

2

SOSTENIBILIDAD

EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA CIUDAD DE MADRID

El reto de Madrid es hacer compatible el crecimiento del PIB con la moderación del consumo energético

El suministro de energía es esencial para cualquier economía, tanto en la provisión y prestación de bienes y servicios, como en su faceta de factor de producción de utilización general, y en la actualidad representa, sin duda, una de las claves de la competitividad de muchos sectores económicos.

Este capítulo analiza la Ciudad de Madrid como demandante de energía eléctrica, pero también como suministradora de esa energía a través de una amplia y compleja red de infraestructuras, y por medio de políticas y planes dirigidos a incrementar la generación propia de electricidad, potenciando la penetración en la Ciudad de las fuentes renovables, la valorización de sus residuos, la eficiencia energética y la sensibilidad ciudadana.

El reto de Madrid, como Ciudad que trabaja por la sostenibilidad y por aumentar la calidad de vida de sus ciudadanos, es hacer compatible el crecimiento del PIB con la moderación del consumo energético. Como se muestra en los apartados siguientes, Madrid es cada vez más eficiente aunque los consumos per cápita siguen creciendo.

Infraestructuras del sistema eléctrico: red de transporte y distribución

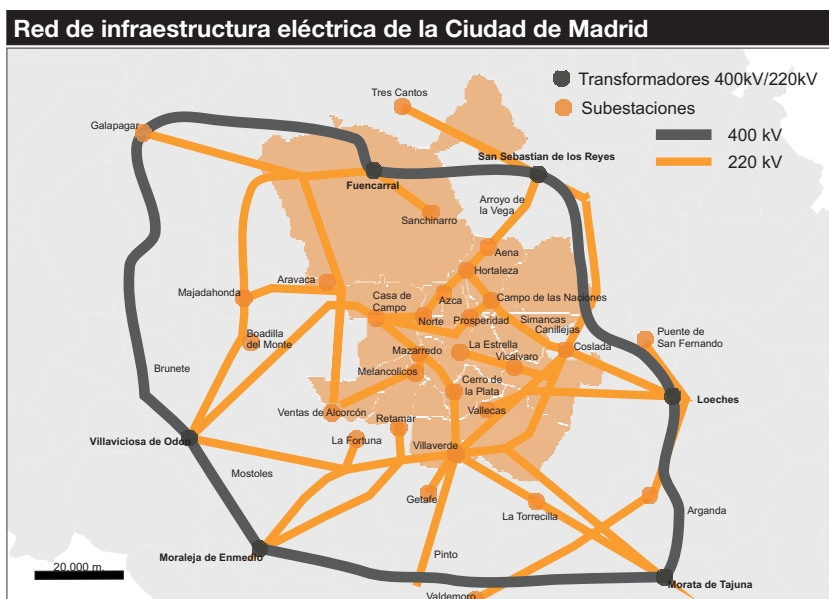
Las infraestructuras energéticas incorporan un valor estratégico y deben constituir un elemento dinamizador del resto de la economía de la Ciudad de Madrid

En primer lugar, desde el punto de vista de la oferta, las infraestructuras energéticas incorporan un valor estratégico y deben constituir un elemento dinamizador del resto de la economía de la Ciudad de Madrid, y nunca convertirse en obstáculo para su crecimiento. De ellas depende que el suministro energético se realice en condiciones óptimas de suficiencia, seguridad, calidad y protección del medio ambiente.

La dimensión de la demanda que es preciso cubrir hace que la red de infraestructuras de transporte eléctrico de Madrid sea una de las más complejas y extensas del sistema eléctrico. La red de alta tensión de 400 kV forma un anillo que circunda la Ciudad y que recibe la electricidad desde las instalaciones productoras. En dicho anillo se

sitúan seis transformadores de potencia (400-200 kV) ubicados en Morata, Moraleja de Enmedio, Villaviciosa de Odón, Fuencarral, San Sebastián de los Reyes y Loeches, y con una potencia neta total de 6.200 MVA.

La red de líneas de 220 kV distribuye la electricidad desde el anillo de 400 kV hasta el interior de la Ciudad, a través un sistema de cables subterráneos en toda la superficie ocupada por la Ciudad compacta. En ella se localizan unas 60 subestaciones de transformación que reducen la tensión a 132 kV, y por debajo de 100 kV. El mapa siguiente muestra, de forma esquemática, la red de alta tensión (400 kV y 220 kV) que suministra la electricidad a Madrid.



Fuente: Elaboración propia a partir del Plan de Uso Sostenible de la Energía y Prevención del Cambio Climático de la Ciudad de Madrid y Red Eléctrica Española

En cuanto a la calidad y seguridad del suministro, Madrid no solo cumple con los estándares de referencia en calidad del suministro, sino que se sitúa en la primera posición de las regiones urbanas españolas. No obstante, el Tiempo de Interrupción Equivalente de la Potencia Instalada en media tensión (1 kV y ≤ 36 kV) en Madrid se ha incrementado desde el año 2003 en un 5%. Para frenar esta tendencia, el Ayuntamiento de Madrid y las empresas distribuidoras de electricidad (Iberdrola y Unión Fenosa para el caso de Madrid), desarrollan una política de inversión en las infraestructuras con objeto de mejorar la calidad del suministro. Entre ellas destacan tres medidas:

- Mejoras en las subestaciones de transformación
- Convenio para el desmantelamiento de las líneas aéreas de alta tensión y el blindaje de las subestaciones eléctricas
- Ordenanza de diseño y gestión de obras en la vía pública

Generación de energía eléctrica en la Ciudad de Madrid

La Ciudad de Madrid, como espacio de carácter eminentemente urbano, importa buena parte de la electricidad que consumen sus empresas y sus habitantes

La Ciudad de Madrid, como espacio de carácter eminentemente urbano, no dispone prácticamente de generación de energía autóctona, lo que le obliga a importar buena parte de la electricidad que consumen sus empresas y sus habitantes. Según los datos del último Balance Energético del municipio, en el año 2006 las importaciones de energía alcanzaron los 5.758,88 ktep¹. El desglose de estas importaciones por fuente energética fue de un 62,35% para los productos petrolíferos, un 19,87% para la electricidad, un 17,28% para el gas natural, un 0,49% para el carbón y un 0,01% para la biomasa. En total, la energía generada en el exterior supone el 97,44% del total del consumo energético de la Ciudad, mientras que el 2,56% restante se cubre a través de generación propia.

Importaciones energéticas en Madrid. Año 2006

Fuente energética	MWh	Ktep	Porcentaje
Productos petrolíferos	41.754.607,5	3.590,25	62,3%
Electricidad	13.309.837,2	1.144,44	19,9%
Gas Natural	11.577.083,5	995,45	17,3%
Carbón	330.757,2	28,44	0,5%
Biomasa	3.489,0	0,30	0,0%
Total	66.975.774,4	5.758,88	100,0%

Fuente: Balance Energético del Municipio de Madrid. 2006

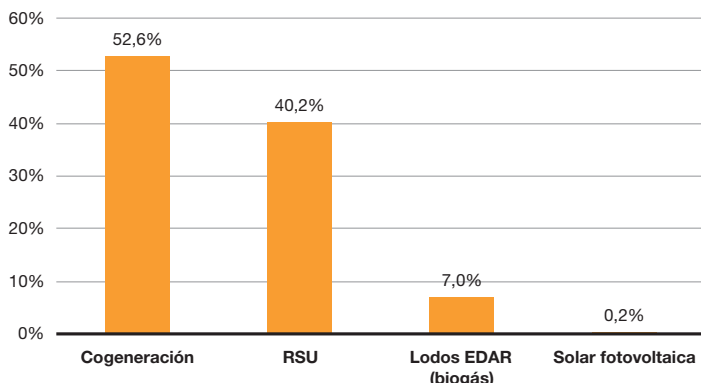
Concretamente, en lo que respecta a la energía eléctrica, Madrid importó en año 2006 un total de 1.144,34 ktep, mientras que generó 69,47 ktep, es decir, un 5,72% del consumo total. En lo que respecta a las importaciones de electricidad, éstas provienen en un 42,5% de los ciclos combinados de gas natural, en un 18,3% de la generación nuclear, en un 18,1% de la generación térmica convencional y en un 14,7% de la hidráulica. La electricidad que se compra en el exterior procedente de la generación de Régimen Especial, supone algo más del 6%.

La generación autóctona de electricidad procede fundamentalmente de instalaciones de cogeneración y de la valorización de los Residuos Sólidos Urbanos

La procedencia de la producción propia (69,47 ktep) corresponde principalmente a la cogeneración, con un aporte del 52,6% sobre la producción interna, seguida de la valorización de los Residuos Sólidos Urbanos, que alcanza un 40,2% del total. El aprovechamiento de biogás procedente de la digestión anaerobia de los lodos de las Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (EDAR) aporta un 7%, mientras que la solar fotovoltaica tan sólo representa un 0,2%, aunque presenta un potencial de desarrollo muy significativo.

¹ Miles de toneladas equivalentes de petróleo

Fuentes propias de generación de energía eléctrica en la Ciudad de Madrid (2006)



Fuente: Balance Energético del Municipio de Madrid. Año 2006

Las instalaciones que generan electricidad en Madrid se encuentran inscritas al Régimen Especial². Parte de su producción se vende y es vertida a la red, mientras que otra parte es utilizada por las propias instalaciones para su funcionamiento. De esta forma, la penetración de las energías renovables y el aprovechamiento energético de los residuos en la Ciudad de Madrid se está desarrollando en virtud de una doble vertiente, potenciando la eficiencia de instalaciones que se dedican a otras actividades, y aportando recursos a través de la venta de la energía excedentaria.

Los procesos de cogeneración que se desarrollan en la Ciudad de Madrid son los que aportan una mayor cantidad de electricidad a la red municipal (36,5 ktep en el año 2006, de los que el 90% es vertido a la red y el 10% es consumido por las propias instalaciones que la generan). Son de dos tipos, la cogeneración producida en el secado de lodos de las depuradoras (un 75,8% del total) y la generada por los sectores industrial y R&C&I³ (un 24,2%).

En el área del aprovechamiento energético a partir de RSU, la Ciudad de Madrid constituye un referente, ya que aporta al consumo final madrileño algo más de 335.000 MWh al año, a lo que habrá que añadir la producción de biogás y electricidad de las dos nuevas plantas de biometanización inauguradas en 2008 (ver tabla). Esta electricidad se genera en las plantas de tratamiento del Parque Tecnológico de Valdemingómez y se produce bien por el proceso de biometanización, que genera biogás y que es utilizado para producir electricidad, bien por incineración de residuos no reciclables o reutilizables, o mediante el aprovechamiento del biogás en los vertederos. La creación reciente de las dos plantas de biometanización en Las Dehesas y La Paloma evitará a la Ciudad de Madrid la emisión de unas 300.000 toneladas de CO₂ al año, y ha permitido posicionar a Valdemingómez como un centro de referencia a escala europea en la valorización energética de los RSU.

² Régimen que establece la retribución de la energía eléctrica que producen las instalaciones de generación eléctrica de potencia inferior a los 50MW cuya tecnología esté orientada al aprovechamiento de las energías renovables, los residuos no renovables y la cogeneración

³ Sector Residencial, Comercial e Institucional

La siguiente tabla muestra algunos datos que justifican dicha afirmación:

Instalaciones de generación de energía a través de la valorización de los RSU en la Ciudad de Madrid		
Tecnología	Planta	Producción eléctrica anual
Producción de electricidad por incineración de residuos	Las Lomas-Tirnadrid	226.361 MWh*
Generación de biogás por biometanización	Las Dehesas y La Paloma	197.710 MWh**
Aprovechamiento de biogás de vertederos	Valdemingómez 2000 y vertedero de Las Dehesas	109.030 MWh***

Notas: * Datos 2008; ** Nuevas plantas de tratamiento. Previsiones de producción del Ayuntamiento de Madrid; * Datos 2006**
Fuentes: AEVERSU, Ayuntamiento de Madrid y Balance Energético del Municipio de Madrid 2006

El proceso de depuración de las aguas residuales en las EDAR madrileñas genera lodos, cuyo proceso de secado genera electricidad por cogeneración, mientras que un tratamiento por digestión anaerobia genera biogás (7% de la producción propia de electricidad) que es utilizado para el autoconsumo de las propias plantas de depuración.

La producción de electricidad mediante el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica es aún escasa en Madrid (138 MWh en el año 2006). Sin embargo, el potencial de penetración es muy elevado y se está produciendo un incremento muy destacado en los últimos años (entre 2003 y 2006 ha crecido un 18,3%). El papel que juega la administración madrileña en el impulso del uso del sol como fuente de energía eléctrica (y térmica), se concreta tanto en iniciativas arquitectónicas de promoción pública que incorporan este tipo de tecnología⁴, como en la modernización de la normativa municipal.

Así mismo, la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación ha supuesto un cambio determinante en las posibilidades de desarrollo de la tecnología de aprovechamiento de la energía solar en el ámbito urbano. Esta normativa establece una contribución mínima (fotovoltaica y térmica en algunos casos) de estas tecnologías a la cobertura de las necesidades energéticas de las nuevas edificaciones. Un ejemplo destacado de su aplicación se encuentra la nueva sede de Telefónica en Las Tablas, un conjunto de edificios con una cobertura de vidrio (material reciclable y de larga vida) que alberga un total de 16.600 paneles fotovoltaicos que generan al año unos 360 MWh, energía que se estima reduzca las emisiones de CO₂ en 1.600 toneladas al año.

⁴ Viviendas de FISAC en Vallecas, Viviendas "verdes" de Usera y de Carabanchel, ECOBARRIO de Puente de Vallecas, Comunidades de viviendas fotovoltaicas, etc.

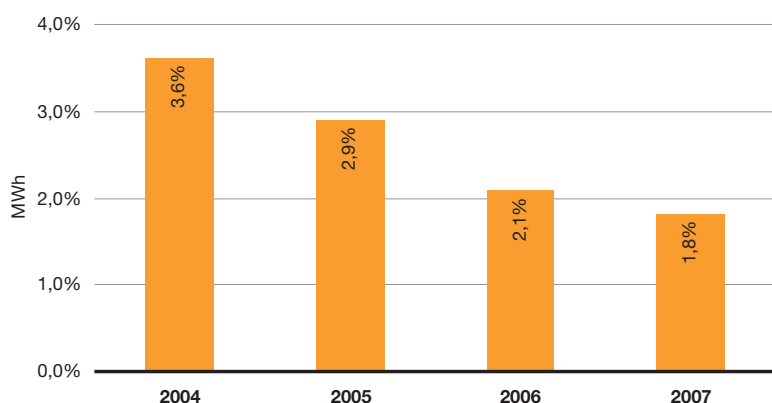
Evolución del consumo eléctrico en la Ciudad de Madrid

Sin duda, para la Ciudad de Madrid, contar con unas infraestructuras energéticas de calidad y modernas instalaciones de generación constituye un sólido apoyo para su desarrollo económico. El consumo de electricidad de la Ciudad de Madrid ascendió en 2007 a 14,2 millones de MWh, un 1,8% más que el año anterior.

La evolución del consumo en la Ciudad de Madrid desde el año 2003, ha seguido la pauta creciente del resto del país, no obstante la tasa de variación media anual de la Ciudad de Madrid se sitúa en el 2,60% mientras que para el conjunto del país ha sido del 3,7%.

La Ciudad de Madrid presenta un crecimiento medio anual del consumo eléctrico inferior al del conjunto del país

Evolución del consumo de energía eléctrica en Madrid (2003-2007)
(tasa interanual)

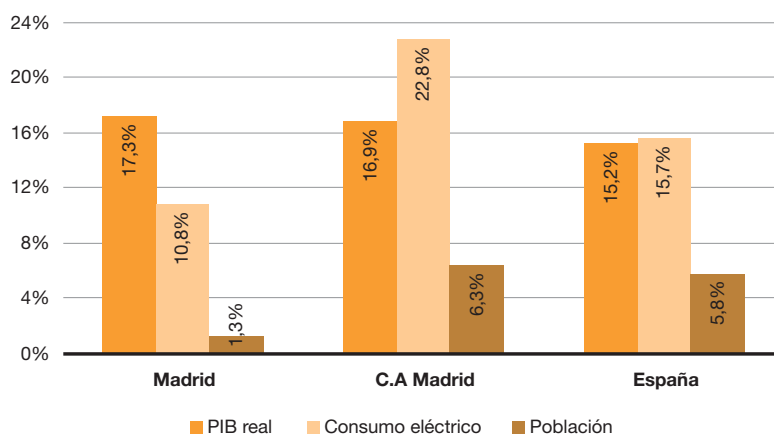


Fuente: Ayuntamiento de Madrid

La comparación de los datos de crecimiento del consumo eléctrico con otras magnitudes como la evolución de la población y del PIB, nos permite obtener una visión sobre la eficiencia energética de la Ciudad de Madrid. Como se observa en el gráfico, mientras que el incremento del consumo eléctrico ha sido del 10,8% entre 2003 y 2007, el PIB ha aumentado un 17,3%, es decir, los ritmos de crecimiento de ambas magnitudes indican una mayor eficiencia energética en la Ciudad.

En cuanto a sus entornos territoriales próximos, la Comunidad de Madrid mantiene aún un ritmo de crecimiento del consumo eléctrico superior al del PIB, si bien el aumento demográfico es cinco puntos porcentuales superior al de la Ciudad. En el conjunto de España, el incremento del consumo de energía eléctrica y del PIB entre 2003 y 2007 ha sido muy similar, mientras que el de población se sitúa muy por debajo de ambas magnitudes.

Eficiencia energética en la Ciudad de Madrid Vs. Comunidad y España (tasa de variación 2003-2007)



Fuente: Ayuntamiento de Madrid, Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, INE y REE

En 2007, la participación de Madrid en las tres magnitudes analizadas dentro de los territorios de comparación fue la siguiente: la Ciudad consume el 45% del total de la demanda de la Comunidad de Madrid y el 5,4% de la del país, sin embargo alberga al 51,5% de la población total de la Comunidad y al 6,9% de la nacional, y su PIB es casi el 69% del autonómico y el 12% del nacional.

Participación de la Ciudad de Madrid dentro de sus territorios de referencia (2007)

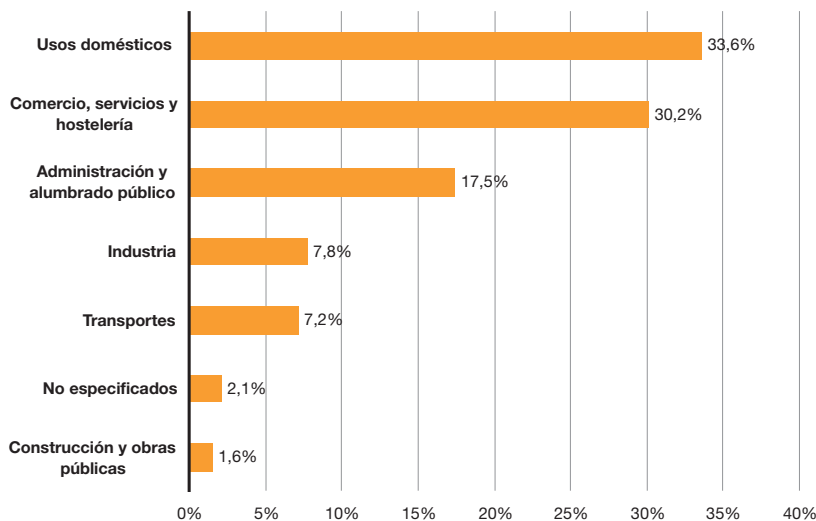
	Comunidad de Madrid	España
Consumo eléctrico	45,0%	5,4%
Población	51,5%	6,9%
PIB	68,2%	11,9%

Fuentes: Ayuntamiento de Madrid, Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, INE y REE

Consumo sectorial

El análisis del consumo eléctrico por sectores de actividad resalta el carácter residencial y terciario de la Ciudad. Sólo los usos domésticos y terciarios (comercio, hostelería y servicios públicos y privados) consumen el 81,3% del total de la demanda, mientras que la industria y los transportes se reparten un 15%.

Distribución del consumo de energía eléctrica por sectores en la Ciudad de Madrid (2007)



Fuente: Ayuntamiento de Madrid

El desglose del consumo de la industria por subsectores, permite observar cómo es una instalación situada en el distrito de Villaverde y dedicada a la siderurgia la que consume más de un 30% de la demanda industrial. La fabricación de máquinas y transformados metálicos (14,4%) y la construcción de automóviles, bicicletas y otros medios de transporte (12,5%) consumen casi otro 30%.

Distribución del consumo de energía eléctrica por actividades industriales en la Ciudad de Madrid (2007)



Fuente: Ayuntamiento de Madrid

Consumo per cápita

El consumo per cápita de electricidad en Madrid en el año 2007 era de 4.533 kWh, un valor que ha ido incrementándose desde el año 2003 cuando cada madrileño consumía 4.144 kWh, es decir, un 9,4% menos. Los nuevos hábitos de consumo y la creciente dotación doméstica de aparatos eléctricos y electrónicos contribuyen sin duda a este aumento del consumo por persona.

La comparación con otras grandes ciudades españolas nos proporciona información relevante en cuanto a la intensidad de uso eléctrico que cada ciudadano realiza en diferentes lugares. Partiendo del supuesto de que las ciudades analizadas presentan una economía fuertemente terciarizada, y que el grueso de la demanda eléctrica proviene del sector residencial, las diferencias de consumo per cápita entre ciudades responden más a la diferencia en la climatología que a factores productivos. Barcelona, con un consumo per cápita de 3.201 kWh, y Valencia, con 3.768 kWh, son ciudades costeras y, por tanto, con temperaturas condicionadas por la influencia marina. Madrid, con un clima continental de veranos muy calurosos e inviernos fríos, arroja un consumo per cápita de 4.533 kWh. Por último, Sevilla sufre unas temperaturas estivales extremas que hacen aumentar la demanda eléctrica durante los meses de verano lo que eleva la media anual del consumo por persona a un nivel muy similar al de Madrid.

En el plano internacional, la tabla de consumos per cápita muestra los datos referidos al Gran Londres y la Île-de-France. La gran área metropolitana británica cuenta con unos 7,5 millones de habitantes, cada uno de los cuales demanda 5.712 kWh. al año. En el caso de la región de París, el volumen de habitantes asciende hasta los 11,5 millones, con un consumo per cápita de 5.857 kWh. La comparación de estas dos grandes regiones urbanas con la madrileña, refleja unos resultados similares, aunque son los ciudadanos de Madrid los que consumen menos.

Consumo eléctrico per cápita en Madrid y otras ciudades de referencia (2007)

Ciudad	kWh
Madrid	4.533
Barcelona	3.201
Sevilla	4.551
Valencia*	3.768
Great London*	5.712
Île-de-France*	5.857
Comunidad de Madrid	5.186

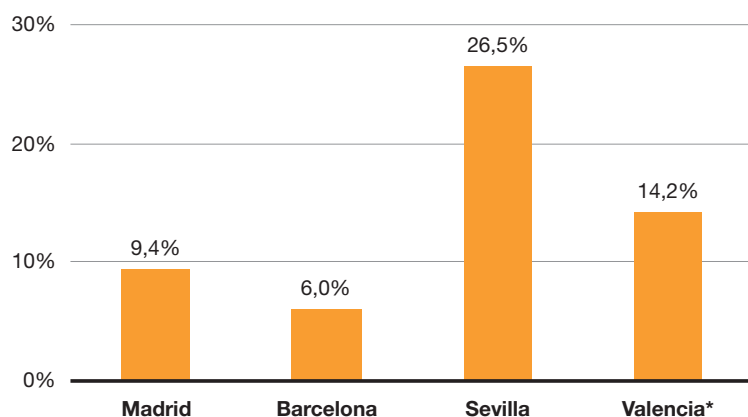
* Dato 2006

Fuentes: Aytos. Madrid, Barcelona, Sevilla, Valencia;
<http://www.berr.gov.uk>; INSEE; Direction Générale de l'Énergie et du Climat; Instituto de Estadística de la C. Madrid

Al medir la variación producida sobre el consumo per cápita entre 2003 y 2007 en Madrid y las otras ciudades españolas, se observa un incremento generalizado en todas ellas. En un contexto de

crecimiento económico como el experimentado durante los últimos años, las necesidades energéticas han crecido de forma paralela. En los hogares, se observa un mayor equipamiento en electrodomésticos y en instalaciones de aires acondicionados. No obstante, las variaciones son muy diferentes entre unas ciudades y otras. Mientras que Madrid o Barcelona crecen por debajo del 10%, Valencia, con un aumento del 14,2% y sobretodo Sevilla, con un 26,5% más, se sitúan como las ciudades en las que sus habitantes han incrementado sus necesidades energéticas de forma más destacada.

Variación (%) 2003-2007 del consumo eléctrico per cápita en Madrid y otras ciudades de referencia



* Variación 2003-2006
Fuente: Ayuntamiento de Madrid

Iniciativas para el ahorro y la eficiencia energética en la Ciudad de Madrid

El Ayuntamiento de Madrid, consciente del impacto que el alto consumo energético urbano tiene sobre el cambio climático y de la responsabilidad de las ciudades en la prevención y lucha contra este fenómeno, ha presentado recientemente un Plan de Uso Sostenible de la Energía y Prevención del Cambio Climático para Madrid.

El Plan de Acción incluye un total de 55 medidas organizadas por sectores de actividad que complementan las actuaciones que ya se venían desarrollando en la Ciudad con anterioridad, alguna de las cuales tienen un impacto claro sobre la reducción de los consumos de electricidad en Madrid como el Plan de Instalaciones de Alumbrado Público y la Ordenanza sobre Captación de Energía Solar para Usos Térmicos.

Entre las nuevas medidas de carácter transversal que presenta el Plan, cabe destacar tres de ellas por su capacidad de impacto en un uso más eficiente de la energía en general y de la electricidad en concreto para la Ciudad de Madrid:

- La creación de la Agencia Local de la Energía. Se trata de un órgano para la gestión y coordinación de todas las medidas, incluidas o no en el Plan de Usos Sostenible de la Energía y Prevención del Cambio Climático, que tengan como objetivo la reducción del consumo energético y su eficiencia así como de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.
- La elaboración de una Ordenanza de Uso Sostenible de la Energía. Permitirá dotar al Ayuntamiento de una norma específica que regule la gestión integral y sostenible de la energía en Madrid. Así mismo, regulará la estructura y objetivos de la Agencia Local de la Energía.
- La redacción e implementación de un Plan Director de Infraestructuras Energéticas. Permitirá desarrollar una planificación real y coordinada con el resto de agentes implicados, de las necesidades de renovación o implementación de nuevas infraestructuras de tal forma que se rompa la brecha entre crecimiento de demanda y de infraestructuras. Una vez más, el papel de la Agencia Local de la Energía será el de facilitar la interlocución entre todos los actores, tanto públicos como privados.