIOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA, ENERO DE 2002

TENDENCIA A PARTIR DE 1/1999	GRANDES CONSUMIDORES			PEQUEÑAS EMPRESAS			RESIDENCIAL		
	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA	BAJA	MEDIA	ALTA
Descendente	S	L,UK,E	D	S	A,UK,I	D,B,L	EL	A,E,UK	D,I
Estable	FIN	F,NL	P	FIN	P,E,F	IRL	S,FIN	F,NL	B,P,L
Ascendente		DK,EL	I,IRL,B	DK	NL,EL		DK	IRL	

Nota: Austria, sin datos. (D) Alemania, (B) Bélgica, (DK) Dinamarca, (E) España, (FIN) Finlandia, (F) Francia, (EL) Grecia, (IRL) Irlanda, (I) Italia, (L) Luxemburgo, (NL) Países Bajos, (P) Portugal, (S) Suecia, (UK) Reino Unido.

Fuente: Comisión Europea.

Así, el nivel de precios de la energía eléctrica en España ocupa una posición intermedia en el conjunto de la Unión Europea en todas las categorías de clientes, y muestra, además, una importante tendencia a la baja, al menos desde 1996.

Pues bien, a partir de todos estos aspectos previos, se realizará a continuación un análisis de los precios de la energía eléctrica en la Comunidad de Madrid y a nivel nacional. Se utilizará para ello la metodología de precios medios; no sólo por su sencilla implementación, sino, además, porque en un mercado homogéneo, con la misma estructura de tarifas y un elevado nivel de desagregación en cuanto a tipos de consumidores, no parece tan necesario emplear metodologías basadas en «consumidores tipo».

A partir de los datos de facturación y consumo eléctrico se pueden realizar estimaciones de los precios medios totales y por tipo de abonado, tanto para Madrid como para el conjunto nacional. Como es lógico, los precios varían sensiblemente en función del tipo de tarifa que se aplica. La progresiva liberalización del sector eléctrico y el desarrollo de la cogeneración están afectando de forma muy sensible a los precios del sector.

En efecto, en el período comprendido entre 1996 y 2000 el precio medio por kWh facturado a nivel nacional en baja tensión descendió una media de un 5,5 por 100 anual, pasando de 11,9 céntimos de euro por kWh en 1996, a 9,4 en 2000. Si a este importante descenso en términos corrientes se le añade la inflación media del período (2,6 por 100 anual)⁷, se obtiene que, en términos reales, la energía eléctrica en baja tensión se ha abaratado en España en un 30,8 por 100, frente al conjunto de los bienes y servicios consumidos a nivel nacional. Es de destacar, igualmente, el aún más pronunciado descenso experimentado por la tarifa de hasta 15 kW, utilizada en 2000 por 22.000.000 abonados, que se ha reducido una media de un 6,2 por 100 anual, lo que supone un descenso acumulado, en términos reales, de un 33,2 por 100.

En cuanto a los precios medios de la facturación de alta tensión, éstos también han experimentado un significativo descenso en este período, aunque de menor cuantía: un 1,6 por 100 anual, lo que supone una reducción acumulada en términos reales de un 17 por 100. El mayor descenso en alta tensión se ha registrado en Especial tracción⁸, a un ritmo medio del 10,2 por 100 anual.

Los precios medios de la facturación eléctrica en Madrid, aunque también han descendido, han experimentado, no obstante, una evolución algo distinta, acusando un menor descenso los precios en baja tensión, que se han reducido a una media anual del 1,5 por 100, sensiblemente por debajo de la registrada a nivel nacional. Esta caída de los precios medios de baja tensión en Madrid supone un descenso acumulado en términos reales de un 16,3 por 100. Paradójicamente, en baja tensión, la tarifa que ha experimentado un «peor» comportamiento en la Comunidad de Madrid ha sido la de mejor comportamiento a nivel nacional, es decir, la de hasta 15 kW, que contaba, en 2000, con 2.552.146 abonados, y que ha registrado en el período de referencia un

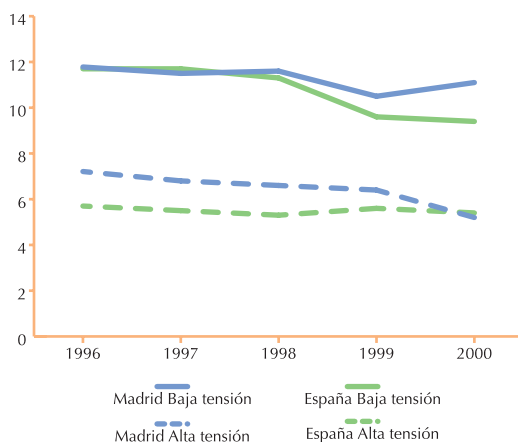
⁷ Tasa anual media acumulativa del período 1996-2000 calculada en base a las tasas de inflación proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística, tanto para España como para Madrid.

⁸ Tarifa especial para empresas prestadoras de servicios públicos de transporte que utilizan la tracción eléctrica, tales como Renfe y metropolitanos.

incremento de sus precios en un 0,6 por 100 anual, situándose el precio medio en 2000 en 0,12 euros por kWh, un 28,7 por 100 superior a los 0,09 euros por kWh registrados de media en el conjunto nacional en el mismo año. El comportamiento de los precios medios de esta tarifa explica la diferencia que, de forma general, se registra entre la baja tensión en España y en Madrid, donde los precios, en 2000, son, de media, un 18,9 por 100 más altos (gráfico 7.5).

gráfico 7.5

PRECIOS MEDIOS DE LA ELECTRICIDAD, MADRID Y ESPAÑA, 1996-2000.
(Facturación/consumo, en céntimos de euro por kWh)



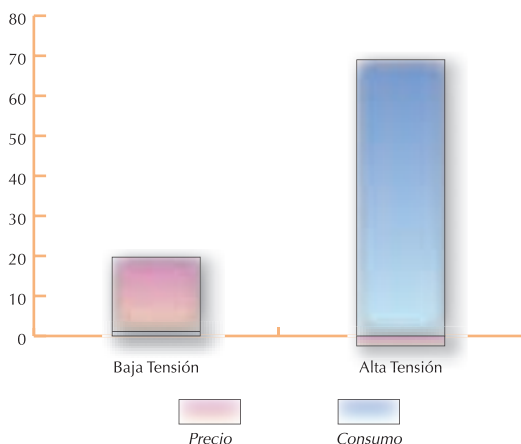
Fuente: Elaborado con datos de la *Estadística de la industria de energía eléctrica*, Mineco.

Sin embargo, los precios medios en alta tensión han experimentado un mayor descenso en Madrid, del 7,8 por 100 anual, lo que supone una importantísima reducción acumulada en términos reales —estimando una inflación media en Madrid entre 1996 y 2000 de un 2,5 por 100 anual— de un 38,2 por 100. Con este descenso, los precios medios en alta tensión se han situado en 0,05 euros por kWh, cifra similar a la registrada a nivel nacional. Esta reducción, sin embargo, se debe en su mayor parte a la aparición, a partir de 1999, de abonados en Madrid en la tarifa de G.consumo (de alta tensión, especial para grandes consumidores industriales), tarifa con unos precios muy reducidos, 1,4 y 1,9 céntimos de euro por kWh en Madrid y España, respectivamente, en 2000, y en la que ya existían abonados en otras Comunidades Autónomas con anterioridad a 1999.

Como conclusión, los precios medios de la electricidad han experimentado notables descensos en el período de referencia, que se han centrado a nivel nacional en las tarifas de baja tensión, muy especialmente en las que los mayores abonados son los consumidores finales. En Madrid, estos descensos han sido más importantes en las tarifas de alta tensión, en las que los abonados son empresas, pero presenta unos precios medios de baja tensión superiores, en un 18,6 por 100, a la media nacional, siendo el consumo medio por abonado muy similar al del conjunto de España.

Como resultado de los diferenciales en consumo por abonado y precios, el gasto medio por abonado en la Comunidad de Madrid es un 20,2 por 100 superior a la media nacional. En baja tensión, el gasto medio por abonado en Madrid es de 531 euros, frente a los 443 euros de la media nacional, lo que supone una diferencia de un 19,7 por 100, explicada, en su mayor parte, por el hecho de que los precios de baja tensión en Madrid son un 18,6 por 100 superiores. En alta tensión, sin embargo, el diferente gasto medio, 97.743 y 59.322 euros por abonado en Madrid y España, respectivamente, un 64,8 por 100 superior en Madrid, tiene su origen en el mayor consumo medio registrado por abonado: un 68,9 por 100 superior en Madrid (gráfico 7.6.).

**COMPONENTES DE LA DIFERENCIA DE GASTO POR ABONADO,
MADRID/ESPAÑA, 2000**
(en porcentajes)



Fuente: Elaborado con datos de *Estadísticas de la industria de energía eléctrica*, Mineco.

Conviene resaltar, en todo caso, que las conclusiones expuestas anteriormente son el resultado de un análisis muy agregado, y que podrían estar distorsionando una realidad mucho más compleja, sólo observable con un mayor nivel de desagregación. Así, el diferencial de precios medios tan acusado entre Madrid y el conjunto nacional, y la divergencia de los precios de baja tensión —en concreto, la tarifa de hasta 15 kWh—, son difícilmente explicables a partir, simplemente, de los datos contenidos en las *Estadísticas de la industria de energía eléctrica*. Aparte de posibles razones estadísticas⁹, no es fácil encontrar

⁹ Cambios de posición de ciertos abonados en la estructura tarifaria pueden dar lugar a elevaciones de precios medios que no se correspondan con elevaciones reales de precios, sino que son el fruto de una suerte de «espejismo estadístico». Por ejemplo, si unos abonados en tarifa integral, que disfrutaban de precios medios inferiores a los de la media de su grupo, cambian a tarifa de acceso buscando una mejora añadida de sus precios, provocan una elevación de los precios medios en tarifa integral, no porque éstos hayan aumentado realmente, sino porque en el cálculo de la media del grupo ya no se encuentran los que disfrutaban de mejores precios.

razones que justifiquen tales diferencias, por lo que, *a priori*, parece razonable extremar la cautela a la hora de extraer conclusiones de estos resultados. Un análisis más riguroso de este fenómeno exigiría una mayor información, no disponible en las estadísticas oficiales publicadas, y que, por lo demás, trasciende a los objetivos de este estudio.

7.5. La regulación eléctrica.

Ya se ha dejado constancia del profundo cambio en la regulación del sector energético y de sus distintas actividades que ha tenido lugar en España en las dos décadas más recientes, y aceleradamente en estos últimos años. Por un lado, la Ley de hidrocarburos, aplicada a los sectores del petróleo y el gas, y, por otro, la del sector eléctrico, definen las nuevas directrices de la política sectorial, encajadas, en todo caso, en las líneas de la política energética de la Unión Europea, en su camino hacia un Mercado Único de la Energía.

La regulación eléctrica, guiada tradicionalmente en España por el doble principio unificador de unas tarifas únicas para todo el territorio y una explotación integrada del sistema eléctrico, además de establecer, por exigencia de ese doble principio, un criterio de retribución a las empresas del sector según costes estandarizados —para asegurar la recuperación de las inversiones—, ha sufrido, como en otros países europeos, una profunda transformación desde mediados del decenio de 1990, con cambios que habrán de completarse en estos próximos años. En concreto, los que afectan a la liberalización y a la introducción de elementos de competencia, siempre difíciles de articular en un sector tradicionalmente tan intervenido y de tan arraigada concentración empresarial e integración productiva.

En efecto, la Ley 54/1997 del sector eléctrico, que entró en vigor en enero de 1998, ha introducido cambios sustanciales en la regulación del sector eléctrico, bajo un doble principio liberalizador: libertad de establecimiento —y de aprovisionamiento energético— del lado de la oferta, y de elección,

por el de la demanda. Esto se ha traducido en la puesta en marcha de un mercado mayorista competitivo, donde los intercambios se hacen a través de un *pool*, en el que los productores ofrecen y los distribuidores, comercializadores y *clientes cualificados* demandan la energía eléctrica que precisan, y de cuya casación resulta el precio de ésta, que es un precio marginal, el del último oferente más barato en cada tramo horario. De modo que la anterior optimización conjunta de las distintas unidades de generación eléctrica, que no dejaba de ser sino una forma de planificación vinculante, ha sido sustituida por la conjunción de las decisiones descentralizadas de los agentes que operan en este nuevo mercado, aunque, de momento, no se haya alcanzado un resultado competitivo satisfactorio. Por eso, y complementariamente, se facilita la libertad de instalación en las actividades de generación, así como en las de comercialización. Por el contrario, las fases de transporte y distribución —y la gestión económica y técnica del sistema, ahora encomendadas al *operador del mercado* y al *operador del sistema*— mantienen el carácter de actividades reguladas, si bien se garantiza el acceso de terceros a las redes eléctricas mediante el correspondiente pago o *peaje*.

A partir de aquí, la Ley eléctrica estableció la separación jurídica y contable de las actividades de generación, operación del mercado y del sistema, transporte, distribución y comercialización. Y, desde el punto de vista de los consumidores finales, se estableció un principio de progresiva implantación, la libertad de elección de empresas suministradoras, que alcanza ya, desde 2003, a todos los consumidores, como en el caso del gas natural, según se decidió en el Real Decreto Ley 6/2000, de medidas urgentes de intensificación de la competencia en mercados de bienes y servicios. Aquí radica quizá uno de los aspectos más decisivos de la Ley: aunque el calendario español para extender este principio haya sido más rápido que el exigido por la Unión Europea, el alto grado de concentración entre generadores y distribuidores mantiene una distorsión del mercado aún muy notable, a la que se une la falta de información de muchos consumidores *cualificados*, que no han aprovechado su condición para negociar precios

más bajos en el mercado no sujeto a tarifa, o han preferido seguir en la tarifa regulada.

Pues bien, algunos aspectos de esta regulación eléctrica afectarán de un modo muy particular a los oferentes y demandantes de electricidad de la Comunidad de Madrid. La liberalización, por el lado de la oferta, de la instalación de centrales de generación eléctrica y del acceso de terceros a la red abre posibilidades a un creciente número de productores independientes. Pero, sobre todo, la liberalización en la fase de distribución eléctrica, con la posibilidad a partir de enero de 2003 de elegir la compañía suministradora y el desdoblamiento de las tareas de distribución y comercialización, *debiera permitir*, merced a una mayor competencia, la rebaja de las tarifas eléctricas, en la línea de estos últimos años. Reducción de precios beneficiosa para todos los consumidores, pero, sobre todo, para una Comunidad que, sin ser apenas productora, representa el 13 por 100, ya se ha dicho, de la facturación eléctrica española.

En este marco de descentralización y competencia, con un mayor número previsible de productores independientes, cobra también una mayor importancia la generación de energía eléctrica a partir de energías renovables, comúnmente en unidades de menor dimensión que las tradicionales centrales, pero alimentadas, a diferencia de éstas, de recursos naturales presentes en el hábitat de la Comunidad de Madrid. La Ley de 1997 estableció un Régimen especial de producción de electricidad, entre otros supuestos, para las fuentes renovables. La generación de electricidad en minicentrales hidráulicas, en unidades abastecidas de biomasa o de residuos sólidos urbanos, o bien de energía solar o eólica, fuentes hasta ahora muy marginales en el balance energético madrileño, puede permitir un mayor margen de suministro propio, a un coste competitivo en algunas de ellas, y en unas condiciones no exentas de efectos medioambientales, pero sí menos agresivos. Por eso se le dedica a estas fuentes renovables una atención más pormenorizada en el siguiente epígrafe. Antes, se concluye este capítulo con un breve apunte de las empresas eléctricas que operan en la Comunidad de Madrid.

7.6. Las empresas eléctricas en la Comunidad de Madrid.

Ya se ha subrayado cómo existe un muy acusado grado de concentración de la actividad eléctrica, tanto en España como, de un modo más intenso si cabe, en Madrid, donde dos grandes compañías, centradas, por lo ya apuntado en epígrafes anteriores, en la distribución, se repartían en 2000 la práctica totalidad del mercado: Iberdrola y Unión Fenosa, herederas, tras diversas fusiones y recomposiciones empresariales, de aquellas Hidroeléctrica Española y Unión Eléctrica Madrileña de las primeras décadas del siglo XX. Son, pues, estas dos compañías, las que, dentro del regionalizado mapa eléctrico español, copan el área de mercado que describe la Comunidad de Madrid, de particular importancia relativa para la segunda de ellas, Unión Fenosa, que tiene aquí su principal negocio de distribución.

Pues bien, de las 48 empresas que componen la industria eléctrica madrileña, hay que tener en cuenta que sólo diez son las aún denominadas «de servicio público» y, de éstas, dos son de ámbito provincial y ocho de carácter interprovincial. El conjunto de empresas del sector emplea en Madrid a 5.148 trabajadores —el 90 por 100, técnicos y administrativos—, con un coste salarial de 278 millones de euros, y un coste por hora trabajada de 32 euros frente a los 30 del promedio español, diferencia que sin duda está relacionada con la ausencia de instalaciones productoras de cierto tamaño y, de ahí, la mayor proporción de técnicos y administrativos, frente a obreros, que se da en Madrid respecto al conjunto nacional, donde aquellos son sólo los dos tercios de los empleados eléctricos. Conviene subrayar, por otro lado, que entre 1996 y 2000 se ha reducido ligeramente el número de empleados en la industria eléctrica madrileña, con una estabilización en términos reales tanto del coste global de personal como del coste por hora trabajada. Esta evolución contrasta con la del conjunto nacional: habiéndose reducido en más de una cuarta parte el personal empleado en la industria eléctrica española, el número de horas trabajadas lo ha hecho en una proporción mayor aún, con el resultado de un coste por hora trabajada un 10 por 100 superior.

Sin embargo, dos fenómenos están teniendo un efecto muy importante sobre la estructura empresarial del sector, aumentando el número de operadores y abriendo espacios a la competencia empresarial. En primer lugar, el desarrollo de la cogeneración, que ha posibilitado la aparición de un importante número de autogeneradores que, ya se ha dicho, son responsables de más del 80 por 100 de la producción de electricidad en la Comunidad de Madrid. En segundo lugar, la liberalización del sector eléctrico, culminada formalmente en enero de 2003, ha permitido la introducción de competencia, comenzando por los mercados de grandes consumidores, y cuyo resultado inmediato ha sido el abaratamiento, de forma especialmente notable en el caso de la Comunidad de Madrid, de los precios en alta tensión. En el caso de baja tensión, los resultados de la liberalización habrá que evaluarlos en el futuro, pero parece razonable pensar que tendrán una incidencia significativa sobre los precios y, sin duda, sobre la estructura empresarial del sector.

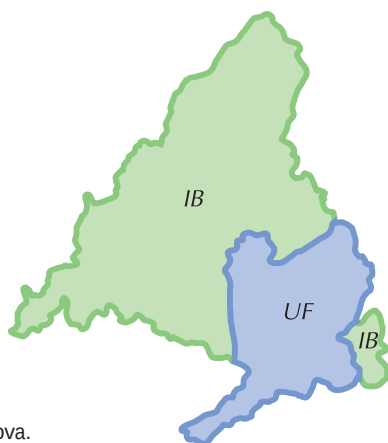
Las principales empresas productoras de electricidad en la Comunidad de Madrid son Tirmadrid —Central de R.S.U. de Valdemingómez—, UTE IDAE-La Seda —central de cogeneración en Alcalá de Henares que utiliza como combustible gas natural— e Hidroeléctrica Santillana. Las dos primeras, autogeneradoras, producen el 32 por 100 en de la producción eléctrica madrileña. La segunda supone el 10 por 100 de la producción eléctrica total de la Comunidad de Madrid y el 58 por 100 de la hidroeléctrica. Merece la pena destacar la excelente posición competitiva que presenta Hidroeléctrica Santillana que, de la mano de sus accionistas —Canal de Isabel II e Hidroeléctrica del Cantábrico—, podría ofrecer en un futuro cercano, ante la liberalización completa de los mercados de gas y electricidad, los tres servicios básicos: agua —en cuya distribución el Canal de Isabel II cuenta con un monopolio con pocas excepciones en la Comunidad de Madrid—, electricidad y gas. Se sumarían, así, el potencial comercializador del amplio número de clientes del Canal de Isabel II, el arraigo y la experiencia de una empresa con un siglo de antigüedad en el sector eléctrico y que ostenta, dentro de sus limitaciones, la mayor producción de energía hidroeléctrica de la Comunidad de Madrid, con la amplia experiencia en producción y distribución eléctrica de Hidroeléctrica del Cantábrico.

Por último, en cuanto a la producción de energía eléctrica en Madrid, cabe mencionar la actividad productora de Unión Eléctrica Fenosa, que, aunque de reducida importancia absoluta, generaba en 2000 un total 74.174 MWh, lo que supone el 7 por 100 del total de energía eléctrica y el 39 por 100 de la energía hidroeléctrica producida en Madrid.

En lo que hace a la distribución eléctrica, actividad que concentra la mayor parte del negocio del sector en la Comunidad de Madrid, se ha realizado tradicionalmente, ya se ha dicho, en forma de monopolio compartido entre Iberdrola y Unión Fenosa, que se han repartido geográficamente el territorio de la Comunidad de Madrid según se refleja el gráfico 7.7. En él se observa cómo este reparto del mercado se inclina a favor de Iberdrola, que distribuye al 62 por 100 de los abonados en Madrid, los cuales, además, presentan un consumo medio, en 2001, de 8.518 kWh, superior al consumo medio de los abonados de Unión Fenosa, 7.780 kWh (cuadro 7.6). Este menor tamaño medio del abonado o, quizá, debería decirse ya, *cliente* de Unión Fenosa, puede explicar el diferencial de precios medios registrado entre ambas compañías, diferencial que ha tendido a disminuir de forma significativa de 1996 a 2000.

gráfico 7.7

DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA EN LA COMUNIDAD DE MADRID.



Fuente: Madridinova.

DISTRIBUCIÓN DE ELECTRICIDAD EN LA COMUNIDAD DE MADRID, COMPARACIÓN IBERDROLA-UNIÓN FENOSA

Conceptos	1996	1997	1998	1999	2000	2001
NÚM. DE CONTRATOS						
Unión Fenosa Tfa. integral	923.014	940.323	961.517	982.529	1.001.312	1.023.002
Tfa. de acceso			5	150	576	1.192
TOTAL	923.014	940.323	961.522	982.679	1.001.888	1.024.194
Iberdrola Tfa. integral	1.490.816	1.528.974	1.565.934	1.604.050	1.644.967	1.687.031
Tfa. de acceso				347	1.053	1.784
TOTAL	1.490.816	1.528.974	1.565.934	1.604.397	1.646.020	1.688.815
ENERGÍA DISTRIB. (GWh)						
Unión Fenosa Tfa. integral	6.232	6.262	6.654	5.990	5.427	5.316
Tfa. de acceso			82	1.113	2.087	2.652
TOTAL	6.232	6.262	6.736	7.103	7.514	7.968
Iberdrola Tfa. integral	10.754	10.967	11.893	10.605	9.816	9.717
Tfa. de acceso				2.163	3.829	4.668
TOTAL	10.754	10.967	11.893	12.768	13.645	14.385
FACTURACIÓN (mill. de €)						
Unión Fenosa Tfa. integral	570,3	554,8	562,1	496,1	459,6	465
Tfa. de acceso			1,8	12,3	23,7	34
TOTAL	570,3	554,8	563,9	508,4	483,3	499
Iberdrola Tfa. integral	804,1	799,3	842,6	834,1	780,2	800,5
Tfa. de acceso				22,9	43,0	59,3
TOTAL	804,1	799,3	842,6	857,0	823,2	859,8
INVERSIONES (mill. de €)						
Unión Fenosa	n.d.	62,6	88,2	68,7	67,8	85,8
Iberdrola	n.d.	25,6	34,7	33,5	38,2	57,7
TOTAL	n.d.	88,2	122,9	102,2	106,0	143,5

Fuente: Elaborado con datos de Unión Fenosa e Iberdrola.

Es interesante observar también cómo, a partir de la «elegibilidad» inaugurada en 1998, algunos consumidores madrileños de Iberdrola y Unión Fenosa —entre los que podían hacerlo, los «cualificados»— han ido accediendo al mercado liberalizado, hasta alcanzar, con escasas diferencias entre ambas

compañías, un tercio de la energía distribuida en 2001; aunque, al corresponder sólo, hasta entonces, esa posibilidad de elegir suministrador eléctrico a los consumidores de mayor tamaño, los que optaron por la tarifa de acceso apenas si llegaban a representar, en 2001, el 1 por 1.000 del total de los clientes.

En cuanto al volumen de inversiones realizadas en estos años, sobresale el esfuerzo inversor realizado por Unión Fenosa, que ha invertido, en el período 1996-2001, un total de 373 millones de euros, frente a los 190 millones de Iberdrola.

Ambas empresas, tras el esfuerzo de adecuación al nuevo escenario de competencia en el sector, y dada la posición dominante que presentan en el mercado madrileño y el amplio bagaje de activos materiales y humanos en ellas presentes, se encuentran en una favorable posición competitiva para afrontar el nuevo marco regulador del sector energético, que introduce importantes riesgos, pero, a su vez, presenta nuevas oportunidades de competir en mercados hasta ahora vetados. Parece razonable, pues, pensar que el mercado madrileño, dada su magnitud en el contexto español, constituirá un foco de atracción principal para que se concentren en él una parte importante de las nuevas estrategias competitivas de las empresas del sector energético español.

Apéndice: La cogeneración eléctrica

La cogeneración consiste en la producción simultánea de energía eléctrica y calor a partir de una misma fuente de energía primaria, de manera que se logra aprovechar el calor generado en el proceso de producción eléctrica para su utilización posterior en otros procesos¹⁰. Dado que las instalaciones de cogeneración se localizan, casi siempre, junto a las plantas industriales de las que se nutren, suponen una doble mejora de la eficiencia energética: por una parte, porque se aprovecha la energía térmica producida, y que en las centrales eléctricas tradicionales es desaprovechada; y, por otra, porque se reducen en gran medida las pérdidas de energía eléctrica debidas a su transporte y distribución.

En todo caso, la eficiencia de los procesos de cogeneración energética depende de dos elementos (cuadro 7.7.): el tipo de tecnología de producción eléctrica empleada en las instalaciones de cogeneración y el tipo de combustible, en su mayoría gas, pero también energías renovables y fuel-oil (cuadro 7.8.).

cuadro 7.7

RENDIMIENTO ENERGÉTICO DE LAS INSTALACIONES DE COGENERACIÓN	
TIPO DE TECNOLOGÍA	PORCENTAJE RENDIMIENTO ENERGÉTICO
Central térmica convencional	40
Central ciclo combinado	60
Central de cogeneración	85-90

Fuente: M. J. Lago y A. Puga i Espi (2001).

¹⁰ Véase M. J. Lago y A. Puga i Espi (2001), «Presente y futuro de la cogeneración», *Análisis Financiero Internacional*, núm. 106 (cuarto trimestre).

cuadro 7.8

TIPO DE COMBUSTIBLE EMPLEADO EN UNIDADES EN OPERACIÓN, 2000

COMBUSTIBLE	PORCENTAJE
Gas natural	60,0
Gas de refinería	6,5
Gas de coquería	0,6
Renovables	8,5
Gasoil	3,0
Fuel-oil	15,5
Hulla/Antracita y derivados	2,8
Otros combustibles	3,0

Fuente: IDAE

Las empresas que se acogen al Régimen especial de producción de energía eléctrica cuentan con ventajas, pero también con algunos inconvenientes, respecto de las empresas productoras en régimen ordinario. En primer lugar, la principal ventaja de este tipo de proyectos es que el Estado se encarga de dos maneras de reducir al mínimo los riesgos: se les garantiza la venta de la energía producida, puesto que las empresas distribuidoras de su zona están obligadas a comprar los excedentes de energía que vierten a la red, y, además, tienen asegurados unos precios mínimos de venta, lo que asegura un cierto nivel de remuneración a los empresarios.

Sin embargo, la desventaja más importante que tienen que afrontar estas instalaciones es que el gobierno no se ha comprometido a mantener la legislación a largo plazo, de manera que cada año analizará las condiciones del mercado, que serán las que determinen los precios fijos que se aplicarán al Régimen especial.

a) Comparación de la evolución de la cogeneración en España y en la Unión Europea.

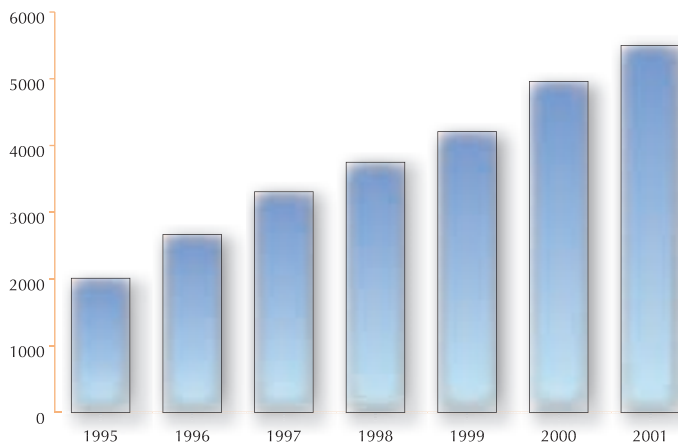
La Unión Europea ha manifestado su claro apoyo a la cogeneración y a las energías renovables como fuentes energéticas limpias del futuro, y así ha quedado patente en dos textos oficiales elaborados por dicha institución comunitaria: la *Estrategia comunitaria para la producción combinada de electricidad y calor* de 1997 —COM(97) 514 final— y el *Programa Europeo de Cambio Climático* —COM(2001) 580 final—. Ambos defienden la producción combinada de electricidad y calor como fuente de electricidad para el mercado interior europeo, de manera que la producción eléctrica procedente de estas fuentes constituya el 18 por 100 del total en el año 2010.

Existe, en Europa, una gran diversidad de casos en el uso de la cogeneración: mientras los países del norte de Europa (Dinamarca, Finlandia y Holanda) destacan por el empleo de dicha fuente en la producción de energía eléctrica, en los países mediterráneos (Francia, Grecia y España) su peso es mucho menor. En la mayoría de los casos, la producción eléctrica está ligada a procesos industriales y generada por autoprodutores. El resto alimenta redes de calefacción, situadas principalmente en los países nórdicos (países escandinavos, Alemania y Austria).

En cuanto a la potencia eléctrica instalada en la Unión Europea procedente de esta fuente, sobresale su rápido aumento, también en España, si bien todavía su peso relativo es marginal sobre el total de la producción eléctrica en régimen ordinario (gráfico 7.8.).

gráfico 7.8

POTENCIA INSTALADA DE COGENERACIÓN EN ESPAÑA, 1997-2001 (en MW)



Fuente: IDAE.

El incremento de la potencia instalada en España en los dos últimos años de referencia, 2000 y 2001, de 4.961 a 5.500 MW, se debe, además, a dos hechos: al aumento del número de plantas con motores de combustión interna —generan por sí solas el 41 por 100 del total de la potencia bruta instalada en 2000, 2.024 MW— y al aumento de las instalaciones con turbina de gas con recuperación de calor. El empleo de este tipo de electricidad ha sido, principalmente, en el sector industrial (industrias químicas, del papel, agroalimentarias...).

b) Normativa española: Régimen especial de cogeneración eléctrica.

Fue en 1994 —en la *Ley 40/1994 de Ordenación del Sector Eléctrico Nacional* (LOSEN)— cuando se empleó por primera vez el término de «Régimen especial» para referirse a las empresas productoras de este tipo, si bien en el PEN 1991-2000 se fijaba la atención en este tipo de instalaciones de

cogeneración para la producción de energía eléctrica nacional, estableciéndose una serie de incentivos económicos.

El RD 2366/1994 desarrolló la normativa establecida en la LOSEN, fijando un máximo de 100 MW de potencia instalada para las empresas que quisieran acogerse al Régimen especial, así como los precios fijos a los cuales se retribuirían los excedentes de producción eléctrica vertidos a la red.

La Ley 54/1997 de *Liberalización del sector eléctrico*, desarrollada por el RD 2818/1998 que rige actualmente este tipo de producción en Régimen especial, prevé:

- La actualización anual de las primas en función de unas determinadas variables.
- La revisión de dichas primas cada cuatro años atendiendo a tres criterios: la evolución del precio de la energía eléctrica en el mercado, la participación de las instalaciones acogidas al Régimen especial en la cobertura de la demanda y, por último, la incidencia de estas plantas sobre la gestión técnica del sistema.

A partir de la liberalización del sector eléctrico, la regulación de las empresas de cogeneración han pasado a regirse por el RD 2818/1998, lo que ha supuesto cambios en tres aspectos fundamentales:

- a) Los excedentes de electricidad vertidos a la red eran, anteriormente, retribuidos a un precio fijo específico para cada tecnología, mientras que a partir de 1997 son remunerados al precio del mercado mayorista, más una prima en función de la tecnología de generación.
- b) Las empresas que pueden acogerse a este régimen sólo pueden establecer una potencia máxima de 50 MW, mientras que anteriormente el límite estaba fijado en 100 MW; es decir, las empresas de gran tamaño deben ofrecer sus

excedentes de energía al mercado mayorista y no pueden acogerse al Régimen especial.

c) El límite temporal de protección se mantiene mientras subsistan los Costes de Transición a la Competencia (CTC), y las instalaciones tendrán derecho a percibir el precio del mercado mayorista más la prima fijada anualmente por el gobierno. En cuanto a las instalaciones acogidas al RD 2366/1994, pueden mantener el sistema de retribución fijado en dicho Real Decreto siempre que persistan los CTC, hasta 2010, y no están obligadas a adaptarse a lo establecido en el Real Decreto de 1998.

El cuadro 7.9 muestra cómo las instalaciones de cogeneración suponen ya en España la mitad de la potencia instalada en Régimen especial, en tanto que en el cuadro 7.10. pueden observarse las primas y los precios del Régimen especial establecidos para 2001 y 2002, dependiendo del tipo de fuente energética empleada para la generación de electricidad. Se aprecia que tanto las primas como los precios fijados para las diferentes fuentes energéticas se han mantenido relativamente estables, reduciéndose algo las primas otorgadas a la producción en cogeneración, en favor del resto de fuentes renovables. Por último, el cuadro 7.11. presenta la evolución de los precios medios de la electricidad producida en Régimen especial.

cuadro 7.9

COGENERACIÓN EN RÉGIMEN ESPECIAL, 2001				
	Potencia		Instalaciones	
	MW	%	Número	%
Total Régimen especial	10.256	100,0	1.936	100,0
- Instalaciones bajo RD 2366/94	4.998	48,7	818	42,3
- Instalaciones bajo RD 2818/98	5.258	51,3	1.118	57,7
Cogeneración	5.133	100,0	794	100,0
- Cogeneradoras bajo RD 2366/94	4.242	82,6	597	75,2
- Cogeneradoras bajo RD 2818/98	891	17,4	197	24,8
% cogeneración sobre Régimen especial	50,0		41,0	

Fuente: CNE.

cuadro 7.10

SISTEMA DE PRIMAS Y DE PRECIOS FIJOS DEL RÉGIMEN ESPECIAL, 2001 Y 2002 (céntimos de euro por kWh)					
FUENTES	POTENCIA	2001		2002	
		PRIMAS	PRECIOS FIJOS	PRIMAS	PRECIOS FIJOS
Cogeneración	≤10 MW				
	(10 años)	2,4641		2,2177	
	>10 MW y ≤ 25 MW (CTC)	2,4641 / 1,2321		2,2177 / 1,1119	
Biomasa primaria		2,7707	6,1544	2,7887	6,1724
Biomasa secundaria		2,5603	5,9440	2,5783	5,9620
Eólica		2,8788	6,2625	2,8969	6,2806
Minihidráulica	≤10 MW	2,9870	6,3647	3,0051	6,3827
	>10 MW y				
	≤ 50 MW	2,9870 / 0		3,0051 / 0	
Fotovoltaica	≤ 5 kW	36,0607	39,6668	36,0607	39,6668
		18,0304	21,6364	18,0304	21,6364

Fuente: RD 3490/2000 y RD 1483/2001.

cuadro 7.11

EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN RÉGIMEN ESPECIAL, 1998-2001 (céntimos de euro por kWh)				
FUENTES	1998	1999	2000	2001
Cogeneración	5,84	5,57	5,67	6,06
Solar	6,98	20,89	22,45	24,82
Eólica	6,81	6,68	6,72	6,62
Minihidráulica	6,69	6,65	6,68	6,44
Hidráulica	7,83	7,23	6,99	6,86
Biomasa	6,60	6,36	5,84	6,24
Biogás	5,90	6,19	6,02	6,12
RSU	5,69	5,75	5,45	5,60
Purines	—	5,85	6,73	7,27
Pm(a)	3,49	3,55	3,91	3,86

Nota: (a) Pm: Precio medio de compra de la electricidad en el mercado de producción.

Fuente: IDAE.

c) Importancia de la cogeneración en la Comunidad de Madrid.

En los últimos años, tanto el número de instalaciones de cogeneración y su potencia instalada como la producción eléctrica generada han mostrado una tendencia creciente en todas las Comunidades Autónomas españolas (cuadros 7.12. y 7.13.). El número de instalaciones en 2002 es de 831, con una potencia instalada de 5.440 MW, vertiendo a la red 16.926,5 GWh de electricidad.

cuadro 7.12

POTENCIA INSTALADA Y PLANTAS DE COGENERACIÓN POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS, 1998 Y 2002						
Comunidades Autónomas		1998	1999	2000	2001	2002
Andalucía	Potencia (MW)	443,39	507,44	573,96	587,36	615,05
	Núm. instal.	29	40	46	48	52
Aragón	Potencia (MW)	330,44	382,83	452,60	456,93	481,85
	Núm. instal.	37	43	52	55	57
Asturias	Potencia (MW)	44,23	47,16	54,34	54,34	54,34
	Núm. instal.	9	10	12	12	12
Balears	Potencia (MW)	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45
	Núm. instal.	4	4	4	4	4
Canarias	Potencia (MW)	62,40	64,62	64,62	70,78	70,78
	Núm. instal.	2	3	3	4	4
Cantabria	Potencia (MW)	138,92	138,92	238,92	292,62	292,62
	Núm. instal.	12	12	13	13	13
Castilla-La Mancha	Potencia (MW)	238,11	308,56	347,38	364,00	367,14
	Núm. instal.	35	49	54	58	59
Castilla y León	Potencia (MW)	241,13	281,08	338,54	421,85	426,56
	Núm. instal.	29	37	49	56	58
Cataluña	Potencia (MW)	925,52	955,75	1.126,45	1.152,19	1.152,19
	Núm. instal.	139	146	160	164	164
C. Valenciana	Potencia (MW)	440,48	494,12	533,21	548,05	560,30
	Núm. instal.	110	133	146	148	153
Extremadura	Potencia (MW)		5,83	8,81	8,81	8,81
	Núm. instal.		1	3	3	3
Galicia	Potencia (MW)	380,16	455,98	519,56	570,48	572,70
	Núm. instal.	51	72	86	97	99

La Rioja	Potencia (MW)	10,76	14,18	48,04	48,04	48,04
	Núm. instal.	7	8	11	11	11
Madrid	Potencia (MW)	93,42	117,94	127,23	200,41	200,41
	Núm. instal.	24	32	37	40	40
Murcia	Potencia (MW)	65,41	99,91	123,85	123,85	123,85
	Núm. instal.	7	10	13	13	13
Navarra	Potencia (MW)	62,14	78,77	94,92	97,77	97,77
	Núm. instal.	15	20	23	27	27
País Vasco	Potencia (MW)	243,73	265,22	289,90	354,09	364,08
	Núm. instal.	36	47	52	61	62
Total Potencia (MW)		3.723,70	4.221,76	4.945,79	5.355,04	5.439,96
Núm. total de instalaciones		546	667	764	814	831

Fuente: CNE.

Como se observa, Madrid tiene un peso muy reducido dentro del total nacional, con sólo 40 de las 831 plantas de cogeneración existentes en España en 2002, lo que representa un 4,8 por 100 de la potencia instalada (5.440 MW), y apenas el 2,2 por 100 de la producción eléctrica vertida a la red (cuadro 7). Destaca, en sentido contrario, Cataluña, que ha realizado una apuesta decidida por este tipo de energía y cuenta con 164 instalaciones, que suponen 1.152,2 MW de potencia instalada, en torno de una quinta parte del total nacional. También Andalucía ha hecho una intensa promoción de la cogeneración, pasando de contar con 29 plantas en 1998 a 52 en 2002, lo que ha permitido aumentar hasta los 615 MW la potencia instalada en 2002.

cuadro 7.13

ENERGÍA VERTIDA A LA RED POR COGENERACIÓN POR COMUNIDADES AUTÓNO MAS, 1998-2001 (en GWh)				
COMUNIDADES AUTÓNO MAS	1998	1999	2000	2001
Andalucía	2.315,2	2.765,8	2.794,7	2.811,6
Aragón	1.319,8	1.533,5	1.441,1	1.356,2
Asturias	162,5	253,1	230,7	264,6
Baleares	6,9	11,0	7,2	9,1



Canarias	367,1	366,8	296,7	258,0
Cantabria	202,9	475,3	519,1	1.179,3
Castilla-La Mancha	697,4	974,9	1.103,7	877,7
Castilla y León	823,9	921,7	1.039,1	1.147,4
Cataluña	4.095,4	4.676,2	4.576,0	4.004,3
Comunidad Valenciana	1.360,1	1.592,9	1.562,5	1.362,0
Extremadura		0,6	27,9	22,9
Galicia	1.378,6	1.769,3	1.709,3	1.797,3
La Rioja	38,5	44,6	111,9	125,3
Madrid	254,4	286,4	254,7	376,2
Murcia	280,9	325,5	426,1	406,6
Navarra	169,0	213,1	231,5	247,1
País Vasco	568,4	711,5	677,6	680,9
TOTAL	14.041,0	16.922,0	17.009,8	16.926,5

Fuente: CNE.

8

Energía y medio ambiente: las energías renovables



8.- ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE: LAS ENERGÍAS RENOVABLES.

Las llamadas *nuevas energías*, casi todas ellas adjetivadas también *renovables*, aunque estuvieran ahí desde siempre —el sol, el viento, la biomasa, el agua en cursos fluyentes...—, se han incorporado muy recientemente a los balances energéticos de los distintos países como fuentes capaces de producir energía secundaria en una proporción significativa. A continuación se analiza la situación presente y futura de este tipo de fuentes energéticas en la Comunidad de Madrid, comenzando por una panorámica general de las energías renovables, en Europa y en España, para entrar luego en un análisis regional pormenorizado por fuentes.

8.1. Panorámica general de las energías renovables.

En la actualidad, las energías renovables contribuyen en cerca del 6 por 100, en promedio, al consumo de energía primaria de los quince países de la Unión Europea, con particular aportación de la biomasa —residuos agrícolas y forestales, y subproductos industriales, principalmente—, destinada sobre todo a la producción de energía térmica —calor—, y de los recursos hídricos, en la generación de electricidad. Respecto del consumo de energía final, estas nuevas energías suponían en 2000 en torno del 4 por 100 del consumo total europeo.

En cuanto a la generación de energía eléctrica, se ha dado a lo largo del decenio de 1990 un fenómeno de sustitución de fuentes energéticas en favor de la energía hidráulica y la eólica, que aportan hoy, en Europa, cerca del 14 por 100 de la producción eléctrica, y un 22 por 100 de la potencia. Conviene hacer, no obstante, un mínimo recorrido por las principales de estas fuentes renovables.

En 2001, la potencia *eólica* instalada en la Unión Europea superó los 17.000 MW, de los cuales más del 50 por 100 proceden de Alemania —que aumentó en 2.600 MW la potencia generada respecto del año anterior— y, en segundo lugar, de España, que, a cierta distancia del tercer proveedor europeo,

Dinamarca, con 2.417 MW de potencia, aporta en torno del 19 por 100 del total de la potencia eólica instalada en Europa —3.191 MW—, e incrementó su capacidad en 1.000 MW a lo largo de ese año. Esto le permitió consolidarse como segundo proveedor de energía eólica en la Unión Europea, y en tercer lugar dentro de la clasificación mundial, detrás de Alemania y Estados Unidos. En todo caso, el aumento de la potencia eólica en estos países se ha visto favorecido por los sistemas vigentes de apoyo directo a los precios. Por otro lado, y al ritmo actual, parece asegurado que pueda alcanzarse el objetivo global del *Libro Blanco* de la Comisión Europea para la energía eólica (40.000 MW) antes del plazo previsto en 2010.

Alemania, que aporta también más de la mitad de la potencia *solar fotovoltaica* instalada en la Unión Europea, generó, en 2001, 87,5 MWp. España, cuarto proveedor europeo, aportó en torno de un 7 por 100 (12,1 MWp). Hay que subrayar que tanto Alemania como España mantienen un sistema de apoyo a la generación de energía eléctrica de origen fotovoltaico. Se trata de un sistema de precios fijos: en Alemania, una cantidad constante e igual a 0,5 euros por kWh para los primeros 350 MWp instalados, y, en España, en función de la potencia de instalación (mayor o menor de 5 kW).

Por otro lado, España ocupa el quinto puesto en la clasificación europea de energía *solar térmica* de baja temperatura instalada, con 402.000 de m² de superficie de captación solar instalados en 2000, lo que supone un 3,9 por 100 del total, tras Alemania —que lidera también aquí el mercado europeo—, Grecia y Austria.

Otros tres países —Francia, Suecia y Finlandia— se reparten casi el 50 por 100 de la producción de energía primaria con *biomasa* en Europa, la mayor parte procedente de los residuos forestales y de la industria de la madera. Además, en los países del Norte de Europa se localiza un gran número de fabricantes de calderas para este tipo de combustibles, lo que facilita la explotación de los recursos forestales y de los residuos herbáceos de estas zonas. A pesar de que la biomasa es una fuente muy importante de producción de energía

primaria en España, en relación con Europa su aportación es escasa, de sólo 3,6 Mtep en 2000. De hecho, el desarrollo de la producción de energía a partir de biomasa es una de las prioridades del *Libro Blanco de las energías renovables*: un millón de hogares calefactados con biomasa en la Unión Europea, y 10.000 MWh en plantas de cogeneración que la utilizan.

De manera sintética, y a modo de resumen, el cuadro 8.1. muestra el panorama actual de las energías renovables en los diferentes países de la Unión Europea.

cuadro 8.1

LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EUROPA, 2000					
Países	Capacidad eléctrica instalada en plantas minihidráulicas (a) (MW)	Potencia eólica instalada (b) (MW)	Superficie de captación solar instalada (miles m ²)	Potencia fotovoltaica (MWp)	Producción de energía primaria con biomasa (Mtep)
Alemania	1.375	8.750	3.365	87,5	5,0
Austria	812	97	2.170	6,7	3,0
Bélgica	59	10	56	—	0,3
Dinamarca	11	2.417	244	1,7	0,9
España	1.542	3.191	402	12,1	3,6
Finlandia	304	39	10	2,5	7,5
Francia	2.004	94	543	10,6	9,8
Grecia	45	273	2.460	1,0	0,9
Holanda	37	483	241	12,2	0,5
Irlanda	54	132	2	—	0,2
Italia	2.190	697	350	19,5	4,6
Luxemburgo	34	18	1	—	—
Portugal	280	127	221	0,5	1,7
Reino Unido	161	474	150	1,6	1,0
Suecia	969	264	167	2,8	8,3
TOTAL	9.877	17.066	10.382	158,7	47,3

Notas: (a) Datos de 1999. (b) Datos de 2001.

Fuente: Elaborado con datos del IDAE.

8.2. Evolución reciente de las energías renovables en España.

En España, la contribución de las energías renovables al consumo de energía primaria se sitúa en torno del 6 por 100; descontada la energía hidráulica, representan cerca del 4 por 100 del consumo total, con casi 4 millones de tep anuales, en su mayor parte —un 90 por 100— biomasa, empleada directamente en usos finales, y el resto son residuos sólidos urbanos y energía eólica y solar empleados en la generación eléctrica. Sin embargo, al observar los datos del consumo final de energía, es de destacar que la participación de las renovables sobre el total nacional, hoy en torno del 4 por 100, ha ido reduciéndose a lo largo del decenio de 1990 (cuadro 8.2.).

cuadro 8.2

EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA FINAL EN ESPAÑA, 1993-2000 (ktep)			
Años	Energías renovables	Total energía	Porcentaje de participación
1993	3.662	66.490	5,51
1994	3.688	69.137	5,33
1995	3.487	72.153	4,83
1996	3.508	74.228	4,23
1997	3.491	77.426	4,51
1998	3.506	83.720	4,19
1999	3.525	86.099	4,19
2000	3.607	90.266	3,99

Fuente: Elaborado con datos de la Dirección General de Política Energética, Mineco.

Con todo, el *Plan de fomento de las energías renovables* de 1999 prevé un rápido crecimiento del uso de estas fuentes, sobre todo de las nuevas renovables, como la energía eólica, que cuenta en España con unas posibilidades particularmente prometedoras, como revela ya el paisaje de muchas de nuestras regiones, y augura, sobre la base de un notable desarrollo tecnológico y una gran reducción de costes, el prominente puesto que ha alcanzado en pocos años a escala internacional, según acaba de apuntarse.

El cuadro 8.3. muestra el escenario previsible del consumo energético español en el horizonte 2010, sobre la base de un importante esfuerzo de ahorro y con un notable aporte de las energías renovables, llamadas a multiplicar por dos en diez años —hasta el 12 por 100— su contribución al balance energético primario.

cuadro 8.3

PROYECCIÓN DEL CONSUMO BRUTO DE ENERGÍA PRIMARIA EN ESPAÑA POR FUENTES, 2010	
Fuente	Porcentaje
PETRÓLEO	49.9
GAS	17.1
NUCLEAR	12.2
CARBÓN	8.4
HIDRÁULICA	2.0
OTRAS RENOVABLES	10.3
-Minihidráulica	0.4
-Biomasa	8.1
-Eólica	1.4
-Solar	0.4

Fuente: Elaborado con datos del IDAE (1999), *Plan de fomento de las energías renovables*.

De cualquier modo, debe subrayarse que el progreso de estas energías en España depende de un modo decisivo de las subvenciones públicas y de unos precios políticos que permitan «descontar el futuro», aún incierto, e internalizar sus positivos efectos medioambientales.

En cuanto a las empresas y los proyectos de aprovechamiento de energías renovables, durante 2001, último año del que se dispone de información, se pusieron en funcionamiento 8.060 nuevos proyectos de aprovechamiento de las energías renovables en España, que se concentraron mayoritariamente en el área de la energía solar: un 68 por 100 corresponden al área de la energía solar térmica (5.497 proyectos) y un 28 por 100 a la solar fotovoltaica (2.259

proyectos). A pesar de la importancia del número de proyectos correspondientes a energía solar térmica, y de que se hayan puesto en marcha más de 51.000 paneles solares, la contribución unitaria al balance energético de este área es aún reducida: apenas un 1,5 por 100 del total de la nueva producción renovable del año 2001.

El conjunto de proyectos empresariales puestos en marcha movilizaron una inversión total de 938 millones de euros, lo que supone un incremento del 12,9 por 100 respecto del año anterior y un 115 por 100 respecto de 1998. Hay que destacar que en sólo cuatro años los recursos económicos destinados a estos proyectos se han más que duplicado.

Las dos características más destacables del tejido industrial en este área son, por un lado, el reducido tamaño de las plantas —más de la mitad de estas empresas cuentan con menos de 25 empleados—, y, por otro, la concentración empresarial en unas pocas Comunidades Autónomas, mayoritariamente en la Comunidad de Madrid (22,7 por 100) y en Cataluña (19,5 por 100), con toda probabilidad influidas por un «efecto sede». El reducido tamaño de las empresas obedece al carácter descentralizado de las fuentes energéticas renovables, que se localizan junto a los recursos. Por otro lado, las empresas españolas de energías renovables no sólo realizan su actividad en el territorio nacional, sino fuera de sus fronteras: alrededor de 290 empresas declaran realizar u ofrecer sus servicios en el exterior, principalmente en Iberoamérica, Portugal, África y el resto de la Unión Europea.

Los apoyos públicos totales han representado tan sólo un 2,5 por 100 del total de los fondos invertidos en 2001. A lo largo de los últimos cuatro años, sin embargo, se puede observar el aumento del peso de las Administraciones Autonómicas, que han pasado de conceder el 7 por 100 de los fondos públicos a proporcionar más del 16 por 100 y cuya participación en el total de los fondos públicos aportados supone ya un 67 por 100 en 2001. Las Comunidades Autónomas se han convertido en la principal fuente de recursos

económicos públicos, aumentando su importancia como fuente de financiación de los proyectos empresariales de energías renovables. De manera simultánea, el peso en la financiación de estas inversiones por parte de la Administración Central y de la Unión Europea ha caído en estos años en 4 y 3 puntos porcentuales, respectivamente. En cuanto a las Administraciones Locales, siguen sin asumir ningún tipo de competencias en este campo.

La mayor parte de estos fondos públicos, el 45 por 100, se ha localizado en proyectos de energía solar térmica: de los fondos aplicados por la Administración Central, el 81 por 100 del total ha correspondido a este área, básicamente, a través de la *Línea de Apoyo a la Energía Solar Térmica* de IDAE.

8.3. Situación en la Comunidad de Madrid.

a) Balance y perspectivas.

La situación de la Comunidad de Madrid en cuanto a la producción —y al uso, por cuanto su generación suele orientarse a la demanda cerca de los núcleos de consumo— de las energías renovables muestra, en general, una modesta participación, menor de la que tienen en el balance energético español, aunque ayuden a aumentar la escasísima contribución de los recursos energéticos autóctonos a la satisfacción de la demanda energética madrileña. El principal recurso, como en el conjunto de España, es la biomasa para usos térmicos, con el sector doméstico como principal demandante, sobre todo para calefacción y agua caliente, al que deben unirse, en el caso de Madrid, los residuos sólidos urbanos. En 2001 esta fuente generó 256,6 miles de tep, el 91,6 por 100 del total de la energía renovable producida en la Comunidad de Madrid (280 miles de tep).

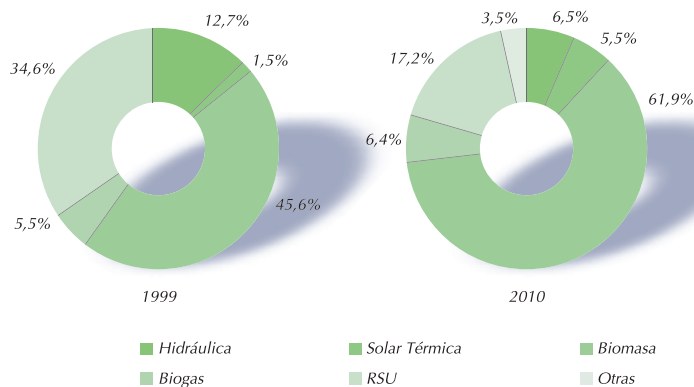
En efecto, la producción de energía eléctrica a partir de la incineración de este tipo de residuos cuenta, desde 1995, con la planta de Valdemingómez, con una potencia instalada de 29 MW, y neta de 23,4, eliminados los

autoconsumos eléctricos. Además, sobre el propio vertedero de Valdemingómez hay un proyecto muy avanzado de desgasificación, con una potencia de generación eléctrica de unos 19 MW, utilizando como combustible, en un 90 por 100, el biogás extraído y, el resto, gas natural. En el año 2001 las energías renovables participaron con 150 MW de potencia instalada a la producción de energía eléctrica en la Comunidad, de los cuales 99 MW correspondían a energía hidráulica, 50 MW a residuos y 1 MW a la solar fotovoltaica.

Por otro lado, está la energía minihidráulica, de hasta 10 MW, cuyas instalaciones en la Comunidad representan en torno del 3 por 100 de la potencia instalada en España en este tipo de centrales, y un porcentaje parecido del consumo, dependiendo de los años. Por último, la energía solar, tanto térmica —empleada en algunas instalaciones de baja temperatura para producir agua caliente sanitaria— como fotovoltaica, donde destaca la central experimental de San Agustín de Guadalix, representa todavía, pese a su potencial, porcentajes muy marginales, y nulos en el caso de la energía eólica.

Lo que se deduce de todo ello es el margen que existe para aumentar la contribución de estas energías renovables al balance energético regional, como pretende el *Plan de energías renovables de la Comunidad de Madrid* con el horizonte 2010, siguiendo las mismas líneas del *Plan de fomento de las energías renovables* de 1999 y contando con el apoyo de las medidas de ayuda instrumentadas desde las distintas instancias oficiales. El objetivo, en Madrid, es duplicar en diez años la contribución de las energías renovables, hasta alcanzar, en 2010, algo más de 400 mil tep, merced, sobre todo, a la mayor aportación de la biomasa —térmica, eléctrica y de biocarburantes— y, aunque sea en una medida muy pequeña, de otras fuentes de escaso desarrollo aún, como la solar, térmica y fotovoltaica, y la eólica (gráfico 8.1.). El Plan de la Comunidad de Madrid se plantea, además, como objetivos prioritarios promover la reducción del efecto invernadero, potenciar la estabilidad energética de la región, generar empleo y mejorar la protección de la salud pública.

gráfico 8.1

ENERGÍAS RENOVABLES EN LA COMUNIDAD DE MADRID, 1999-2010

Fuente: Plan de energías renovables de la Comunidad de Madrid.

A partir de 1998, la Comunidad de Madrid —a través de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Conserjería de Economía y Empleo (hoy, de Economía e Innovación tecnológica)— ha previsto la creación de una serie de instrumentos financieros y subvenciones que vienen a sustituir a las acciones que desde la Administración Central, en colaboración con el Ministerio de Industria y Energía y el IDAE, se realizaban en apoyo a la eficiencia energética y al fomento de la utilización de las energías renovables. Este hecho muestra claramente el trasvase de competencias desde el gobierno central al autonómico a la hora de financiar los proyectos industriales en este área. De un total de 872 demandas presentadas a lo largo de estos cuatros años de funcionamiento del Programa, la Comunidad de Madrid subvencionó el 43,5 por 100 de los proyectos, aportando algo más del 40 por 100 del total de fondos invertidos en ellos. En definitiva, las subvenciones dotadas por la Comunidad de Madrid en este período —cuyo montante final asciende a 5.712.884 euros— han mostrado una tendencia creciente, habiéndose experimentado un incremento muy notable en 2001 (cuadro 8.4.).

cuadro 8.4

PROGRAMA DE SUBVENCIONES PARA ENERGÍAS RENOVABLES Y AHORRO ENERGÉTICO DE LA COMUNIDAD DE MADRID, 1998-2001

Año	Solicitudes presentadas	Expedientes subvencionados	Inversión (euros)	Subvención (euros)
1998	41	28	374.008,48	261.805,93
1999	153	83	1.224.619,52	857.233,66
2000	259	48	1.436.770,26	1.005.739,18
2001	419	220	10.884.145,90	3.588.105,66
TOTAL	872	379	13.919.544,16	5.712.883,89

Fuente: Elaborado con datos de la *Memoria 2001*, Dirección General de Industria, Energía y Minas, Comunidad de Madrid.

Además de las actuaciones previstas desde la propia Comunidad de Madrid y de los apoyos públicos que fluyen a través de diversos organismos¹, debe tenerse en cuenta que la citada Ley de 1997 del sector eléctrico estableció un *Régimen especial* de generación eléctrica (desarrollado en el Real Decreto 2818/98), en virtud del cual, ya se dijo, ciertos productores —entre ellos, los autoprodutores en régimen de cogeneración y quienes utilicen energías renovables con unidades de potencia inferior a los 50 MW— reciben las ayudas económicas previstas, con el fin de subvenir a los fines establecidos en la Ley: la mejora de la eficiencia energética, la reducción del consumo y la protección del medio ambiente. Primas a la electricidad de origen renovable que se han venido actualizando desde entonces cada año (véase de nuevo en el cuadro 7.10.), en función, entre otros factores, de la variación del precio medio de venta de la electricidad, y, transcurridos cuatro años, revisadas en 2003².

¹ Una vez territorializadas, a partir de 1998, las subvenciones del *Plan de ahorro y eficiencia energética* coordinadas desde el entonces Ministerio de Industria y Energía.

² El precio de las energías renovables aumenta en 2003 en un 11,1 por 100 en el caso de la biomasa y del 1,65 por 100 en el de la minihidráulica, en tanto que se reduce, en un 1,02 por 100, el precio del kilovatio eólico, rebajándose en un 8,04 por 100 la prima sobre el precio de la tarifa que las compañías eléctricas deben pagar a los productores de este tipo de energía.

b) Análisis por fuentes.

A modo de balance comparado, el cuadro 8.5. permite una primera apreciación, a pesar de las diferentes unidades de medida que contiene, al peso de cada una de las fuentes energéticas renovables en Madrid, en comparación con el resto de regiones españolas, y en proporción con el total.

cuadro 8.5

COMPARACIÓN DE LAS FUENTES RENOVABLES POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS, 2001 ^(a)						
Comunidades Autónomas	Minihidráulica Potencia instal. (MW)	Eólica Potencia instal. (MW)	Solar térmica Superficie instal. (m ²)	Solar fotovoltaica Potencia instal. (kWp)	Biomasa Potencia instal. (kW)	Biogás Potencia instal. (kW)
Andalucía	189,7	158,1	25.291	394	40.910	2.564
Aragón	190,4	404,3	443	23	25.408	1.220
Asturias	85,5	24,4	483	46	11.650	4.750
Baleares	0	0,2	916	175	0	0
Canarias	1,4	120,4	4.838	45	0	0
Cantabria	51,5	0,0	188	0	2.720	2.000
Castilla y León	249,4	352,9	2.810	163	7.045	2.100
Castilla-La Mancha	95,0	493,2	844	120	6.400	0
Cataluña	227,9	83,4	4.613	658	0	5.290
C. Valenciana	44,7	2,8	4.355	156	0	3.430
Extremadura	19,6	0,0	335	144	1.300	0
Galicia	144,8	937,7	1.255	18	32.220	35
Madrid	45,3	0,0	516	44	0	19.090
Murcia	18,3	11,3	1.881	55	0	1.034
Navarra	152,4	554,1	1.724	1.416	7.420	1.320
País Vasco	48,8	27,0	865	84	29.200	1.995
La Rioja	442,6	73,9	0	0	0	976
TOTAL	1607,3	3243,9	51.357	3.542	147.628	45.804

Nota: (a) Datos provisionales.

Fuente: IDAE.

A partir de esta situación actual, los objetivos establecidos para el año 2010 suponen un aumento muy significativo del uso de las energías renovables, apostándose por ellas como fuentes energéticas del futuro (cuadro 8.6.). El aumento global del consumo de estas fuentes alcanzará, de acuerdo con estas previsiones, tres veces —16.639 tep— el nivel existente en el año 1990 —5.983 tep—. Los aumentos más significativos se esperan realizar en el campo de la biomasa, en la actualidad ya con significativo peso en la Comunidad de Madrid, y la energía eólica, aprovechando su potencial de desarrollo en la zona norte de nuestra región, hasta llegar a los 1.852 tep energéticos generados por esta fuente.

cuadro 8.6

EVOLUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA POR FUENTES, 1990-2010

(en tep)

Fuentes	1990	1998	1999	2000	2001(a)	2010
Minihidráulica	184	483	392	381	415	249
Hidráulica	2.019	2.620	1.854	2.153	3.111	2.677
Eólica	1	124	225	417	623	1.852
Solar térmica	22	26	28	31	35	336
Solar fotovoltaica	0	1	1	2	2	19
Solar termoeléctrica	0	0	0	0	0	180
Geotérmica	3	4	5	8	8	3
Biomasa	3753 ^(b)	3.568	3.588	3.617	3.664	9.645
RSU	—	247	276	279	279	683
Biogás	—	89	97	109	114	150
Biocarburante	—	0	0	51	51	500
TOTAL	5.983	7.163	6.467	7.047	8.302	16.639

Notas: (a) Datos provisionales. (b) Incluye R.S.U., biogás y biocarburante.

Fuente: IDAE.

A continuación se analizan brevemente las características y la distribución de las energías renovables en la Comunidad de Madrid, presentando una visión

comparativa con el resto de las Comunidades Autónomas, con mención de las peculiaridades de cada una de estas fuentes en la región madrileña.

- Minihidráulica.

Puede decirse que en Madrid queda aún un potencial de energía hidroeléctrica por desarrollar, en particular de la minihidráulica, de menos de 10 MW: dentro del conjunto de Comunidades Autónomas españolas, ocupa el décimo puesto en cuanto a potencia instalada en 2001, con 45,3 MW instalados —el 2,8 por 100 del total nacional—, aunque muy lejos de Comunidades como Castilla y León, Cataluña, Aragón y Andalucía, con muchas más posibilidades hídricas y orográficas en este campo. Cabe señalar, no obstante, que no se han realizado en los últimos años esfuerzos significativos por expandir este tipo de energía renovable, y el número de instalaciones minihidráulicas de Madrid (13) es insignificante frente a las 269 instalaciones de Cataluña o las 161 de Castilla y León.

Según el IDAE —*Impactos ambientales de la producción eléctrica: Análisis del ciclo de vida de ocho tecnologías de generación eléctrica* (2000)—, la energía minihidráulica es, con mucho, la que emplea una tecnología menos contaminante en la producción de energía eléctrica, por cuanto provoca un daño medioambiental muy inferior a la producción eléctrica en plantas de carbón y menor, también, que la producción de origen eólico. Por ello, el IDAE se esfuerza en eliminar todas aquellas barreras administrativas —período para la obtención de nuevas concesiones o ampliaciones— y medioambientales —alteración del curso de los ríos y peligro para la biodiversidad del área— que dificultan, entorpecen y ralentizan la puesta en marcha de proyectos en este campo.

En concreto, la Comunidad de Madrid podría potenciar el uso de este tipo de energía renovable para la generación de energía eléctrica a través de dos vías: aprovechando las presas que actualmente existen para otros usos, y construir centrales minihidráulicas a sus pies; y rehabilitando y modernizando antiguas centrales hidroeléctricas que han dejado de estar activas, poniéndolas de nuevo en funcionamiento con nuevas técnicas.

- Eólica

El potencial eólico de la Comunidad de Madrid supone una apuesta segura, aunque limitada, a la hora de desarrollar las energías renovables. Las posibilidades eólicas de la región hacen previsible el desarrollo de tres tipos de instalaciones —parques eólicos, instalaciones de menos de 2 MW y de bombeo—, cuya localización y actividad dependerán de las tecnologías empleadas y de su posible empleo, lo que exigirá la realización de estudios más localizados. Se espera que el número total de estas instalaciones sea de 362, capaces de generar 8.686 tep de energía en 2010 (cuadro 8.7.).

cuadro 8.7

PREVISIONES DE POTENCIA EÓLICA INSTALABLE EN LA COMUNIDAD DE MADRID, 2010

Tipos de instalaciones	Potencia instalada (MW)	Energía (tep)	Núm. de instalaciones
Parques eólicos	40	6.880	6
Instalaciones < 2 MW	9	1.548	6
Bombeo y minigeneradores	1	258	350
TOTAL	50	8.686	362

Fuente: IDAE.

La Comunidad de Madrid no cuenta hoy con ningún parque eólico ni con aerogeneradores. En todo caso, se pretende que para 2010 se hayan podido materializar, al menos, el 40 por 100 de las posibilidades teóricas existentes en la región —estimadas en 125 MW—, lo que supone instalar seis plantas que sean capaces de generar 6.880 tep de energía eléctrica, que se distribuirá de manera generalizada por las redes. Además, en aquellas zonas de la región donde el potencial eólico es menor, se prevé instalar plantas —de una hasta tres máquinas— que saquen partido a la rosa de vientos.

- Solar térmica.

Desde 1999 se han instalado un total de 113.000 m² de paneles solares

repartidos por toda España: en cabeza se encuentra la comunidad andaluza, que concentra el 31,6 por 100 del total de la superficie solar instalada —140.947 m²—, frente a los 39.952 m² instalados en Madrid, un 9 por 100 del total nacional. Las instalaciones solares están muy concentradas regionalmente, y en tres Comunidades Autónomas —Andalucía y los dos archipiélagos— se asientan los dos tercios de las plantas solares españolas.

Además de no contar la Comunidad de Madrid con una gran superficie solar térmica instalada, tampoco ha realizado grandes esfuerzos por aumentar el número de instalaciones en funcionamiento a lo largo de los últimos años —en 2001 sólo se han instalado 516 m² —, habiendo sido regiones como Cataluña y Valencia, aparte de Andalucía y Canarias, las que más han aumentado su superficie de energía solar.

En Madrid se espera un notable desarrollo de la energía solar térmica, gracias, por una parte, a la climatología de la región y a su radiación solar, y, por otra, a la importancia de su empleo en sectores como el doméstico —instalación de agua caliente sanitaria— y los servicios —turismo y deportes—, ambos muy importantes en la estructura económica de la Comunidad de Madrid. Pese a que los objetivos fijados para Madrid en el horizonte 2010 —que su peso aumente del 1,5 por 100 al 5,4 por 100 del total de las energías renovables— suponen un incremento muy significativo de este tipo de energía (en concreto, alcanzar los 300.000 m² instalados), hay dos aspectos que deben afrontarse rápidamente para evitar el rechazo y la desconfianza de los consumidores: el primero, realizar una campaña de información sobre la tecnología solar, y, el segundo, mejorar los programas de mantenimiento de las instalaciones.

- Solar fotovoltaica

Al igual que en el caso de la energía solar térmica, Madrid se encuentra en las últimas posiciones de las Comunidades Autónomas por potencia solar fotovoltaica instalada. A la cabeza se encuentra Navarra, que cuenta con 1.416 kWp de potencia instalada —casi el 40 por 100 del total nacional

instalado en 2001, 3.542 kWp—, y le siguen Andalucía, Extremadura y Baleares. En cuanto al número de instalaciones puestas en funcionamiento durante el último trienio, la actividad en la Comunidad de Madrid ha sido ínfima, y tan sólo se han desarrollado dos proyectos, sobre un total de 4.873. Andalucía ha sido la Comunidad que más plantas fotovoltaicas ha puesto en funcionamiento.

Los objetivos fijados en el *Plan de fomento de las energías renovables* prevén un gran aumento en el uso de esta fuente de energía, hasta alcanzar 135 MWp. Las Comunidades con mayores cuotas son Cataluña, Madrid y Andalucía, con el objetivo de alcanzar una potencia conectada superior a 10 MWp.

Madrid, en concreto, cuenta con un gran potencial para la consecución de dichos objetivos (cuadro 8.8.), gracias a sus recursos y al mercado potencial para este tipo de energía. Por el momento, la energía solar fotovoltaica en Madrid se emplea en la provisión de instalaciones aisladas, aunque se espera dar un gran impulso a los sistemas conectados a la red. Para ello, será necesario el apoyo público, unido a una promoción de los sistemas de aplicación.

cuadro 8.8

OBJETIVOS PARA LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA COMUNIDAD DE MADRID, 2010

Sistemas	Potencia instalada (kWp)	Energía (tep)
a) Sistemas conectados a la red:		
- Con potencia nominal sup. 5 kWp	7.150	922
- Con potencia nominal inf. 5 kWp	5.500	710
b) Sistemas aislados:		
- Instalaciones de telecomunicación	30	4
- Dispositivos de señalización y alarma	30	4
- Aplicaciones industriales	30	4
- Aplicaciones agropecuarias y medioambientales	50	7
- Instalaciones de servicios (sector doméstico)	260	33
TOTAL	13.050	1.684

Fuente: *Plan de fomento de las energías renovables de la Comunidad de Madrid.*

- Biomasa³.

La región que más biomasa consume es Andalucía —771.706 tep en 2001—, seguida de Galicia —667.357 tep—, que suponen casi el 40 por 100 del consumo nacional. En general, se observa que los niveles de consumo en este área se han mantenido muy estables entre 1999 y 2001. En el caso de la Comunidad de Madrid, la cifra se situó en torno a los 80.000 tep, un 2,2 por 100 del total nacional. La región no ha realizado ninguna nueva instalación en estos tres años, y la potencia eléctrica instalada tampoco ha variado.

Para 2010 se espera que la Comunidad de Madrid alcance una producción de energía renovable de 360.000 tep, de los cuales una parte mayoritaria —al igual que ocurre a nivel nacional— provendrá de la biomasa; en concreto, se espera pasar a una producción de 86.000 tep de biogás y biomasa eléctrica, y 141.000 de biomasa térmica. En el cuadro 8.9. se presentan estos objetivos, detallados según el destino para el que serán empleados. Puede observarse cómo la producción de electricidad a partir de la biomasa y los biocarburantes, más los subproductos derivados de la biomasa industrial empleados como combustibles, son las grandes apuestas de la región.

cuadro 8.9

OBJETIVOS DE ENERGÍA DE LA BIOMASA PARA LA COMUNIDAD DE MADRID, 2010	
SECTORES	ENERGÍA (tep)
Utilización energética de combustibles sólidos derivados de la biomasa en instalaciones industriales (procedentes de residuos industriales)	41.298
Sistemas urbanos de calefacción o producción de ACS	6.680
Centrales de producción de electricidad	59.722
Aprovechamiento de biogás (ganadero, RSU y EDAR)	15.033
TOTAL (sin biocarburantes)	122.733
Biocarburantes	50.000
TOTAL	172.733

Fuente: IDAE.

³ Aunque también pueden considerarse conjuntamente bajo el epígrafe general de «biomasa», aquí se hace una referencia aparte del biogás y los biocarburantes.

- Biogás.

En 2001 se han puesto en funcionamiento dos nuevas plantas de tratamiento de biogás procedente de residuos ganaderos y de vertedero en Cataluña, y otra más, una depuradora de aguas residuales, en Andalucía. Estas tres plantas han aumentado la potencia instalada en un total de 2.648 MW. El biogás tiene dos usos fundamentales en España: las plantas depuradoras de agua, que suponen el 44 por 100 del consumo total, y la industria azucarera, el 9 por 100.

La Comunidad de Madrid se encuentra entre las que presentan un mayor consumo de biogás —31.993 tep en 2001, cifra que se ha mantenido constante a lo largo de los tres últimos años y que supone el 28 por 100 del consumo nacional —, junto con Asturias, Castilla y León y Cataluña.

Sin duda, el proyecto más importante de los realizados en la Comunidad de Madrid es el del vertedero de Valdemingómez, en el que se generará energía eléctrica a partir de la combustión del biogás —desgasificación— producido en el interior (por digestión anaerobia), y de gas natural. Entre otros proyectos, aparte de éste, emprendidos por la Comunidad en este área destacan el establecimiento de la Central de cogeneración con biogás en la EDAR Arroyo del Soto y la planta de cogeneración de ciclo combinado de gas natural, con 50 MW de potencia, junto con una planta de valorización energética de lodos de destintado que genera electricidad y vapor. Esta última instalación estará localizada en el nuevo centro de producción de la empresa Papelera Peninsular en Fuenlabrada.

Por último, la Planta de Biometanización y Compostaje de Residuos Urbanos de Pinto tratará, a partir de su puesta en marcha en 2003, residuos orgánicos urbanos, hasta 140.000 toneladas, con el fin de generar *compost* y electricidad mediante un sistema de cogeneración, con el biogás obtenido en el proceso de desgasificación llevado a cabo en el vertedero colindante.

- Biocarburantes

El desarrollo de los biocarburantes en la Comunidad de Madrid tiene un alto interés, no sólo por cuestiones medioambientales —y de reducción de las emisiones atmosféricas contaminantes—, sino también por el gran mercado potencial de la región y la dependencia de los combustibles derivados del petróleo para el transporte urbano; al mismo tiempo, se reduciría la dependencia energética de Madrid y se mejoraría su autobastecimiento.

En este campo, la Comunidad de Madrid ha emprendido los trabajos para la construcción de una planta biodiesel en Alcalá de Henares, que tendrá una capacidad de producción energética de 5.000 tep al año.

9

Las líneas de la planificación energética



9.- LAS LÍNEAS DE LA PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA.

Las peculiares características técnicas y económicas que rodean a las distintas actividades energéticas y, desde luego, consideradas en conjunto, su reconocido carácter esencial y estratégico, desde múltiples puntos de vista, y su decisiva incidencia sobre la competitividad del resto de los sectores, explican, entre otras razones, el gran interés que han mostrado habitualmente los poderes públicos en casi todos los países, más allá de prioridades ideológicas, por encauzar su actividad. La planificación energética mantiene, así —aunque sea, en estos tiempos, sobre unas bases más indicativas que obligatorias, y a pesar de los errores del pasado—, buena parte de su vigencia. Un interés que hoy se ve avivado, además, por la creciente preocupación de los ciudadanos y de las instituciones hacia los efectos ambientales de la energía.

En este sentido, España, que ratificó el *Protocolo de Kyoto* en mayo de 2002, se ha comprometido a no superar, a la altura de 2008-2012, en más del 15 por 100, con respecto a 1990, sus emisiones netas de los seis gases de efecto invernadero. Compromiso exigente, sobre todo si se tiene en cuenta que entre 1990 y 2000 ya habían crecido las emisiones de este tipo de gases en un 33,7 por 100, es decir, en más del doble de lo fijado para todo el período. Y, dado el previsible crecimiento de la demanda energética, se requerirá, en todo caso, además del desarrollo íntegro del *Plan de fomento de las energías renovables*, la puesta en marcha de un amplio conjunto de medidas de ahorro y de eficiencia energética y de lucha contra el cambio climático. Consideraciones que no son ajenas al caso concreto de la Comunidad de Madrid, región generadora de gran cantidad de residuos —a la cabeza de España, junto con Cataluña y la Comunidad Valenciana— y de emisiones contaminantes, por encima de la media nacional en los gases de efecto invernadero.

Recientemente, con fecha 13 de septiembre de 2002, el Gobierno ha presentado, bajo el título *Planificación de los sectores de electricidad y gas*.

Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011, el documento que define, a partir de sus previsiones de demanda energética en el horizonte de 2011, las líneas de actuación precisas para satisfacer las nuevas necesidades previstas y, en concreto, de inversión, pública y privada, en las redes de transporte eléctrico y gasista. Por otro lado, el documento integra los objetivos de producción eléctrica contenidos en el *Plan de fomento de las energías renovables*, aprobado en 1999 con horizonte 2010, según se ha examinado en el epígrafe anterior. No es, claramente, un Plan Energético Nacional al estilo de aquellos otros que trataron en el pasado de prever y de orientar, con desigual tino, la evolución del conjunto de actividades que componen el sector energético español. No lo es, ni tampoco puede serlo ya, en un marco de casi completa liberalización de los principales mercados que alimentan nuestro consumo energético final: atrás han quedado, aunque no tan lejanos, los tiempos en que la estricta regulación estatal, cuando no el monopolio o, en todo caso, la decisiva presencia de empresas públicas en todos los subsectores, del carbón al petróleo y del gas a la electricidad, definían un marco de tan dudosa eficiencia como dúctil acomodo al dirigismo estatal. Así, como reconoce el citado documento, «las decisiones de planificación obligatoria se refieren a las grandes infraestructuras sobre las que descansa el sistema energético nacional y que permiten su vertebración»; en el nuevo marco regulatorio, la planificación es en su mayor parte indicativa y, por tanto, «sus elementos dejan de vincular a los agentes, respetándose el principio de libre iniciativa empresarial».

Pues bien, lo que suceda, y cómo suceda, con el sector energético español en los próximos años tiene una importancia crucial para la Comunidad de Madrid¹. Ya se ha dejado constancia en los epígrafes previos de las escasas posibilidades de generación de energía propia en la Comunidad de Madrid, en contraste con sus grandes necesidades en este terreno. Por

¹ Estos párrafos siguen la argumentación y complementan lo expuesto en J. C. Jiménez, «Madrid en la nueva planificación energética», *Economistas*, núm. 95, 2003.

ello, una propuesta de planificación energética como la planteada en el documento del gobierno, aunque sea con las limitaciones que impone su carácter indicativo en las actividades no reguladas, tiene para Madrid un interés muy concreto: el que corresponde a una Comunidad que, para abastecerse de energía, precisa de unas redes de abastecimiento cuyo diseño y desarrollo dependen de criterios claramente suprarregionales. Los tendidos eléctricos y de hidrocarburos desde los centros de producción, en un caso, o de desembarco y de regasificación o de refino, en el otro, tienen aún un diseño básicamente radial que le permite a Madrid mantener una ventajosa posición nodal. Nada aseguraría, sin embargo, a falta de una concepción integrada de todo el sistema energético español, que esto siguiera siendo así en el futuro.

No es éste, obviamente, el lugar en el que corresponde hacer un análisis del documento de *Planificación de los sectores de electricidad y gas*², pero sí de situar a la Comunidad de Madrid en sus coordenadas de previsión, sobre todo si, como en él se afirma, habiendo crecido más en Madrid que en el resto de España la demanda de energía en estos últimos años, «se prevé que en el horizonte de planificación se mantengan igualmente superiores a los de la media nacional». Bajo las hipótesis del «escenario base» propuesto, se estima un crecimiento anual del 3,09 por 100 en el consumo bruto de energía en España de aquí al 2011, y del 3,48 por 100 anual, en términos de energía final. Eso significaría alcanzar, al final del período, unos consumos respectivos de 174.986 ktep y 131.560 ktep, repartidos, por fuentes de energía, tal y como se desglosa en los cuadros 9.1. y 9.2. Los gráficos 9.1. y 9.2. permiten, además, visualizar la evolución prevista a partir de su trayectoria histórica.

² Véase, a este respecto, la documentación presentada al seminario sobre *Planificación de los sistemas energéticos en España*, Madrid, 22 de enero de 2003, Club Español de la Energía y Ministerio de Economía (disponible en www.enerclub.es).

cuadro 9.1

CONSUMO DE ENERGÍA FINAL EN ESPAÑA, PREVISIONES 2000-2011

FUENTES	2000		2006		2011		2006/00	2011/06	2011/00
	ktep	%	ktep	%	ktep	%	% anual	% anual	% anual
Carbón	2.546	2,8	2.378	2,1	2.219	1,7	-1,13	-1,38	-1,24
Petróleo	55.587	61,6	66.580	59,4	75.777	57,6	3,05	2,62	2,86
Gas	12.319	13,6	18.820	16,8	23.863	18,1	7,32	4,86	6,20
Electricidad	16.207	18,0	20.040	17,9	24.289	18,5	3,60	3,92	3,75
Renovables	3.607	4,0	4.310	3,8	5.412	4,1	3,01	4,66	3,76
TOTAL	90.266	100,0	112.128	100,0	131.560	100,0	3,68	3,25	3,48

Fuente: Planificación de los sectores de electricidad y gas.

Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011.

cuadro 9.2

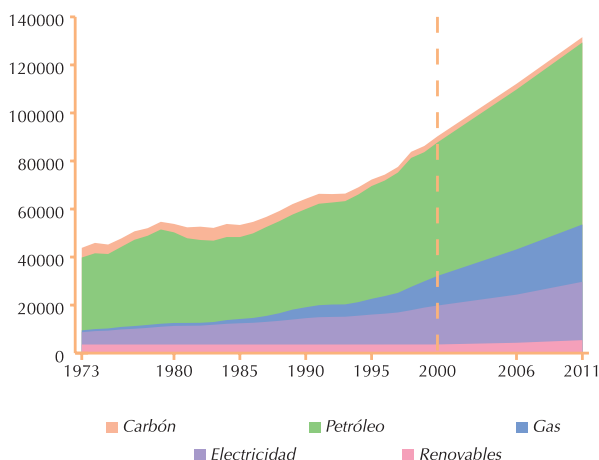
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA EN ESPAÑA, PREVISIONES 2000-2011

FUENTES	2000		2006		2011		2006/00	2011/06	2011/00
	ktep	%	ktep	%	ktep	%	% anual	% anual	% anual
Carbón	21.635	17,3	17.999	12,0	14.363	8,2	-3,02	-4,41	-3,66
Petróleo	64.663	51,7	75.315	50,3	83.376	47,6	2,57	2,05	2,34
Gas natural	15.223	12,2	26.905	18,0	39.305	22,5	9,96	7,88	9,01
Nuclear	16.211	13,0	16.570	11,1	16.602	9,5	0,37	0,04	0,22
Renovables	7.061	5,6	12.464	8,3	20.956	12,0	9,93	10,95	10,39
Saldo eléct.	382	0,3	385	0,3	385	0,2	0,13	0,00	0,07
TOTAL	125.175	100,0	149.637	100,0	174.986	100,0	3,02	3,18	3,09

Fuente: Planificación de los sectores de electricidad y gas.

Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011.

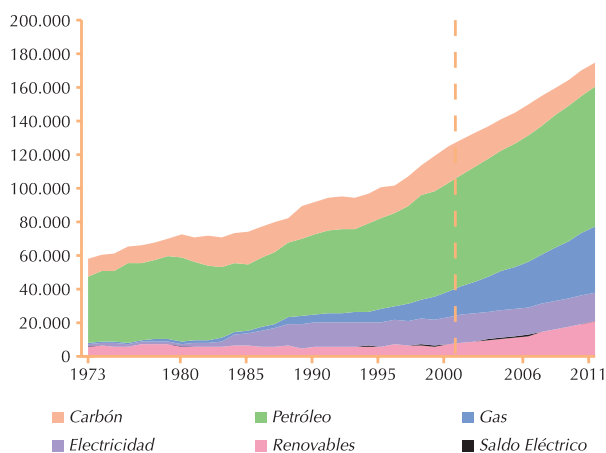
CONSUMO DE ENERGÍA FINAL EN ESPAÑA, 1973-2011 (en ktep)



Notas: Por homogeneidad con las series temporales anteriores a 2000, se ha añadido, hasta 1990, una estimación del consumo de energías renovables para usos finales, constituidas fundamentalmente por la biomasa para uso térmico, de 3.584 ktep —estimación del IDAE para 1990—, y se han interpolado, entre 1991 y 1999, los valores que resultarían de esta última cifra y de la estimada por el documento del gobierno para 2000, de 3.607 ktep. Téngase en cuenta, por otro lado, que el grueso de las energías renovables, las empleadas en la generación eléctrica (hidráulica —incluida minihidráulica—, residuos, eólica, solar fotovoltaica...), están ya incluidas en «Electricidad».

Fuentes: Elaborado con datos del *Boletín trimestral de coyuntura energética*, Ministerio de Economía, Dirección General de Política Energética y Minas, núm. 28, 4.º trimestre de 2001; *Eficiencia energética y energías renovables*, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Boletín núm. 4, junio de 2002; y *Planificación de los sectores de electricidad y gas. Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011*, Ministerio de Economía, 13 de septiembre de 2002.

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA EN ESPAÑA, 1973-2011 (en ktep)



Notas: En las series de carbón, hasta 1999, se incluyen los residuos sólidos urbanos y otros combustibles sólidos consumidos en generación eléctrica. En renovables, los datos de 1990, 1998 y 1999, procedentes del IDAE, incluyen a todas estas energías, descontados, para no duplicarlos, los residuos sólidos urbanos y la parte de biomasa empleada en la generación eléctrica; a partir de aquí, para 1991-1997, se han sumado los datos anuales de hidráulica y eólica, más una interpolación lineal, para el resto, de las cifras del IDAE para 1990 (3.610 ktep) y 1998 (3.420 ktep). Entre 1973 y 1989, a los datos anuales de hidráulica y eólica se les han añadido 3.584 tep, como estimación razonable —a partir del dato de 1990— del tradicional consumo de biomasa para usos térmicos. Desde 2000, bajo el epígrafe de «Renovables» se integra ya al conjunto de estas energías.

Fuentes: Igual que las del gráfico 9.1.

Las energías renovables y, sobre todo, el gas natural, desde la perspectiva del consumo final, constituyen las más claras apuestas de esta planificación energética: «se ha identificado la ‘opción gas’ como la alternativa significativamente más viable capaz de absorber los futuros crecimientos de la demanda». En todo caso, se mantienen unos *ratios* crecientes de intensidad energética, tanto por unidad de PIB como por habitante, y tanto desde la óptica del consumo primario como final.

A la vista de estas previsiones, la posición de Madrid resulta particularmente comprometida, dado el gran desequilibrio existente —y previsto— entre generación y demanda de energía, que, en el caso de la electricidad, le convierte en la gran región deficitaria del mapa español (cuadro 9.3).

cuadro 9.3

BALANCE ELÉCTRICO POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS, 2002-2011								
(positivo: excedente energético; en MW)								
Comunidades	2002		2004		2007		2011	
Autónomas	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Andalucía	-1.626	-1.833	-319	-609	-299	-367	324	836
Aragón	977	818	581	694	376	595	623	686
Asturias	1.531	1.255	1.444	1.201	1.354	1.101	1.249	904
Canarias	-337	-290	-367	-324	-409	-389	-467	-470
Castilla-La Mancha	-257	887	-779	4	-524	-195	-726	150
Castilla y León	4.746	3.350	4.537	3.954	3.306	3.668	3.045	2.909
Cataluña	-744	-1.115	-1.042	-981	-1.713	-2.130	-2.288	-2.950
C. Valenciana	-2.323	-1.499	-2.414	-2.332	2.852	-2.736	-3.266	-3.227
Extremadura	2.916	2.539	2.933	2.519	2.924	2.478	2.865	2.415
Galicia	1.983	1.663	1.899	1.594	1.647	1.433	2.203	1.931
Madrid	-4.994	-4.757	-5.292	-5.014	-5.673	-5.589	-6.095	-6.111
Murcia	-583	-199	-283	-363	803	768	1.816	1.833
Navarra	-71	49	315	425	263	399	218	365
País Vasco	-1.828	-1.366	-1.769	-1.227	-1.263	-841	-1.505	-1.054
La Rioja	-164	-129	-205	-146	517	615	487	594

*Fuente: Planificación de los sectores de electricidad y gas.
Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011.*

Las previsiones de potencia instalada prevista en Madrid en el horizonte de 2011 son las que aparecen en el cuadro 9.4., no existiendo, a la altura de marzo de 2002, según el documento del gobierno, más que una solicitud de acceso en ciclos combinados presentada a Red Eléctrica, con una potencia total de 1.200 MW, y otros 50 MW, en cuanto a parques eólicos.

cuadro 9.4

**POTENCIA INSTALADA PREVISTA POR CADA
COMUNIDAD AUTÓNOMA, 2005-2011**
(en MW)

Comunidades Autónomas	Año 2005		Año 2011	
	Régimen ordinario	Régimen especial	Régimen ordinario	Régimen especial
Andalucía	6.649	1.701	12.829	2.540
Aragón	3.425	3.388	5.585	5.449
Asturias	4.025	684	4.920	884
Canarias	389	647	1.189	430
Castilla-La Mancha	3.120	2.835	3.385	4.835
Castilla y León	7.153	2.088	9.252	4.088
Cataluña	9.791	1.823	11.731	3.573
Extremadura	4.105	169	4.905	369
Galicia	6.382	3.535	7.062	4.975
La Rioja	808	257	808	310
Madrid	1.259	595	2.259	905
Murcia	968	771	3.768	1.578
Navarra	1.211	1.334	2.011	2.155
País Vasco	3.257	752	2.880	882
C. Valenciana	7.016	2.135	6.474	3.455
TOTAL	59.558	22.414	79.058	36.428

Fuente: *Planificación de los sectores de electricidad y gas.
Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011.*

El documento, al analizar la red eléctrica básica, detecta algunos problemas que afectan a Madrid, particularmente en la transformación de 400 a 220 kV, con sobrecargas en las unidades de Loeches, Moraleja y San Sebastián de los Reyes, que desaparecerán, en este último caso, con la instalación de la nueva transformación de Fuencarral; y, en cuanto a la red de 220 kV, presenta puntos débiles en áreas de fuerte concentración de consumos, entre ellos Madrid.

Dentro de las directrices de ubicación geográfica preferente de nueva generación en el sistema eléctrico peninsular español, se señala a Madrid como zona de prioridad *muy alta*, junto con Andalucía y, en menor medida, Barcelona y Levante, como zonas todas ellas de carácter sensiblemente deficitario. Se afirma textualmente: «El caso de Madrid constituye una singularidad, en cuanto que resulta la única zona con perspectivas de continuar su carácter deficitario; la ausencia de congestiones en el corto/medio plazo y la necesidad de corregir restricciones de tensión permite apuntar a un amplio margen para el acceso de nuevos agentes».

La situación, entre tanto, se resume en que «para la Comunidad de Madrid la red de transporte cumple una función de vital importancia, al recibir prácticamente la totalidad de la energía que consume desde otras zonas excedentarias». Por eso se proponen diversas actuaciones para el desarrollo de la red de transporte en la zona de Madrid, orientadas principalmente a apoyar la alimentación del mercado mediante nuevas transformaciones, nuevas subestaciones y refuerzos en el mallado de la red, además de las que tienen que ver con las previsiones asociadas al programa de nuevas líneas ferroviarias de alta velocidad, varias de las cuales tienen a Madrid en un extremo de su eje. Toda una parte del documento está dedicada a describir en detalle las instalaciones de la red de transporte eléctrico a desarrollar, por zonas, y su estimación económica. El cuadro 9.5. resume el coste total estimado de estas inversiones, que asciende, para Madrid, a 484,83 millones de euros, y que suponen el 17,8 por 100 de todas las previstas a escala nacional.

COSTE TOTAL DE LAS INVERSIONES ELÉCTRICAS, 2002-2011

(millones de euros)

COMUNIDADES AUTÓNOMAS	COSTE LÍNEAS(a)				
	TIPO A	TIPO B1	TIPO B2	TIPO C	TIPO PONDERADO
Andalucía	91,39	164,66	75,68	50,11	178,15
Aragón	127,23	22,81	27,18	16,83	121,34
Asturias	35,46	26,43	0,00	18,23	41,59
C. Valenciana	17,76	23,73	20,65	369,61	32,27
Canarias	31,20	6,36	0,00	0,00	28,14
Castilla-La Mancha	21,42	20,11	82,22	108,57	51,85
Castilla y León	26,87	56,10	0,43	10,45	49,67
Cataluña	217,86	196,58	50,54	6,01	287,74
Extremadura	14,32	75,87	25,91	4,66	57,16
Galicia	87,62	97,91	3,31	0,00	120,05
Madrid	131,80	87,18	1,01	31,69	149,34
Murcia	40,07	13,59	0,00	0,00	38,85
Navarra	38,66	19,67	0,00	22,17	40,77
País Vasco	63,40	7,00	0,00	0,00	54,22
La Rioja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	945,06	818,01	286,92	638,33	1251,13

Fuente: Planificación de los sectores de electricidad y gas. Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011.

Nota: Tipo A: actuaciones aprobadas sin ningún tipo de condicionante. Tipo B: condicionadas al cumplimiento de un solo hito para su aprobación definitiva. Tipo B2: condicionadas al cumplimiento de dos o más hitos. Tipo C: no se ha justificado la demanda a atender.

COSTE SUBESTACIONES ^(a)					COSTE TOTAL
TIPO A	TIPO B1	TIPO B2	TIPO C	TIPO PONDERADO	
97,22	128,21	52,52	18,66	157,63	335,78
122,31	32,63	27,67	10,56	122,47	243,81
22,52	31,94	0,00	21,32	33,99	75,57
99,00	102,21	26,08	6,20	138,12	170,39
23,47	4,36	0,00	0,00	20,95	49,10
26,07	71,83	30,13	10,66	65,81	117,67
33,72	29,09	48,15	23,99	55,97	105,64
251,02	117,28	10,91	8,00	262,72	550,46
5,28	31,18	25,00	47,40	27,31	84,47
77,98	72,36	6,9	0,00	100,65	220,70
235,73	252,23	69,31	42,48	335,49	484,83
62,32	2,67	0,00	0,00	51,19	90,04
36,51	15,89	0,00	8,71	37,15	77,92
66,59	12,99	0,87	0,00	60,03	114,25
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1159,73	904,83	297,61	197,97	1.469,48	2.720,61

INVERSIONES TOTALES EN INFRAESTRUCTURAS GASISTAS, 2002-2011 (millones de euros)

COMUNIDADES	INFRAESTRUCTURAS GRUPOS A, B1, B2 Y C					
AUTÓNOMAS	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Andalucía	42	121	272	269	149	100
Aragón	-	99	23	39	242	26
Asturias	-	-	3	-	-	-
C. Valenciana	-	10	28	52	432	-
Cantabria	10	-	-	-	17	-
Castilla-La Mancha	-	-	193	359	13	113
Castilla y León	4	13	14	4	-	50
Cataluña	-	42	11	407	210	227
Extremadura	9	-	-	-	-	-
Galicia	-	-	20	321	100	-
Madrid	5	-	79	8	-	-
Murcia	120	-	22	247	8	32
Navarra	-	-	18	-	23	-
País Vasco	12	290	83	-	83	85
La Rioja	-	-	17	-	-	-
Islas Baleares	-	-	-	-	191	-
Islas Canarias	-	-	-	-	15	183
TOTAL	201	576	783	1.705	1.483	815

Fuente: Planificación de los sectores de electricidad y gas.

Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011.

El gas natural es objeto también de la detallada atención que requieren sus expectativas de incremento en el consumo energético español, y algunas de estas previsiones afectan igualmente a la Comunidad de Madrid. El documento prevé que a lo largo de los diez años de su horizonte temporal se triplique la demanda total de gas en Madrid, a una tasa superior a la del promedio nacional.

Por otro lado, se establecen los criterios de cobertura de esa mayor demanda

				TOTAL HORIZONTE	
2008	2009	2010	2011	SIN POND.	PONDERADO
94	-	-	31	1.077	837
26	13	-	-	468	468
8	-	-	9	20	20
-	-	-	-	523	476
2	-	-	-	29	29
19	-	-	31	728	579
70	-	-	1	156	62
26	134	-	91	1.147	883
3	-	-	68	80	12
-	-	-	-	441	321
-	-	-	-	92	92
154	-	34	-	616	528
-	-	-	-	41	41
-	-	-	-	554	468
-	-	-	-	17	17
-	-	-	-	191	-
-	206	-	-	403	403
401	353	34	232	6.583	5.235

de gas natural, bajo el doble principio de la seguridad de abastecimiento y del suministro a un precio competitivo. Y, desde el punto de vista del amplio conjunto de infraestructuras gasistas a construir en el horizonte del *Plan*, pueden señalarse, para Madrid, las que tienen que ver, por un lado, con la urgente puesta en marcha —prevista para el segundo trimestre de 2004— del gasoducto que enlaza con Huelva, y, dentro de las que deben atender su mercado más inmediato —en concreto, la creciente demanda de las zonas oeste y sureste de

Madrid— , el cierre del semianillo que cruza la Comunidad de norte a sur, por el oeste, de 70 km de longitud y previsto, en el primero de sus tramos, para 2003, y, en el último, para 2005. El cuadro 9.6. muestra el montante total de las inversiones en instalaciones gasistas que deberán ponerse en servicio hasta 2011, correspondiendo a Madrid, como Comunidad con una alta dotación de infraestructuras básicas ya construidas, un exiguo 1,8 por 100 del total nacional.

En resumen, de los 7.956 millones de inversiones públicas en infraestructuras eléctricas y gasistas, a Madrid le corresponden 577, esto es, el 7,3 por 100 del total nacional. El cálculo, en todo caso, es un tanto ficticio y, desde luego, infravalorado: la Comunidad de Madrid no sólo se beneficia de las inversiones efectuadas dentro de su estricto ámbito territorial, sino, como es obvio, de una buena parte del conjunto de las que se realizan en la Península, y que permiten el acceso a la capital de las fuentes energéticas que ésta precisa.

Por otro lado, no debe olvidarse que la planificación del sector energético español ha de articularse no sólo desde la Administración Central, sino también en coordinación con los gobiernos autonómicos, que desarrollan un amplio conjunto de medidas en aspectos tan cruciales como la eficiencia energética o las energías renovables. Así sucede en el caso de la Comunidad de Madrid, a través de las órdenes de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica que regulan las ayudas para la promoción de energías renovables y del ahorro y la eficiencia energética, o para incentivar la planificación energética en los municipios de la Comunidad. Medidas que encajan dentro de una estrategia orientada a garantizar una oferta eficiente y competitiva, un uso racional de la energía y la utilización de los recursos renovables presentes en la Comunidad de Madrid³

³ Véase C. López Jimeno, «Política energética de la Comunidad de Madrid», en *Ahorro energético. Energías renovables*, Seminarios Madridinnova (disponible en la dirección electrónica de Madridinnova).

10.- CONCLUSIONES.

El punto de partida de este trabajo ha sido la elaboración del balance energético de la Comunidad de Madrid para 2000, y su avance para 2001 —con información adicional, en los capítulos sectoriales, de otros datos referidos a 2002—, depurando las fuentes estadísticas disponibles y tratando de crear un «modelo» aplicable al futuro. Sobre la base de la metodología más contrastada internacionalmente —y que el Ministerio de Economía emplea en España para presentar sus datos del sector—, la de la Agencia Internacional de la Energía de la OCDE, se ha llevado a cabo una desagregación por grandes sectores de actividad, con particular detalle de hasta quince ramas manufactureras, del consumo energético final de la Comunidad de Madrid. Desagregación que, junto con los balances energéticos realizados para años anteriores con similar metodología, ha permitido, además, trazar las tendencias de ese consumo energético final tanto por fuentes como por sectores de destino.

Se constata la muy estable contribución de la electricidad al balance energético final de la Comunidad de Madrid, en torno de una quinta parte del total, junto con la práctica desaparición del carbón —sin apenas consumo de hulla, una vez que la industria cementera ha sustituido el coque de hulla por el de petróleo, y con un consumo de antracita para calefacción en acelerado retroceso— y el gran ascenso del gas natural (aun considerando sólo los consumos finales, esto es, sin tener en cuenta la irrupción reciente de la cogeneración en Madrid a partir de este combustible como fuente primaria). Pero, sobre todo, destaca el pronunciado sesgo del consumo energético madrileño hacia los derivados del petróleo, apenas reducido a lo largo del tiempo. Esto tiene que ver, fundamentalmente, con una estructura de consumo orientada, dada la propia estructura productiva y demográfica de la Comunidad de Madrid, hacia los usos de transporte —en particular por carretera, además del aéreo por el «efecto Barajas»— y otros, entre los que destacan los debidos a los servicios privados, en particular de comercio y hostelería, y colectivos.

Por otro lado, la importancia de Madrid dentro del consumo energético español alcanza cifras muy estables a lo largo de los últimos años, en torno del 10 por 100, lo que le sitúa entre las primeras regiones españolas por este concepto. Aunque, como corresponde a una región muy urbanizada y con un alto grado de concentración demográfica, pero con mucho más escasa densidad industrial, sobre todo en los sectores fabriles más consumidores de energía, su consumo final per cápita, con 1,8 tep por habitante en 2001, queda algo por debajo del promedio español, de 2,2 tep, si bien cada vez menos, fruto de una evolución del consumo a ritmos superiores al de éste desde hace, al menos, década y media.

El trabajo estima también la importancia del sector energético de la Comunidad de Madrid dentro del conjunto de las actividades económicas de la región, muy diferente según las fuentes estadísticas que se empleen. En todo caso, la falta de recursos energéticos autóctonos contrasta con las grandes necesidades de suministro que tiene Madrid, de modo que la contribución hidroeléctrica de las pequeñas instalaciones de Hidráulica de Santillana y de Unión Fenosa y la térmica y eléctrica de algunos autoprodutores en Régimen especial no alcanza a abastecer más del 2 por 100 del consumo final.

Más que en la producción, pues, es en la transformación y distribución de las distintas fuentes en donde se concentra la importancia del sector en la Comunidad de Madrid: el valor añadido generado por el sector de la energía supone cerca del 3 por 100 del total regional, y roza el 1 por 100 en términos de empleo. Con todo, quizá lo más sobresaliente de la evolución entre 1995 y 2001 sea el contraste entre la decreciente importancia del valor añadido energético madrileño cuando se mide en términos nominales y su muy sostenido perfil cuando se valora en términos reales. De donde se deduce, de un modo coherente con las tendencias nacionales, que los precios de las ramas energéticas han crecido por debajo de los del conjunto regional, al menos en este período más reciente. De gran interés es, asimismo, la constatación de que la productividad real del sector ha aumentado en más de

un 25 por 100 a lo largo de la segunda mitad del decenio de 1990, en tanto que los costes laborales unitarios, medida decisiva de la competitividad del sector, han seguido una trayectoria ligeramente decreciente.

En cuanto a los productos derivados del petróleo —cuyo consumo, en conjunto, representa el 12 por 100 del total nacional—, el trabajo analiza la importancia que tienen, en concreto, las gasolinas, gasóleos y querosenos dentro de la estructura energética madrileña y la absoluta dependencia que ésta mantiene respecto del suministro exterior de estos *inputs*, refinados en otras regiones. Y, al examinar la evolución seguida por los precios de los principales combustibles de automoción comercializados en Madrid a partir de la Ley de hidrocarburos, se aprecia cómo, a pesar de haber seguido unas tendencias muy parecidas a las de los precios medios nacionales —y europeos, salvada la diferente fiscalidad que subsiste en este terreno—, y de haberse sellado la diferencia que hasta 2000 mantuvo el precio de venta del gasóleo de automoción, más alto en Madrid, ha aparecido una nueva e incipiente divergencia, no del todo justificada: la que se aprecia entre el aumento de los precios de las gasolinas en Madrid y en el conjunto nacional, algo por encima del recargo de un céntimo por litro que desde comienzos de 2002 se aplica en las estaciones de servicio de la Comunidad de Madrid para subvenir a la financiación de la sanidad pública en la región.

El otro gran hidrocarburo, el gas natural, se ha revelado a lo largo del decenio de 1990 como la energía de mayores posibilidades de futuro, no sólo en Madrid —ya con cerca del 10 por 100 del consumo final español—, sino también dentro del conjunto nacional. Ha centrado una parte fundamental de las inversiones energéticas en la Comunidad, y así seguirá ocurriendo si se cumplen las previsiones de planificación que cifran en un 22,5 por 100 el peso del gas natural dentro del balance de consumo energético final español para 2011. Se ha puesto de manifiesto el peculiar patrón de comportamiento de la demanda de gas natural que, desde el punto de vista de su estacionalidad, presenta Madrid dentro del conjunto de Comunidades Autónomas —con un marcado contraste entre las demandas invernales y estivales—, en

correspondencia con el tipo de consumidores predominantes, los doméstico-comerciales y con una mucho menor presencia de consumo industrial. Esto explica también que la Comunidad Madrid tuviera, a la altura de 2001, la más pequeña proporción regional de mercado «elegible», y que apenas el 12 por 100 del gas natural consumido en ella fuera adquirido en el mercado liberalizado. Por eso la plena liberalización del mercado a partir del 1 de enero de 2003 tiene una trascendencia muy particular en el caso de Madrid.

También el 1 de enero de 2003 se ha abierto plenamente la «elegibilidad» dentro del sector eléctrico español. Madrid, además de haber cimentado en buena medida su avance económico secular sobre la electricidad, sigue siendo una gran región consumidora de electricidad en razón de su concentración geográfica y de su nivel de renta. Y, aunque no sea productora más que en una exigua proporción, en torno del 5 por 100 de su consumo, dependiendo de los años, ocupa una posición nodal dentro de la red de transporte y distribución de la energía eléctrica en España. El trabajo examina la estructura empresarial del sector eléctrico madrileño, con una elevada concentración, y también la estructura de la potencia instalada, la producción y el consumo. La facturación eléctrica en la Comunidad de Madrid representa el 13 por 100 del total nacional, con un crecimiento superior al promedio nacional a lo largo de la última década y media, particularmente en las dos fases de mayor expansión cíclica. También se aprecia un gran incremento en este mismo período en los *ratios* de intensidad eléctrica per cápita. En todo caso, el consumo per cápita de energía eléctrica en Madrid sigue siendo inferior al promedio nacional, como consecuencia de una estructura productiva en la que no predominan las industrias más consumidoras, si bien el consumo por abonado es claramente superior.

Los «precios medios» de la electricidad —término que hay que entrecomillar, ya que se trata del cociente agregado entre la facturación y la energía consumida— han experimentado importantes descensos en el período comprendido entre 1996 y 2000, a medida que lo hacían las tarifas; descensos que se han centrado, a nivel nacional, en baja tensión, con un descenso

acumulado en términos reales del 31 por 100, mientras que el descenso en alta tensión ha sido algo más moderado, un 17 por 100. En la Comunidad de Madrid, sin embargo, estos descensos han sido de mayor importancia en alta tensión, un 38 por 100, de forma que estos precios medios, que en 1996 eran un 40 por 100 superiores a la media nacional, se situaban, en 2000, en el nivel medio nacional. En baja tensión, sin embargo, en la Comunidad de Madrid se ha experimentado un descenso acumulado en términos reales de un 16 por 100, sensiblemente inferior al experimentado a nivel nacional, presentando, en 2000, unos precios medios en baja tensión —especialmente en los contratos de uso doméstico— superiores en un 19 por 100 a la media nacional. Fenómeno éste, en todo caso, de compleja interpretación, y que requeriría un análisis más desagregado del que permiten las estadísticas oficiales aquí empleadas.

La Comunidad de Madrid, por otro lado, ha puesto en marcha distintas medidas para hacer frente a los problemas medioambientales de la región. Problemas que adquieren mayor perentoriedad tras la firma por España del Protocolo de Kyoto. En estos últimos años ha mejorado la eficiencia de las plantas de recogida, tratamiento y reciclaje de los RSU generados en Madrid, no sólo con el propósito de lograr una mayor racionalización energética, sino también con vistas a aumentar la participación de las energías renovables dentro de los patrones de consumo energéticos de la región. Participación, en todo caso, que requerirá de un continuado impulso para alcanzar los objetivos fijados para 2010, de 400 mil tep.

Parece claro que, a corto plazo, debiera primarse el aprovechamiento y la diversificación de los usos de las energías renovables ya presentes en la Comunidad de Madrid y que cuentan con un mayor peso, es decir, la biomasa —para usos térmicos— y los RSU. En concreto, el biogás y los biocarburantes son fuentes muy propicias para cubrir una parte de las demandas energéticas. A medio plazo, la Comunidad tendrá que apostar más decididamente por la energía eólica, aun reconociendo sus limitadas posibilidades, y la solar, térmica y fotovoltaica, al menos en la proporción de otras Comunidades

Autónomas con características climatológicas similares. Y, con perspectiva de largo plazo, siguiendo las previsiones del *Plan de energías renovables de la Comunidad de Madrid*, debieran crearse las infraestructuras precisas, modernizarse las instalaciones existentes y dar nuevos empleos a las instalaciones minihidráulicas, que son, posiblemente, y a la espera de nuevos desarrollos tecnológicos en algunas de las otras renovables, la fuente energética con mayores expectativas ciertas de desarrollo en la Comunidad de Madrid.

La planificación energética a escala nacional presentada en el documento de *Planificación de los sectores de electricidad y gas. Desarrollo de las redes de transporte 2002-2011* plantea un escenario de gran trascendencia para Madrid, el que corresponde a una Comunidad que, para abastecerse de energía, precisa de unas redes de abastecimiento cuyo diseño y desarrollo dependen de criterios claramente suprarregionales. Así, al margen de las previsiones concretas que ya se han señalado, y más allá también del aparentemente escaso 7 por 100 del total de las inversiones públicas previstas en infraestructuras eléctricas y gasistas a materializar en la Comunidad de Madrid hasta 2010, hay que considerar que ésta no sólo se beneficia de las inversiones efectuadas dentro de su estricto ámbito territorial, sino de una buena parte del conjunto de las que se realizan en la Península, y que permiten el acceso a la capital de las fuentes energéticas que ésta precisa.

11.- GUÍA BIBLIOGRÁFICA.

A modo de sucinta guía para el lector, por cuanto ya se han detallado al final del segundo epígrafe las fuentes estadísticas que han servido de base a este estudio, se ofrecen en este epígrafe final algunas referencias bibliográficas que pueden resultar de interés para profundizar en algunos aspectos tratados en el presente trabajo

En primer lugar, la publicación anual del Ministerio de Economía, *La energía en España 2001*, Madrid, 2002, proporciona una visión de conjunto del sector energético español, con referencias comparativas a la Unión Europea, a partir, siempre, de la metodología de la Agencia Internacional de la Energía. Las principales publicaciones de esta institución, *Energy balances of OECD countries* y *Energy statistics of OECD countries*, cuyos últimos números publicados son los referidos a 1999-2000 (París, 2002), proporcionan un mayor detalle de los datos nacionales. Por último, una publicación también anual de la Comisión Nacional de Energía, *Información básica de los sectores de la energía 2001*, ofrece un amplio análisis coyuntural de los sectores del petróleo, el gas y la electricidad en España. Por otro lado, las direcciones electrónicas de cada una de estas instituciones (www.mineco.es; www.iae.org; www.cne.es) ofrecen una prolija información y vínculos con otras muchas de interés. Con mucha más vocación de síntesis, puede obtenerse una visión general del sector energético español y de sus tendencias recientes en J. C. Jiménez, «Sector energético», en J. L. García Delgado (dir.), *Lecciones de economía española. Quinta edición*, Civitas, Madrid, 2001.

Referido a Madrid, hay un primer estudio de R. García-Pablos (dir.), *El sector energético en la Comunidad de Madrid*, Consejería de Ordenación del Territorio, Medio Ambiente y Vivienda, Estudios e Informes, núm. 4, Madrid, 1986, que contiene un balance energético de 1984. Más recientemente, el trabajo de J. C. Jiménez, «El sector energético», en J. L. García Delgado (dir.), *Estructura económica de Madrid*, Civitas, Madrid, 1999, examina algunas características del sector energético madrileño. Y en la obra *Economía y*

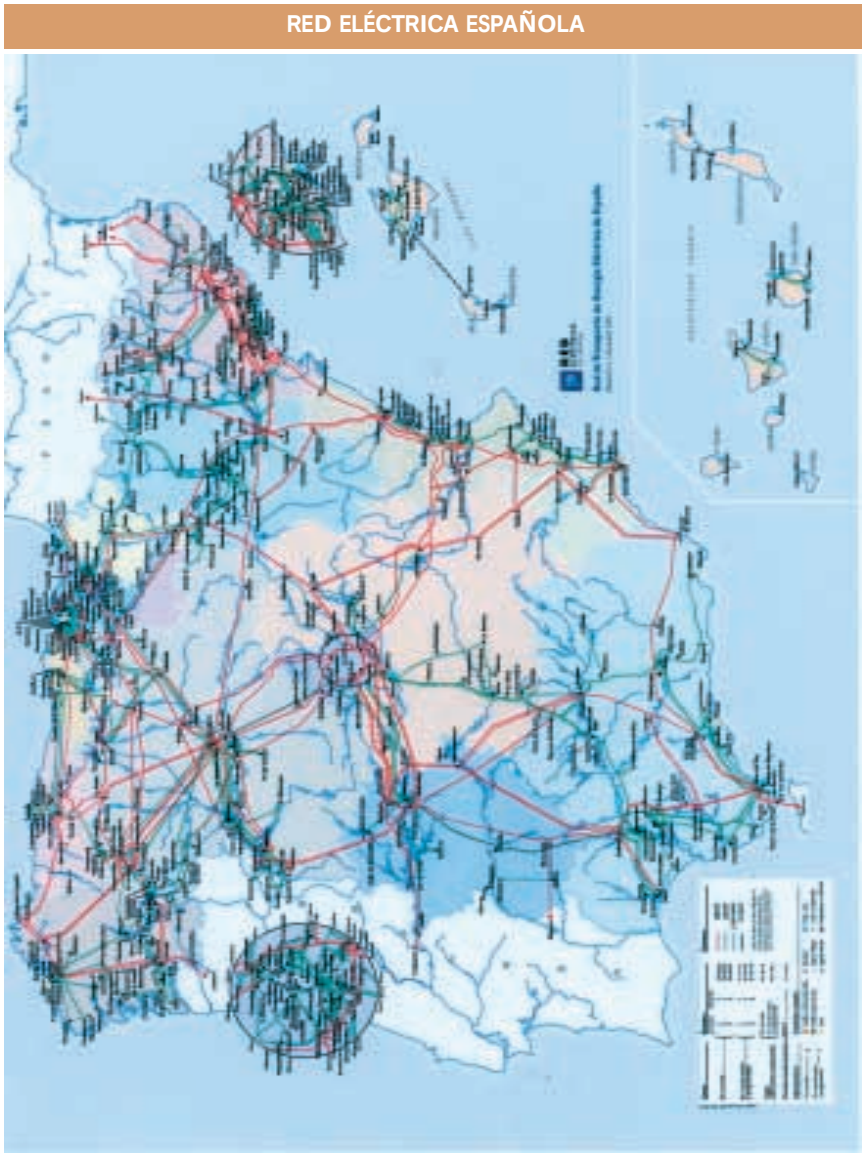
energía en la Comunidad de Madrid, Club Español de la Energía y Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid, Madrid, 2000, el lector hallará un balance energético de la Comunidad de Madrid para 1997, junto con estudios de los distintos subsectores. Por último, la *Memoria* anual de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid contiene información tanto de la evolución del sector como de las líneas de actuación promovidas desde el Gobierno regional.

Sin centrarse en Madrid, los datos contenidos en diferentes publicaciones periódicas proporcionan, no obstante, información regionalizada sobre el consumo de algunas fuentes de energía: *Boletín estadístico de hidrocarburos*, publicación mensual del Ministerio de Economía y Cores (www.cores.es); *Estadística de la industria de energía eléctrica*, publicación anual del Ministerio de Economía; *Informe sobre el Sistema Eléctrico Español*, publicación anual de Red Eléctrica Española, con un apéndice dedicado a las Comunidades Autónomas (www.ree.es); y diversos informes regulares de la Comisión Nacional de Energía (*Informe anual sobre las compras de energía al régimen especial de electricidad*, *El consumo eléctrico en el mercado peninsular*, *Informe mensual de los principales indicadores del sector del petróleo...*).

Por último, aunque también referido al conjunto nacional, se encuentran abundantes referencias a Madrid en *Eficiencia energética y energías renovables*, Boletín IDAE núm. 4, junio 2002, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (www.idae.es).

12.- MAPAS.

mapa 1



mapa 2

RED ELÉCTRICA DE LA COMUNIDAD DE MADRID



mapa 3

RED DE GAS ESPAÑOLA



13.- GLOSARIO DE TÉRMINOS

Abonados: Suministros de energía mediante contrato; se computan, además, entre ellos las entregas a usuarios finales de la energía eléctrica, aunque sean a título gratuito.

Aerogenerador: Máquina que transforma la energía del viento en energía eléctrica.

Autoconsumo: Es la energía consumida por empresas del sector eléctrico con fines no relacionados con la producción, la transformación y el transporte de la energía eléctrica, generalmente consumida por las «autoproductoras».

Balance energético: Documento donde aparecen, por fuentes energéticas y por sectores de destino, las cifras de producción y de consumo de energía, ya sea primaria o final.

Biocombustible: Combustible apto para su uso en quemadores o motores de combustión interna de origen biológico, procedente de recursos renovables.

Biogás: Conjunto de gases provenientes de la digestión anaerobia de residuos orgánicos.

Biomasa: Es el conjunto de la materia orgánica procedente de la actividad de los seres vivos presente en la biosfera. A la parte aprovechable desde el punto de vista energético se le conoce como biomasa energética o, simplemente, biomasa.

Carbón: Comprende los distintos tipos de carbón (hulla, antracita, lignito negro y lignito pardo), así como los productos derivados (aglomerados, coque...). En el consumo final de carbón se incluye el consumo final de gas de horno alto y de gas de coquería. El consumo primario de carbón recoge,

además del consumo final, los consumos en el sector transformador (generación eléctrica, coquerías, resto de sectores energéticos) y las pérdidas.

Central hidroeléctrica: Conjunto de instalaciones mediante las que se transforma la energía potencial de un curso de agua en energía eléctrica.

Central conectada a red: Central hidroeléctrica que se encuentra conectada a la red general de distribución de energía y aporta toda o parte de la energía producida a dicha red.

Central fotoeléctrica: Conjunto de instalaciones destinadas al suministro de energía eléctrica a la red mediante el empleo de sistemas fotovoltaicos a gran escala.

Cogeneración: Producción combinada de energía eléctrica y térmica.

Consumo neto: Equivale a la producción disponible menos las pérdidas de energía, que tienen lugar durante el transporte y la distribución, y menos el saldo de los intercambios con el extranjero. De otra forma, el consumo neto es la suma, por una parte, de la energía distribuida a abonados consumidores y, por otra, del «Autoconsumo».

Consumos propios: Consumos en los servicios auxiliares de las centrales y las pérdidas en transformación principal (transformadores de las centrales).

Electricidad: Fuente de energía secundaria, o transformada, que se obtiene a partir de una fuente primaria. Su transformación a tep, tanto en el caso de consumo final directo como en el saldo de comercio exterior se hace con la equivalencia $1 \text{ MWh} = 0,086 \text{ tep}$. El consumo de energía primaria se calcula suponiendo que las centrales eléctricas mantienen el rendimiento medio del año anterior. Salvo en el caso de la electricidad o de los grandes consumidores (generación eléctrica, siderurgia, cemento...), en donde se contabilizan los consumos reales, en el resto se consideran como tales las

ventas o entregas de las distintas energías, que pueden no coincidir con los consumos debido a las posibles variaciones de existencias, y que en períodos cortos de tiempo pueden tener relevancia.

Empresas autoproductoras: Se trata de empresas cuya actividad principal no es la generación de energía eléctrica, pero producen electricidad con objeto de satisfacer en todo o en parte sus propias necesidades, generalmente ligadas a procesos industriales; además, si existen excedentes, los entregan a las empresas eléctricas para la venta e, incluso, pueden distribuir directamente a algunos abonados. Asimismo, se incluyen en este grupo determinadas empresas que producen energía eléctrica como subproducto (plantas potabilizadoras, de incineración de basuras...), aun cuando no autoconsuman la energía eléctrica producida; es decir, entreguen toda la energía producida a Empresas de Servicio Público.

Empresas de Servicio Público: Son las empresas cuya actividad esencial es la producción, el transporte, o la distribución de energía eléctrica.

Energía hidráulica: Recoge la producción bruta de energía hidroeléctrica primaria, es decir, sin contabilizar la energía eléctrica procedente de las centrales de bombeo. En la metodología AIE, su conversión a tep se hace a partir de la energía contenida en la electricidad generada, es decir, $1 \text{ MWh} = 0,086 \text{ tep}$.

Energía nuclear: Recoge la producción bruta de energía eléctrica de origen nuclear. Su conversión a tep se hace considerando un rendimiento medio de una central nuclear (33%), por lo que $1 \text{ MWh} = 0,2606 \text{ tep}$.

Gas: El consumo final incluye el gas natural y gas manufacturado procedente de cualquier fuente. En consumo primario incluye únicamente gas natural, consumido directamente o manufacturado.

Gas pobre o gasógeno: Gas procedente de la gasificación de los residuos leñosos o de residuos sólidos urbanos mediante técnicas adecuadas.

Impacto ambiental: Conjunto de alteraciones que se producen en el ecosistema como consecuencia de una instalación industrial.

Intensidad energética: Consumo de energía, ya sea por unidad de PIB o por habitante.

Mapa eólico: Aquél donde se consignan diversos datos de tipo eólico tales como velocidades medias de viento, direcciones predominantes, regularidad...

Minicentral: Pequeña central hidroeléctrica que tiene un apotencia instalada de hasta 5.000 kVA.

Parque eólico, planta eólica, plataforma eólica: Instalación eólica que comprende varios aerogeneradores y su infraestructura eléctrica de medición y control correspondiente.

Petróleo: Comprende el petróleo crudo, los productos intermedios y condensados de gas natural y los productos petrolíferos, incluidos los gases licuados del petróleo (GLP) y los gases de refinería. El consumo final, en el sector transporte, comprende todo el suministro a aviación, incluyendo a las compañías extranjeras. En cambio, los combustibles de barcos (*bunkers*) tanto nacionales como extranjeros, para transporte internacional, se asimilan a una exportación, no incluyéndose en el consumo nacional.

Producción (eléctrica) bruta: Energía producida medida en bornes de los generadores.

Producción (eléctrica) disponible: Es la diferencia entre la «Producción neta» y el consumo de energía para el bombeo de las centrales con ciclos de bombeo. Tiene la significación de energía producida medida en barras de salida de los transformadores principales de las centrales eléctricas, toda ella utilizable en el mercado salvo las pérdidas de transporte y distribución hasta los centros de consumo.

Producción (eléctrica) neta: Es el resultado de deducir a la «Producción bruta» los consumos en servicios auxiliares de las centrales y las pérdidas en transformación principal.

Reciclado: Recuperación de materiales a partir de residuos y basuras procedentes de diversos orígenes y retorno de este material para su reutilización.

Recogida selectiva: Método de recogida de basuras en el que se produce una clasificación y elección de materiales en origen.

Rosa de viento: Mapa que presenta la frecuencia con la que se produce la velocidad de viento en las distintas direcciones.

Tonelada equivalente de petróleo: Es el común denominador más utilizado para comparar y expresar en unidades homogéneas de medida las distintas fuentes de energía, a partir de la potencia calorífica de una tonelada métrica de crudo de petróleo, equivalente a 10^7 kcal. La conversión de unidades habituales a tep se hace en base a los poderes caloríficos inferiores de cada uno de los combustibles considerados.

Turbina: Elemento mecánico que se encarga de transformar la energía cinética y potencial del agua en energía mecánica de rotación transmitida a un eje, o las variaciones entálpicas de vapor de agua al ser expansionadas en ella.