

# Guía sobre medidas de Ahorro Energético



## en Comunidades de Propietarios

Madrid Vive Ahorrando Energía



CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA

**Comunidad de Madrid**

[www.madrid.org](http://www.madrid.org)



La Suma de Todos





# Guía sobre medidas de Ahorro Energético en Comunidades de Propietarios



Madrid **Ahorra** con Energía

**Madrid, 2013**



Fundación de la Energía de  
la Comunidad de Madrid



[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)



CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA  
**Comunidad de Madrid**  
[www.madrid.org](http://www.madrid.org)

Esta Guía se puede descargar en formato pdf desde la sección de publicaciones de las páginas web:

**[www.madrid.org](http://www.madrid.org)**

(Consejería de Economía y Hacienda, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas)

**[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)**

Si desea recibir ejemplares de esta publicación en formato papel puede contactar con:

Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid

[dgtecnico@madrid.org](mailto:dgtecnico@madrid.org)

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid

[fundacion@fenercom.com](mailto:fundacion@fenercom.com)

La Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, respetuosa con la libertad intelectual de sus colaboradores, reproduce los originales que se le entregan. Tanto la Comunidad de Madrid como la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, no se hacen responsables de las opiniones, imágenes, textos y trabajos de los autores ni de las posibles consecuencias que se deriven para las personas físicas o jurídicas que actúen o dejen de actuar de determinada forma como resultado de la información contenida en esta publicación.

Autor: Alba Ingenieros Consultores, S. L.

I.S.B.N.: 978-84-616-3911-3

Depósito Legal: M. 12056-2013

Imprime: Gráficas Arias Montano, S. A.  
28935 MÓSTOLES (Madrid)

# Presentación

Los dos últimos siglos se han caracterizado por un enorme cambio en el modo de vida, debido fundamentalmente a los avances tecnológicos y a la industrialización de la sociedad. Esto ha provocado un consumo cada vez mayor de recursos, dando lugar a una situación que en la mayoría de los casos es insostenible.

Respecto a la energía, el petróleo y sus derivados líquidos y gaseosos siguen siendo la principal fuente de energía primaria en los países desarrollados. La casi imparable demanda de combustibles fósiles lleva implícita una serie de consecuencias ambientales, sociales y económicas de signo negativo. Además del aumento de la contaminación y del cambio climático generado por las emisiones de CO<sub>2</sub>, el propio agotamiento de los recursos energéticos no renovables ha desencadenado a lo largo de los años numerosas crisis energéticas, con un aumento cada vez mayor de su valor monetario, dando lugar incluso a conflictos bélicos internacionales por su control.

Todas estas razones y otras conducen a la necesidad de cambiar el modelo energético, ya que está basado en un consumo casi ilimitado de los recursos naturales cuyas reservas sí son limitadas.

Con estos argumentos, el ahorro de energía y la mejora de la eficiencia energética de los productos y servicios que demanda la sociedad, constituyen uno de los pilares de cualquier nuevo plan energético a desarrollar. Tales principios han determinado que la mayoría de los países desarrollados y especialmente los energéticamente dependientes, hayan activado numerosas estrategias para minimizar el consumo de energía. Entre ellas destacan los objetivos 20-20-20 de la Unión Europea, que habrán de cumplirse hasta el año 2020 para reducir el 20% de la emisiones de CO<sub>2</sub> con respecto año 1990, aumentar un 20% el uso de las energías renovables sobre el consumo total y aumentar un 20% la eficiencia energética.

En España, cuya dependencia energética se eleva 24 puntos más que la media europea (78,1% del total), el transporte y la industria son los sectores que más energía final demandan, con un 39,3% y 30,2% respectivamente, seguidos por el sector residencial, con un consumo del 29,5% respecto del total.

En la Comunidad de Madrid, el sector residencial es responsable de casi el 25% del consumo energético final, presentando asimismo una tendencia al alza continua.

Las estadísticas nacionales señalan que, mientras las industrias están reduciendo la energía necesaria para fabricar los mismos productos, debido a una mejora en la eficiencia de los procesos industriales (aunque una buena parte también es consecuencia de la crisis económica global), el consumo de energía en los hogares españoles sigue aumentando, con un crecimiento sostenido ligado fundamentalmente a los hábitos de los consumidores que cada vez demandan mayor confort en sus casas.

En muchas ocasiones un mayor consumo no revierte en una mejora de los niveles de bienestar, debido a la influencia de otros aspectos como, antigüedad de las viviendas, inadecuada gestión y mantenimiento de las instalaciones y de los edificios, y malos hábitos en general.

Según las investigaciones y estudios realizados, el potencial de ahorro energético de los edificios existentes se sitúa en el entorno del 20%, con una repercusión directa en las emisiones de CO<sub>2</sub> por edificio y en la factura anual de energía.

Es, por tanto, un objetivo prioritario, actuar sobre el sector de la edificación con parámetros de sostenibilidad, para alcanzar las metas de ahorro y eficiencia energética recogidas en los planes de acción.

Como consecuencia de la grave crisis global, la construcción de obra nueva de viviendas se ha paralizado casi por completo. Es por ello que en las circunstancias actuales, resulta más favorable dirigir las líneas de actuación en mejora ambiental hacia la gestión, el mantenimiento y la rehabilitación de edificios existentes.

En este contexto, la Dirección General de Industria, Energía y Minas y la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid ha decidido publicar una *Guía de Ahorro Energético en Comunidades de Propietarios*, dirigida a los propietarios, administradores y gestores de las fincas.

En esta publicación se ofrecen algunas de las principales soluciones técnicas que existen actualmente en el mercado, así como una serie de recomendaciones por ámbitos, para aumentar la eficiencia energética de los servicios y equipamientos que comparten el conjunto de los vecinos y que conforman los gastos generales del inmueble, destacando los aspectos relativos a la calefacción y el agua caliente sanitaria, la envolvente edificatoria, la iluminación, los ascensores y los motores eléctricos, en general, de uso común.

**D. Carlos López Jimeno**

Director General de Industria, Energía y Minas

# Índice

<b>Capítulo 1. Por qué es importante ahorrar energía en las comunidades de vecinos</b>	<b>9</b>
<b>Capítulo 2. Análisis energético del sector residencial</b>	<b>13</b>
2.1. Contexto nacional	13
2.1.1. Participación del sector residencial en el consumo de energía final	13
2.1.2. Consumo y uso de la energía en el sector residencial	14
2.1.3. Distribución del consumo energético en viviendas y edificios y potencial de ahorro	16
2.1.4. Efectos ambientales del sector residencial	19
2.2. La demanda energética del sector residencial en la Comunidad de Madrid	23
2.3. Acciones institucionales	25
<b>Capítulo 3. Cómo ahorrar energía en las comunidades de vecinos</b>	<b>29</b>
3.1. Medidas de ahorro. Campos de actuación y ámbito de aplicación	30
<b>Capítulo 4. Calefacción y Agua Caliente Sanitaria</b>	<b>33</b>
4.1. Incidencia energética	33
4.2. Alternativas técnicas	34
4.2.1. Combustibles	34
4.2.2. Sistemas de producción de calor y Agua Caliente Sanitaria (ACS)	37
4.2.3. Distribución y regulación	43
4.3. Gestión, uso y mantenimiento	47
4.4. Buenas prácticas ambientales	48
4.5. Eficacia energética y ahorro económico de las medidas	45
<b>Capítulo 5. Envolvente térmica</b>	<b>53</b>
5.1. Incidencia energética	53
5.2. Alternativas técnicas	57
5.2.1. Fachadas	58
5.2.2. Cubiertas	60
5.2.3. Patios interiores	62



5.2.4. Carpintería	63
5.2.5. Vidrios	63
5.3. Buenas prácticas ambientales	65
5.4. Eficacia energética y ahorro económico de las medidas	65
<b>Capítulo 6. Iluminación</b>	67
6.1. Incidencia energética	67
6.2. Alternativas técnicas	68
6.2.1. Fuentes de luz	68
6.2.2. Sistemas de control de la iluminación	75
6.3. Buenas prácticas ambientales	76
6.4. Eficacia energética y ahorro económico de las medidas	78
<b>Capítulo 7. Ascensores</b>	79
7.1. Incidencia energética	79
7.2. Alternativas técnicas	80
7.2.1. Motores, velocidades y sistemas de transmisión	80
7.2.2. Iluminación	82
7.3. Gestión, uso y mantenimiento	82
7.4. Buenas prácticas ambientales	83
7.5. Eficacia energética y ahorro económico de las medidas	83
<b>Capítulo 8. Aire acondicionado y ventilación</b>	85
8.1. Incidencia energética	85
8.2. Alternativas técnicas	85
8.3. Uso y mantenimiento	86
8.4. Buenas prácticas ambientales	87
8.5. Eficacia energética y ahorro económico de las medidas	87
<b>Capítulo 9. Motores eléctricos y sistemas de bombeo</b>	89
9.1. Incidencia energética de los motores eléctricos y los sistemas de bombeo	89
9.2. Alternativas técnicas	90
9.2.1. Los mecanismos de impulsión	90
9.2.2. Resistencia a la circulación	92
9.3. Mantenimiento	93
9.4. Medidas de ahorro en la factura eléctrica	93
9.5. Eficiencia energética y ahorro económico	94
<b>Capítulo 10. Zonas comunes del edificio</b>	95
10.1. Ahorro de luz	95
10.1.1. Para saber más de estos temas	96

# Por qué es importante ahorrar energía en las comunidades de vecinos

Las partes comunes de un edificio residencial para uso de viviendas fundamentalmente (bloques o unifamiliares), aunque también puede incluir locales, que atañen a todos los propietarios, conforman la comunidad de vecinos. Básicamente estas zonas son: el portal, las escaleras, los pasillos, los patios interiores, la sala de calderas, la azotea, el garaje, la piscina y jardín, etc.

Los principales gastos con los que cuenta una comunidad de vecinos se derivan de los servicios comunes que presta al edificio, destacando el coste de la calefacción, la luz, el agua, y las reparaciones y el mantenimiento de los motores y servicios generales.

Las razones por las que es importante minimizar el consumo de energía (ahorrar) de los edificios son fundamentalmente dos:

- De carácter económico: para **reducir los costes**.
- De carácter ambiental: para **reducir las emisiones**.

Las comunidades de vecinos son responsables de más del 17% de toda la energía consumida en España, siendo la calefacción, y en menor medida el agua caliente, los servicios que más energía consumen. Por otra parte, la calefacción es responsable de más del 32% de las emisiones de CO<sub>2</sub> domésticas.

Las medidas a adoptar en las comunidades para ahorrar y mejorar su eficiencia energética también redundan en beneficio del **confort climático** de las propias viviendas, al mejorarse, en muchos casos, aspectos relacionados con las cubiertas, cerramientos, sustitución de equipos obsoletos, etc.

Tanto a nivel nacional como en la Comunidad de Madrid, la importancia de una buena gestión energética en las comunidades de vecinos, con vistas a cumplir tales objetivos, está avalada por el elevado número de viviendas y edificios que todavía no cumplen los requisitos de ahorro y eficiencia energética que establece la normativa vigente, la cual obliga a que cada vez se construya con mejores condiciones de seguridad y sostenibilidad.

Hoy en día, aún existen muchos edificios antiguos en los que el confort se alcanza a expensas de derrochar grandes cantidades de recursos, como por ejemplo, utilizando sistemas de calefacción central poco eficaces y eficientes.

Hasta el año 1979 no existía ninguna normativa que exigiera la instalación de aislamiento en los edificios. Y, solo desde el año 1999, fecha en que se decretó la ley de Ordenación de la Edificación que regula el proceso completo de la edificación, y más concretamente a partir de la aprobación del Código Técnico de la Edificación, CTE, en 2006, los inmuebles tienen que ser construidos con criterios de sostenibilidad y protección ambiental, cumpliendo unas exigencias básicas en cuanto a ahorro de energía, aislamiento térmico, salubridad, seguridad y mantenimiento.

Por lo cual, las edificaciones construidas entre 1980 y 2006 y que no hayan sido específicamente rehabilitadas con fines de ahorro y eficiencia energética, alcanzarán unos niveles de consumo energético muy elevados.

En este sentido se debe indicar, que a pesar de que todavía no se dispone del censo de edificios y viviendas que prepara actualmente el instituto nacional de estadística (INE), según el Padrón del año 2001, en España hay 8.623.875 edificios destinados principalmente a vivienda, de los que 508.882 se ubican en la Comunidad de Madrid, con una representación del 5,5% del ámbito nacional.

Tipología	Nacional	C. Madrid
Total	8.623.875	508.882
Edificio sólo con una vivienda familiar	6.682.591	333.725
Edificio sólo con varias viviendas familiares	1.198.975	104.408
Edificio compartido con locales	731.850	69.619

**Tabla 1.** Edificios según número de viviendas (INE 2004).

Las últimas estimaciones del antiguo Ministerio de la Vivienda daban un stock de 551 viviendas por 1.000 habitantes, un estándar muy superior al resto de Europa. En los últimos 40 años, el parque nacional de viviendas ha crecido más de 1,76 puntos.

Según los datos censales de 2001, en España hay 266.835 edificios en régimen de comunidad, 36.174 en la provincia de Madrid.

	Edificios viviendas		Año de construcción							
			Antes 1900		1901 - 1960		1961 - 1980		1981 - 2001	
	Nacional	C. Madrid	Nacional	C. Madrid	Nacional	C. Madrid	Nacional	C. Madrid	Nacional	C. Madrid
Total	8.623.875	508.882	901.299	12.123	2.349.880	90.701	2.595.303	180.749	2.777.393	225.309
Porcentaje	100,00	100	10,45	2,38	27,25	17,82	30,09	35,52	32,21	44,28
Comunidad propietarios	839.451	119.842	36.089	3.346	169.939	24.334	366.588	55.988	266.835	36.174
Porcentaje	9,73	23,55	4,00	2,79	20,24	20,31	43,67	46,72	31,79	30,18

**Tabla 2.** Evolución comparativa del parque de edificios para viviendas según su año de construcción y el régimen de comunidad de vecinos

Casi el 10% de los edificios españoles presentan un régimen de propiedad horizontal. En Madrid las comunidades de vecinos se duplican, abarcando el 23,5 % del total de viviendas.

Otro aspecto significativo y que puede repercutir en el consumo energético, es la antigüedad de las construcciones, y por tanto, de sus instalaciones. Más del 57% de los edificios de viviendas españoles han sido construidos entre 1900 y 1980, y el 32%, entre 1981 y 2001.

En la Comunidad de Madrid estos porcentajes son todavía mayores, destacando que entre 1961 y 2001 se construyó el 77% del actual parque de edificaciones. Además, el 70% de los hogares de España, vive en bloques de viviendas.

Todos estos datos son una muestra más que suficiente para reconocer la importancia que tiene la adecuada gestión energética de las comunidades de vecinos, ya que absorben más del 20% del consumo total de energía y de las emisiones totales producidas en España.

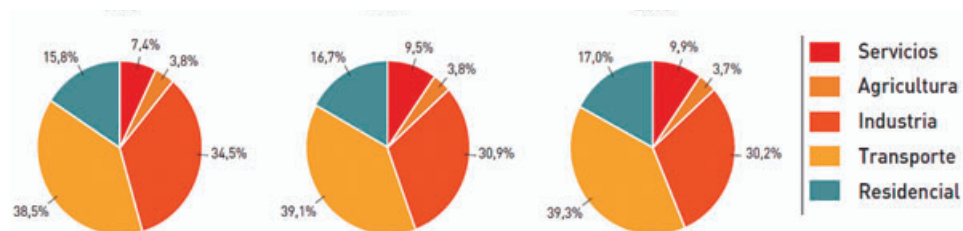


## 2.1. Contexto nacional

### 2.1.1. Participación del sector residencial en el consumo de energía final

En los últimos 25 años el consumo medio de energía final se ha incrementado un 70%, alcanzando el año 2010 los 99.830 ktep.

El peso de los sectores económicos en la demanda de energía final refleja la situación económica de un país. De esta forma, por la evolución en los consumos de las dos últimas décadas en España, destaca un claro estancamiento y contracción de la demanda a partir del año 2004, y el efecto de la actual crisis.



**Gráfica 1.** Evolución por sectores del consumo de energía final (MYTIC/IDAE).  
Fuente: 2.º Plan de Acción Nacional de Eficiencia Energética en España 2011-2020.

Tradicionalmente, la industria ha sido el sector que más recursos energéticos ha consumido. Pero las medidas de ahorro y las mejoras en los procesos industriales implementadas a partir de finales de los años 60, han hecho descender su consumo, que ha seguido bajando en la última década aunque de forma más moderada.

A partir de los 90, con el aumento de la movilidad de las mercancías y personas, y hasta la actualidad, el transporte ha pasado a ser la actividad que más

energía consume, absorbiendo más del 39% del gasto total. Además se trata de un sector que depende casi exclusivamente del petróleo como fuente primaria de energía.

Asimismo, la actual crisis económica global y, dentro del panorama nacional, el estancamiento de la construcción desde el año 2008, han provocado un descenso de actividad de los sectores más intensivos como el del automóvil, de algunos subsectores químicos, y especialmente, de las industrias directamente relacionadas con la edificación, como pueden ser la del cemento, vidrio, cerámica y acero.

Hay que destacar que el sector terciario, seguido del residencial, englobados dentro de los denominados «sectores difusos», han sido las actividades que más impacto han tenido en la demanda energética, con la consiguiente y significativa repercusión que ello supone en la economía del país.

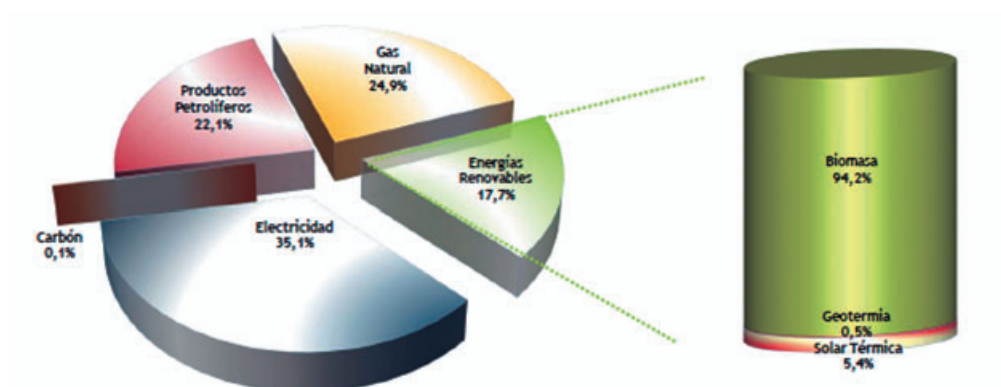
El sector residencial incremento su demanda en 1,1 puntos entre 1990 y 2000, aumentando tan solo 2 décimas hasta el año 2010. Actualmente la demanda energética de este sector en España es del 17% (16.971 ktep). En los últimos años, la práctica totalidad de la energía eléctrica producida se destina a la actividad residencial e industrial.

### **2.1.2. Consumo y uso de la energía en el sector residencial**

El alto grado de heterogeneidad y atomización del sector residencial, y la importancia y repercusión de sus necesidades energéticas (dependencia energética, uso de recursos no renovables, falta de control,...), hace que sea un elemento clave en el contexto energético nacional. De los 99.830 ktep consumidos el año 2010, casi 17.000 ktep corresponden al sector residencial.

Del análisis de la distribución del consumo según fuente de energía, se desprende que el sector residencial también es altamente dependiente de los recursos no renovables, con las implicaciones ambientales que ello conlleva.

Algo menos de dos terceras partes de los hogares españoles cubren sus necesidades energéticas con combustibles (petróleo y derivados, gas natural y biomasa), ocupando la electricidad el tercio restante.



**Gráfica 2.** Estructura del consumo residencial según fuentes energéticas.  
Fuente: Proyecto SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Informe Final. IDAE, 2011.

En los últimos 27 años, el carburante que más ha incrementado su consumo ha sido el gas natural, que ha multiplicado por veinte su demanda en el mercado español.

Energía final sector doméstico-comercial <sup>1</sup>	AÑOS			
	1985	2000	2005	2010
Gasoil	53,21	31,36	29,10	20,15
Gas Natural	2,29	16,30	19,73	22,43
Electricidad	44,50	52,35	51,17	57,41
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

1: Falta el consumo de GLP, carbón y renovables, para obtener el consumo total Doméstico-Comercial

**Tabla 1.** Evolución porcentual del consumo energético del mercado doméstico-comercial. Fuente: A partir de [http://www.sedigas.es/informeannual/2010/2.3\\_ConsumoEnergiaFinal.htm](http://www.sedigas.es/informeannual/2010/2.3_ConsumoEnergiaFinal.htm).

Dentro del mix energético nacional, las energías renovables también están adquiriendo cada vez mayor relevancia, habiéndose quintuplicado su demanda en el periodo 2004-2010.

En relación al sector residencial, con un 17,7% de cuota, los biocombustibles, y en concreto la biomasa, es la fuente que más se consume por su empleo como combustible térmico en los sistemas de calefacción y agua caliente, principalmente.



### 2.1.3. Distribución del consumo energético en viviendas y edificios y potencial de ahorro

El consumo energético en los hogares depende de:

- La zona climática donde se ubique la vivienda o edificio.
- La orientación.
- La calidad constructiva.
- El nivel de aislamiento.
- El grado de equipamiento.
- El uso de los equipos.

Según el estudio SPAHOUSEC realizado por el IDAE en julio de 2011, sobre los consumos energéticos del sector residencial en España agregados por fuentes, servicios y usos, zonas climáticas y tipos de viviendas, el consumo medio anual de un hogar español es de 10.521 kWh, equivalentes a 0,91 tep y 0,038 TJ. En las viviendas, el 65% del consumo energético es térmico y el 35% restante corresponde a electricidad.

El gasto térmico obedece básicamente al consumo de combustibles para calefacción, que es el servicio doméstico que más energía y agua caliente sanitaria (ACS) demanda. Como ya se ha mencionado, estos combustibles son mayoritariamente derivados del petróleo, gas natural y biomasa.

Dentro del consumo eléctrico, el 62% es utilizado por pequeños electrodomésticos, y en menor proporción por la iluminación.

Uso final	CONSUMO FINAL		
	Térmico (TJ)	Eléctrico (TJ)	Total (TJ)
Calefacción	272.667	15.907	288.574
ACS	100.114	16.129	116.243
Iluminación	—	25.366	25.366
Refrigeración	107	5.042	5.148
Cocina	25.588	20.063	45.651
Electrodomésticos	—	133.470	133.470
Consumo total	398.475	215.978	614.453

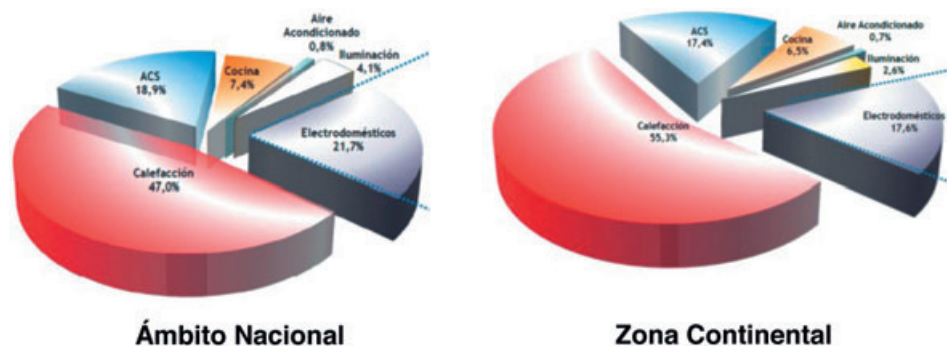
**Tabla 2.** Reparto del consumo energético según aplicación.  
Fuente: Proyecto SECH-SPAHOUSEC. IDAE; 2011.

Como se puede observar, los servicios que tienen mayor peso sobre el consumo final de energía son la calefacción, que demanda el 47% del total, los pequeños electrodomésticos con casi el 22% de la tasa total, y el agua caliente sanitaria (ACS) que representa el 18,9%.

Esta estructuración es indicativa de la alta relación y dependencia del consumo de energía y la climatología local. En este sentido, en Europa el sector doméstico y en concreto la calefacción, ha sido tradicionalmente el equipamiento que más energía consume, con un 72% más que su equivalente en España, consecuencia directa de la mayor rigurosidad de sus inviernos.

Dentro del territorio nacional, se reproduce la misma situación. Así, por ejemplo, el consumo anual de los hogares ubicados en la zona climática continental, a la que pertenece Madrid, es de 13.141 kWh (0,047 TJ), un 27% superior que la media nacional, debido al mayor contraste térmico entre inviernos y veranos.

Ello repercute fundamentalmente en el consumo de calefacción que se incrementa casi un 18%, pasando de una aportación del 47% sobre el gasto energético medio del sector, al 55,3% en climas más fríos. Por el contrario, se observa que la demanda energética para agua caliente e iluminación desciende.



**Gráfica 3.** Estructura del consumo según usos energéticos.

Fuente: Proyecto SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Informe Final. IDAE, 2011.

Finalmente, se debe apuntar que la distribución del gasto energético también se puede segmentar según la tipología de las viviendas. A pesar de que el 70% de las familias españolas residen en bloques, la demanda de energía de estas viviendas es tan solo un 7% mayor que la que consumen las casas unifamiliares, con un gasto energético total de 329 MTJ (53%) y 285 MTJ (46%), respectivamente.

El consumo anual de una vivienda en bloques es de 7.859 kWh, un 25% inferior al consumo anual de la vivienda media española.

Siguiendo la estructura de consumo nacional, la demanda térmica supera a la eléctrica en el conjunto de las viviendas. Si bien, en el caso de las residencias unifamiliares el gasto en combustible, principalmente, para calefacción y en menor grado, agua caliente, es mucho más desproporcionado, ya que en los pisos se mantiene un reparto más equitativo entre los principales usos de la energía (calefacción, ACS e iluminación).

Actualmente en los pisos de edificios, la cobertura de energía se realiza a través de electricidad y gas natural preferentemente, mientras que en las casas individuales los combustibles siguen siendo la fuente más empleada.

Uso final		Consumo final							MWh
		TJ							
		Carbón	GLP	Gasóleo	Gas natural	Biomasa	Solar térmica	Geotérmica	
Calefacción	Vivienda en Bloques	239	6.988	34.547	52.617	—	33	—	3.179.813
	Unifamiliar	267	9.260	50.569	18.360	98.500	389	254	1.238.120
ACS	Vivienda en Bloques	29	10.073	2.933	61.721	—	285	—	2.855.894
	Unifamiliar	10	9.143	4.710	3.847	1.716	5.117	143	1.623.700
Iluminación	Vivienda en Bloques	—	—	—	—	—	—	—	4.804.683
	Unifamiliar	—	—	—	—	—	—	—	2.240.058
Refrigeración	Vivienda en Bloques	—	—	—	—	—	—	—	914.030
	Unifamiliar	—	—	—	—	—	—	107	486.153
Cocina	Vivienda en Bloques	27	3.851	—	3.851	—	—	—	3.865.052
	Unifamiliar	47	3.878	—	7.552	1.079	—	—	1.707.057
Electrodomésticos	Vivienda en Bloques	—	—	—	—	—	—	—	24.990.582
	Unifamiliar	—	—	—	—	—	—	—	12.077.830
Consumo total	Vivienda en Bloques	295	20.916	37.481	58.396	—	319	—	40.610.055
	Unifamiliar	324	22.281	55.279	29.759	101.294	5.515	397	19.372.918

**Tabla 3.** Consumo medio anual según fuentes de energía y tipo de vivienda.

En resumen, se puede indicar que de media en España las viviendas unifamiliares consumen 2 veces más que los pisos plurifamiliares, siendo su consumo en calefacción cuatro veces mayor.

Uso final	Consumo final					
	Térmico-Combustibles (TJ)			Eléctrico (TWh)*		
	Viviendas unifamiliares	Viviendas en bloque	Total	Viviendas unifamiliares	Viviendas en bloque	Total
Calefacción	177.607	94.425	272.032	1,24	3,18	4,42
Agua caliente sanitaria (ACS)	24.687	75.045	99.732	1,62	2,86	4,48
Iluminación	—	—	0	2,24	4,80	7,04
Refrigeración	107	0	107	0,49	0,91	1,40
Cocina y electrodomésticos	12.556	13.031	25.587	13,79	28,86	42,65
Consumo total	<b>214.957</b>	<b>182.501</b>	<b>397.458</b>	<b>19,38</b>	<b>40,61</b>	<b>59,99</b>

\* TWh = 10<sup>6</sup> MWh

**Tabla 4.** Estructura de consumo total según tipos de viviendas.

Fuente: Proyecto SECH-SPAHOUSEC. IDAE; 2011

Según una estimación nacional del reparto de consumo de energía en comunidades de vecinos realizada por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, IDAE, la calefacción y el agua caliente consumen el 55% y el 28%, respectivamente, y la iluminación, el 20% del consumo eléctrico.

Todos los datos de consumo aportados son indicativos del importante potencial de ahorro del sector residencial, máxime si se tiene en cuenta la alta dependencia que todavía tiene de los combustibles y de la electricidad, responsables en gran medida de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera (GEI).

Las investigaciones y estudios disponibles hasta el momento, estiman dicho potencial de ahorro en más del 20%, actuando tanto en la envolvente térmica como en las instalaciones interiores del edificio.

Es por ello, que se trata de un sector presente en todos los planes de acción energético que se han ido sucediendo en el ámbito nacional y regional, con medidas especificadas para controlar y ahorrar energía en los edificios existentes y de nueva construcción.

## 2.1.4. Efectos ambientales del sector residencial

En conjunto, la edificación da lugar a importantes efectos ambientales, en el medio natural y social.

Ámbito	Efectos ambientales
Territorial	• Ocupación del suelo
	• Alteración de la matriz biofísica
	• Actividades extractivas y vertidos
Actividad económica	• Inadecuación a la demanda y a la necesidad social a satisfacer
	• Elevada demanda de mano de obra
	• Elevada demanda de materiales
Movilidad	• Elevada demanda de movilidad de materiales
	• Elevada demanda de movilidad por alejamiento de los servicios
Agua	• Elevada demanda de recursos hídricos para usos domésticos
Residuos	• Elevada generación de residuos de fabricación, de obras y de derribo
Energía y cambio climático	• Elevada emisividad por la fabricación de materias primas para la construcción
	• Elevada emisividad en el uso de energía de los edificios

**Tabla 5.** Impactos del sector de la edificación. Fuente: Cambio Global España 2020/50. Sector edificación. Fundación General U.C. Madrid, 2010.

El crecimiento en la década del 2000, en muchas ocasiones «desenfrenado», del sector residencial en España, se ha basado en una utilización cada vez mayor de recursos, tanto para construir los propios edificios, como para su explotación y mantenimiento posterior. Ello a su vez, ha supuesto un incremento de emisiones y de residuos, entre otros efectos ambientales importantes.

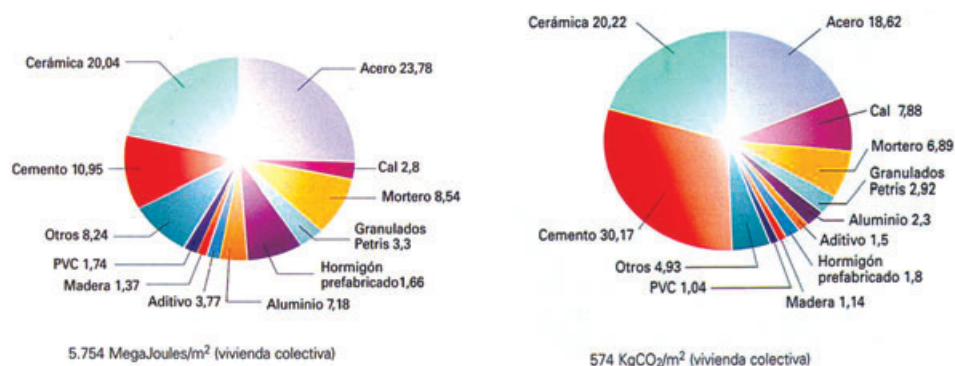
Las emisiones ligadas al uso energético de las viviendas y edificaciones suponen cerca de un 20% del total producido en España.

El volumen de residuos de construcción y demolición oscila entre los 2 y 3 kg por habitante y día, tasa superior a la de basura domiciliar que actualmente se calcula por encima de 1,7 kg/habitante y día.

Dentro del ámbito de la energía y el cambio climático, y según la WWF (2010), el sector residencial en España concentra la tercera parte del total de emisiones nacionales de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>3</sub>, CFC), incluida la fabricación de los materiales implicados en la construcción de los edificios.

Se calcula que por cada metro cuadrado de edificio construido, se gastan aproximadamente casi tres toneladas de materiales y recursos naturales. Y para fabricar los materiales necesarios para construir un metro cuadrado de vivienda colectiva, se consumen del orden de 5.754 MJ/m<sup>2</sup>, siendo el acero, la cerámica y el cemento, por este orden, los productos finales que más energía precisan. A su vez, ello supone la emisión de 574 kg de CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>, de los que el 30% proceden del cemento.

Por ello, es fundamental la utilización de materiales de construcción con un menor impacto ambiental y que no contengan elementos tóxicos o peligrosos.



**Gráfica 4.** Energía (izda.) y emisiones (dcha.) de fabricación de los materiales necesarios para construir 1m<sup>2</sup> de vivienda colectiva. Fuente: Guía de la eficiencia energética para administradores de fincas. Fundación Gas Natural, 2007.

Si bien la fase posterior de explotación del edificio es la que más energía consume, ya que sus necesidades se cubren fundamentalmente a partir de fuentes primarias, la mayoría de ellas no renovables y responsables de las principales emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

El uso de la energía del edificio, contamina de forma directa e indirectamente, ya que depende de la fuente primaria de energía y del proceso de transformación sufrido hasta su consumo.

Comparando cantidades equivalentes de los tres principales combustibles, carbón, petróleo y gas natural, el carbón es el que más emisiones de gases de efecto invernadero produce, seguido del petróleo. Mientras que el gas natural es el menos contaminante (Agencia Internacional de la Energía Atómica).

En España, según los datos del sector residencial manejados, el conjunto total de las viviendas, tanto bloques como unifamiliares, requieren al año más de 380 mil MWh de energía primaria, lo que supone más de 100 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera.

Fuente de energía	Vivienda plurifamiliar	Vivienda unifamiliar	Total
Gas natural	3.348.816	1.706.579	5.055.395
Petróleo	50.372.151	6.690.282	57.062.434
Carbón	28.435	31.230	59.665
Electricidad	26.356.510	12.573.024	38.929.534
Total	80.105.912	21.001.116	101.107.027

**Tabla 6.** Emisiones de CO<sub>2</sub> (t).

Los últimos datos del Banco Público de Indicadores Ambientales del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, actual Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, correspondientes a las emisiones directas de CO<sub>2</sub> del año 2008 procedentes de la combustión del equipamiento de los hogares (calderas, turbinas de gas, motores estacionarios, estufas, cocinas, etc.), arrojan una cifra de 18,69 Mt de emisiones a la atmósfera.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Emisiones (t)	16.582.000	16.725.000	17.335.000	18.675.000	19.513.000	19.675.000	18.110.000	18.435.000	18.683.000
Número de hogares	13.086.197	13.468.068	13.842.739	14.187.443	14.528.259	14.865.709	15.604.300	16.280.438	16.741.379
<b>Emisiones por hogar (t)</b>	<b>1,267</b>	<b>1,241</b>	<b>1,252</b>	<b>1,316</b>	<b>1,343</b>	<b>1,323</b>	<b>1,160</b>	<b>1,132</b>	<b>1,116</b>

**Gráfica 4.** Emisiones de co2 por hogar. periodo 2000-2008.

Fuente: [www.magrama.gob.es/es/.../hogemisionesco2\\_tcm7-164646.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/.../hogemisionesco2_tcm7-164646.pdf)

Teniendo en cuenta el aumento de la población actual y el descenso del número de hogares, se puede estimar que el sector residencial y de forma más concreta la calefacción de los inmuebles, por ser el uso que más energía demanda, es responsable de producir más de 2 t/año de CO<sub>2</sub> por habitante y casi 6 t/año de CO<sub>2</sub> por hogar.

A la vista de estos valores, se puede asegurar que el sector residencial contribuye significativamente al incremento de la concentración en la atmósfera de este gas, y por tanto en el conjunto de emisiones de gases de efecto invernadero; el año 2008 su aportación al total de las emisiones fue de un 5,5%.

Algunos de los más importantes estudios realizados sobre el consumo energético del sector residencial, han concluido que la base de la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y del ahorro energético en los hogares está en la mejora del aislamiento térmico de las viviendas.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> por habitante y año que se producen como promedio en el uso y mantenimiento de una vivienda media según el tipo de edificio son:

- Edificio antiguo: 6,5 t de CO<sub>2</sub> por habitante y año.
- Edificio según el Código Técnico de la Edificación (2006): 5,1 t de CO<sub>2</sub> por habitante y año.

- Edificio según Decreto de Ecoeficiencia de Cataluña: 3,3 t de CO<sub>2</sub> por habitante y año.
- Edificio de bajo consumo: 2,9 t de CO<sub>2</sub> por habitante y año.
- Edificio Pasivo: 2,2 t de CO<sub>2</sub> por habitante y año.

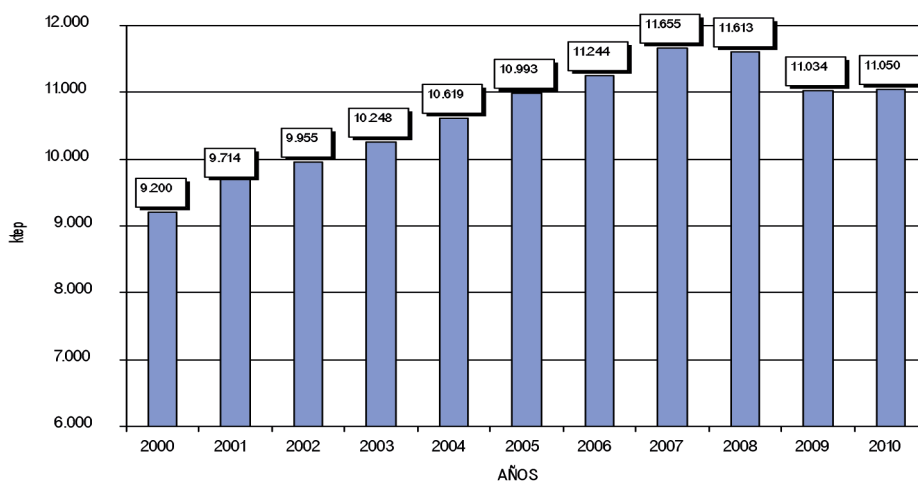
Con las nuevas tecnologías, la rehabilitación ambiental de las viviendas puede suponer un ahorro en las emisiones de CO<sub>2</sub> de hasta un 60%.

## 2.2. La demanda energética del sector residencial en la Comunidad de Madrid

La Comunidad de Madrid mantiene una estructura energética bastante similar a la nacional, pero con algunas particularidades propias de la región. Se trata de una comunidad uniprovincial, con una densidad de población elevada y una estructura económica liderada por el sector servicios, el cual para el año 2011 se estima que habrá aportado una tasa superior al 79% (INE).

Atendiendo al Producto Interior Bruto nominal por habitante, la Comunidad madrileña ocupa el tercer puesto, con 29.731 euros.

De los 9.200 ktep de energía final consumida el año 2000, en el 2010 se pasó a 11.050 ktep (1,71 tep/habitante), con una inflexión en 2009, periodo en que se produjo un descenso de 579 ktep. La componente eléctrica que supone más del 20%, también tiene repercusiones fuera de los límites de la Comunidad, ya que casi no hay producción dentro del ámbito regional.



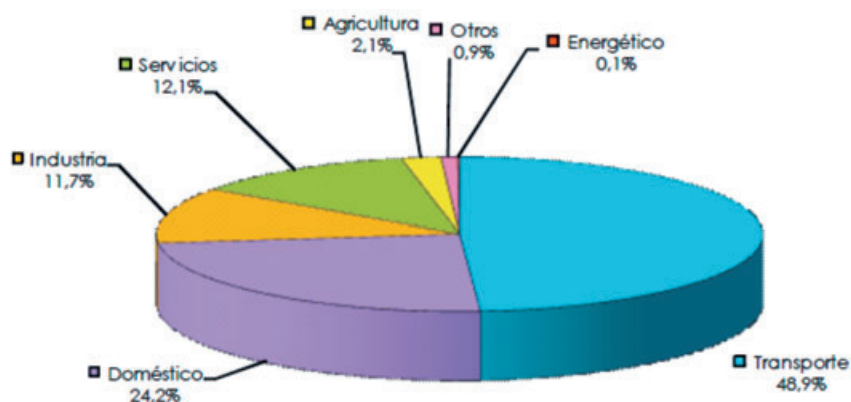
**Gráfica 5.** Evolución de la energía final en la Comunidad de Madrid.



A pesar del crecimiento de la demanda energética, los buenos datos económicos y el resultado positivo de las políticas energéticas implantadas en la Comunidad de Madrid desde hace algunos años, han permitido que en la última década, la intensidad energética haya disminuido ligeramente pero de manera continuada más de siete puntos.

Entre las principales actuaciones institucionales en materia de ahorro y eficiencia energética, destaca *El Plan Energético de la Comunidad de Madrid 2004-2012*, y los diferentes y numerosos programas que lo desarrollan.

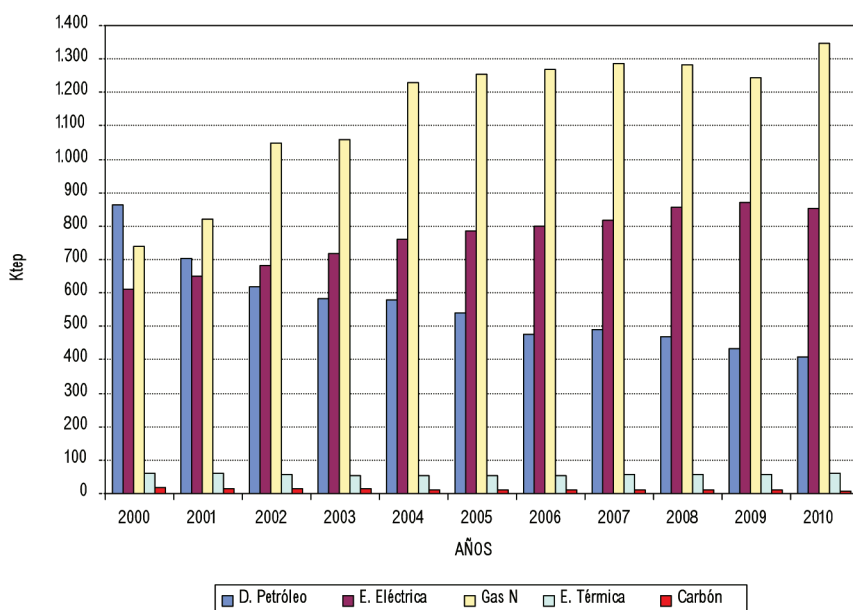
La distribución energética por sectores económicos difiere en cierta medida de la nacional, debido principalmente a la escasa presencia de industrias de transformación primarias instaladas en la región. Es por tal motivo que el consumo doméstico ha pasado a constituir el segundo mercado energético después del transporte, acumulando en el año 2010 el 24,2% del total.



**Gráfica 6.** Consumo de energía final por sectores en la comunidad de Madrid.  
Fuente: Balance energético de la Comunidad de Madrid 2010. FENERCOM.

En el año 2010, el sector doméstico consumió en la región 2.679 ktep, aproximadamente el 17% del total nacional.

Hasta el año 2000, esta actividad se abastecía principalmente, y por este orden, de derivados petrolíferos (gasóleo, fuelóleo, butano, propano), electricidad y gas. Pero en la última década esta situación se invierte, con una mayor presencia del gas natural, cuya demanda casi se duplica, en detrimento de los compuestos petrolíferos. El carbón ha pasado también a ser un combustible completamente marginal.



**Gráfica 7.** Abastecimiento energético del sector doméstico en la Comunidad de Madrid.

El consumo anual de energía primaria en calefacción y refrigeración en el ámbito de la vivienda de Madrid es superior a 250 kWh/m<sup>2</sup> y año, cifra muy por encima de los 60 kWh/m<sup>2</sup> anuales que se considera un consumo eficaz.

## 2.3. Acciones institucionales

A través del breve panorama que se ha presentado sobre los consumos y uso de la energía, tanto a nivel global como específicamente propio del sector residencial y las viviendas, y considerando el modelo de sociedad actual en el que la población cada vez demanda más altos niveles de bienestar, es más que previsible que a corto y medio plazo se sigan manteniendo unas pautas muy similares en cuanto al gasto energético, con una tendencia futura al alza, especialmente significativa en el sector residencial, en el terciario (comercio y servicios), y en el transporte.

Es por ello, que los planes energéticos vigentes en el territorio nacional tienen entre sus objetivos prioritarios, fomentar el ahorro y la eficiencia energética, además de atender la creciente demanda, promoviendo los recursos energéticos propios y renovables, para minimizar los efectos ambientales.

Dentro de este contexto, y en relación directa con la edificación y equipamiento, el 2º *Plan de Acción Nacional de Eficiencia Energética en España 2011-2020 (PAEE)*, que da continuidad a los planes de ahorro y eficiencia energética anteriormente aprobados por el Gobierno español (E4), pretende conseguir hasta un 15,6% de ahorro energético.

Las medidas del PAEE que directamente pueden influir en el ahorro energético de las comunidades de vecinos son las que tienen que ver con la rehabilitación energética de edificios, la mejora de las instalaciones, y la iluminación principalmente. En concreto, el reciente Plan de Acción tiene como acciones prioritarias las que a continuación se enumeran:

- Rehabilitación energética de la envolvente térmica de los edificios existentes.
- Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas de los edificios existentes.
- Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior en los edificios existentes.
- Construcción de nuevos edificios y rehabilitación de existentes con alta calificación energética.
- Construcción o rehabilitación de edificios de consumo de energía casi nulo.

Con estas medidas se pretende invertir la tendencia en el consumo energético, pasando de ser un sector claramente consumidor a una mayor eficacia y sostenibilidad de los recursos empleados.

Con el descenso en el consumo energético se logra una mejoría general del medio ambiente, como consecuencia directa de una caída en las emisiones de CO<sub>2</sub> y un menor gasto en recurso no renovables.

Respecto a la **Comunidad de Madrid**, hasta el año 2012 está activo el *Plan Energético 2004-2012*, que en relación al sector residencial y de las viviendas, tenía como fines principales:

- La reducción del consumo de energía en las viviendas.
- Incrementar la participación del gas natural en las calefacciones, junto a otros biocombustibles (biodiésel, biomasa, biogás).
- Mejorar el rendimiento de los sistemas de climatización y alumbrado público y privado.
- Aplicación de energía solar térmica y fotovoltaica.

La *Estrategia de Calidad del Aire y Cambio Climático (2006-2012)*, el denominado *Plan Azul de la Comunidad de Madrid*, también vigente hasta el 2012, tiene como fin reducir la contaminación atmosférica. Las medidas propuestas para el sector residencial (e institucional), se enmarcan dentro de tres líneas de actuación principales: planeamiento sostenible, construcción sostenible y ahorro y eficiencia energética. A continuación se destacan algunas de las medidas, por su relación con las comunidades:

- Fomento de la vivienda sostenible.
- Promoción de la arquitectura bioclimática en nuevas edificaciones.
- Rehabilitación de la envolvente térmica de los edificios existentes.
- Fomento de las instalaciones centralizadas de aire acondicionado con reguladores locales, en edificios de nueva construcción.
- Implantación de paneles solares (Madridsolar).
- Renovación del parque de calderas de calefacción y producción de agua caliente sanitaria en el sector doméstico.
- Fomento de eficiencia energética en las comunidades de propietarios.
- Fomento de la implantación de políticas empresariales de uso racional de la energía en equipos ofimáticos, sistemas de calefacción, aire acondicionado e iluminación.
- Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de iluminación interior en los edificios existentes.
- Incrementar el control periódico de instalaciones de combustión.
- Informar sobre medidas de reducción del gasto energético en la factura eléctrica y del gas de los hogares.



## Cómo ahorrar energía en las comunidades de vecinos

La **eficiencia energética** de un edificio se puede definir como las medidas que son necesarias adoptar para alcanzar altos niveles de bienestar con el mínimo consumo de recursos energéticos, manteniendo la calidad de los servicios.

Cada kilovatio-hora (kWh) de electricidad que se logre ahorrar en una comunidad de vecinos equivalen a 3 kWh de combustible en una central eléctrica.

Las centrales que queman carbón o petróleo emitirán, aproximadamente, un kg menos de CO<sub>2</sub>. Y si la central funciona a gas, se emitirá casi 800 gramos menos de CO<sub>2</sub>.

En primer lugar será necesario determinar la energía realmente consumida por el edificio. Una manera sencilla de determinar la eficiencia energética aproximada de una vivienda o edificio es dividiendo los kWh consumidos por los m<sup>2</sup> construidos. Un consumo anual por debajo de 60 kWh/m<sup>2</sup> se considera prudente.

Consumo anual	Nivel
30 kWh/m <sup>2</sup>	Muy eficiente
60 kWh/m <sup>2</sup>	Eficiente
80 kWh/m <sup>2</sup>	Poco eficiente
100 kWh/m <sup>2</sup>	Muy poco eficiente

**Tabla 1.** Niveles de eficiencia. Fuente: Balance energético de la Comunidad de Madrid 2010 (FENERCOM).

Cuando el nivel de eficiencia no resulte correcto, un mecanismo muy apropiado para analizar la situación energética de un edificio es efectuando primero un autodiagnóstico y si se considera necesario, una **Auditoria Energética**, a continuación, que determine el gasto energético, su repartición en los distintos usos del edificio, la eficiencia de las instalaciones, el control de gestión y la comparación con otros edificios y sistemas similares a efectos de disponer de parámetros de referencia.

El objetivo de las auditorías energéticas, es confeccionar un plan energético específico e individualizado para el edificio en cuestión. A partir del conocimiento de los consumos de energía, es posible detectar los factores que afectan al gasto energético, identificar las posibilidades de ahorro y analizar la viabilidad técnica y económica de las actuaciones a implementar.

Para realizar propuestas de mejora energética también puede ser útil analizar y comparar la facturación histórica de energía a lo largo de una serie de años.

Una información más detallada acerca del procedimiento de actuación en el diagnóstico y análisis energético de un edificio, se puede encontrar en la *Guía de auditorías energética en comunidades de vecinos*, recientemente editada por la Consejería de Economía y Hacienda y la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (2012).

### 3.1. Medidas de ahorro. Campos de actuación y ámbito de aplicación

En una comunidad de vecinos, las medidas para ahorrar energía y maximizar la eficiencia de las instalaciones y equipos comunes, se pueden agrupar en tres bloques, según el campo de aplicación, el coste y la intensidad de las mismas.

- **Medidas de carácter técnico.** Se refieren a la sustitución de materiales, instalaciones o equipos (calderas, ventanas, luminarias...), o a la implementación de mecanismos de control (contadores, termostatos, repartidores de coste de calefacción,...). Suelen ser las actuaciones que requieren mayores inversiones económicas, pero también son las más eficaces, dando lugar a unos niveles de ahorro importantes. En cada caso, será necesario estudiar bien los costes y los tiempos de amortización.
- La eficacia de las medidas anteriores también debe estar sustentada por una adecuada **gestión y mantenimiento** de los equipos y servicios de la comunidad.
- Finalmente, unas **buenas prácticas ambientales y hábitos de consumo**, pueden resultar incluso suficientes para procurar una mejora energética. Este punto hace referencia a las recomendaciones y consejos más básicos e inmediatos. Constituyen las medidas económicamente más baratas, ya que en muchos casos se trata únicamente de cambios de actitud y de hábitos (cerrar puertas y ventanas, bajar la temperatura ambiente en invierno y subirla en verano,...). Si bien, también es cierto, que a veces son difíciles de aplicar, y de poner de acuerdo al conjunto de la vecindad.

Para obtener los mejores resultados, lo preferible es combinar medidas técnicas, con cambios en el uso de los servicios y una adecuada gestión y mantenimiento del edificio.

Las medidas de ahorro energético y la gestión y mantenimiento de los edificios e instalaciones se deben aplicar a cualquier comunidad o vivienda. Deberán estar fomentadas y gestionadas desde la administración de la comunidad.

En muchas ocasiones y una vez definidas las necesidades del edificio para mejorar su consumo energético y ahorrar en gastos, es necesario plantear trabajos de rehabilitación. Tanto en estos casos, como obviamente en las construcciones de nueva planta, es de aplicación el *Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)* y sus *Instrucciones Técnicas Complementarias ITE* y se crea la *Comisión Asesora para las Instalaciones Térmicas de los Edificios*.

Dicho reglamento tiene por objeto, y se reproduce textualmente:

*«establecer las condiciones que deben cumplir las instalaciones térmicas de los edificios, destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, con objeto de conseguir un uso racional de la energía que consumen, por consideraciones tanto económicas como de protección al medio ambiente, y teniendo en cuenta a la vez los demás requisitos esenciales que deben cumplirse en los edificios, y todo ello durante un periodo de vida económicamente razonable.»*

Los aspectos del edificio, que se van a tratar en la presente guía, por orden de importancia respecto a su consumo energético son los referidos a la calefacción y el agua caliente sanitaria, la envolvente térmica, la iluminación, los ascensores, los motores eléctricos, los sistemas de bombeo, y el aire acondicionado.

Cada uno de los servicios y equipamientos que se van a describir a continuación, se van a organizar a modo de unidades temáticas individuales.

En cada unidad o ficha se incluye información básica sobre la incidencia energética del equipamiento o servicio analizado, las alternativas técnicas que existen actualmente en el mercado, la eficacia de las diferentes medidas y el ahorro que suponen. Se indica, además, algunas recomendaciones a nivel vecindario, para cambiar los hábitos, así como medidas de gestión:

1. Incidencia energética.
2. Alternativas técnicas: sistemas y equipamiento.



3. Gestión y mantenimiento.
4. Buenas prácticas ambientales (cambios de hábito y recomendaciones para los vecinos).
5. Eficacia de las medidas y ahorro económico de las medidas. En este punto, únicamente se señalan unos indicadores orientativos sobre la eficiencia y ahorro económico de las medidas a adoptar en relación a las obras e instalaciones que pueden llevarse a acabo dentro del mismo grupo.

## Calefacción y Agua Caliente Sanitaria

### 4.1. Incidencia energética

El consumo energético para climatizar y dotar de agua a un edificio viene determinado por la cantidad de energía necesaria para conseguir que su interior haya una temperatura de confort y por la eficiencia de sus instalaciones y equipos (Guía para conseguir viviendas confortables y de bajo consumo. Gobierno de Navarra. Fundación Centro de Recursos Ambientales de Navarra; 2008).

Por cada grado que se aumenta la temperatura, el consumo de energía se incrementa en un 7%. Por lo que la temperatura se debería fijar en 19 °C – 21 °C en invierno, y bajar a 15 °C - 17 °C, por la noche.

Como ya se ha indicado, la calefacción supone como media, el 55% del gasto energético de una comunidad de vecinos y el agua caliente sanitaria en torno al 28%. En un edificio o bloque, el rendimiento de la calefacción y el agua caliente depende de los combustibles empleados, del sistema de producción de calor (método de recuperación de calor y calidad de la combustión), de la regulación y distribución del calor y de la gestión y uso del equipamiento.

Solo una parte de la energía que entra en el edificio o vivienda se emplea para calentar el aire. El resto se pierde a causa de los sistemas de producción de calor (calderas y calentadores), los sistemas de distribución (conductores de aire, tuberías, cañerías de agua, radiadores, etc.), o por una inadecuada gestión y mantenimiento de dichos sistemas por parte de los vecinos y usuarios.

Por ello, a la hora de decidir si es necesario cambiar el sistema de calefacción y agua caliente sanitaria (instalaciones fijas), y en su caso, seleccionar cuál será la más adecuada dadas las características del edificio y su entorno, es importante tener una visión de conjunto del comportamiento de cada uno de estos aspectos en el rendimiento de la calefacción, además de conocer qué mejoras tecnológicas y ambientales se pueden aplicar, y cuales serían sus repercusiones económicas.

Se debe señalar que es más eficiente disponer de dos calderas independientes para calefacción y ACS, ya que estas últimas suelen ser más pequeñas porque requieren menos potencia para el suministro.

## 4.2. Alternativas técnicas

### 4.2.1. Combustibles

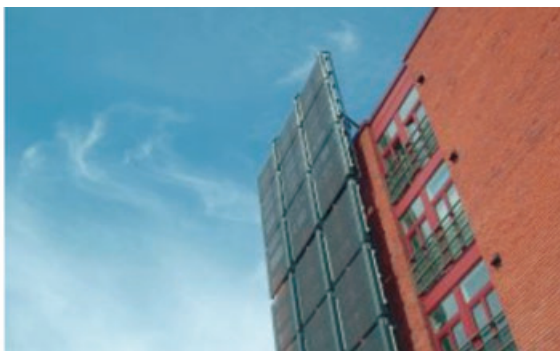
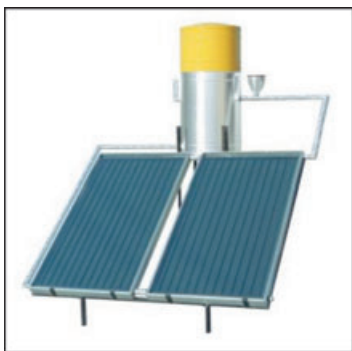
Las principales fuentes de energía utilizadas en la calefacción son la electricidad (46%) y el gas natural (32%). Y en el agua caliente sanitaria (ACS), el gas natural (40%), el gas butano (26%), y la electricidad (22%), variando también su importancia en función de la zona climática. Cada fuente de energía, a su vez, tiene un grado de eficiencia distinto, que debe ser valorado según las necesidades de la comunidad.

Aunque el rendimiento de la electricidad como fuente final de calor se acerca al 100%, constituye el tipo de energía más ineficiente y contaminadora, ya que por cada kWh eléctrico consumido se requieren 3 kWh de energía primaria. Su rendimiento es del 30%.

Hay que indicar que el rendimiento de los sistemas basados en la combustión (gas natural, biomasa, gasoil) es mejor que el de la electricidad. Así, el rendimiento de los productos del petróleo y del gas natural, desde la obtención de la materia prima hasta su consumo, es del 60-86% y del 72-88%, respectivamente.

Desde el punto de vista ambiental, las fuentes de energía renovables son las mejores opciones, ya que son fuentes inagotables de energía, reducen el consumo de recursos y, especialmente, no generan gases de efecto invernadero. Entre ellas, la biomasa y la energía solar son actualmente las más extendidas en instalaciones domésticas.

Por ejemplo, una instalación solar térmica permite cubrir entre el 65-70% del consumo anual de energía para generar agua caliente. La vida útil de los sistemas de captación solar térmica es de 20 años, tras los cuales necesitan una actualización para su funcionamiento a pleno rendimiento. El periodo promedio de amortización de la inversión es de unos 5 años.



**Figura 1.** Calentador solar para ACS y paneles solares instalados en un edificio.

Diferentes estudios comparativos de costes, consumos, eficacia, inversiones y financiación, realizados entre los principales carburantes para calefacción: gas natural, gasóleo, propano y biomasa, han concluido que la biomasa es el combustible que resulta más económico a medio y largo plazo

La aerotermia y la geotermia, que usan el calor producido por la naturaleza, son también fuentes renovables de energía de aplicación reciente y todavía de uso marginal, debido principalmente al alto coste que todavía supone la instalación, especialmente la geotérmica.

En el primer sistema, se emplea una bomba de calor para capturar la energía del aire exterior, mientras que la climatización geotérmica (calefacción y/o refrigeración) utiliza la gran inercia térmica del subsuelo, que cuenta con una temperatura constante (dependiendo de los diferentes lugares, desde 10 a 16 °C), con lo que el rendimiento de la bomba de calor es muy alto al necesitar menos trabajo para realizar la transferencia de energía.



**Figura 2.** Vivienda eficiente.

Tipo de combustible	Ventajas		Desventajas	
	Ambientales	De operación	Ambientales	De operación
Carbón	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilidad geográfica amplia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recurso abundante, aunque no renovable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recurso no renovable</li> <li>Reducción de reservas</li> <li>Efectos ambientales (explotación, tratamiento y uso)</li> <li>Alto nivel de emisiones nocivas de CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y CO</li> <li>Alta emisión de partículas sólidas</li> <li>Rendimiento bajo de conversión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidad de espacio de almacenamiento</li> <li>Difícil regulación de la combustión</li> </ul>
Gasóleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bajas emisiones de CO e inquemados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fácil regulación de la combustión</li> <li>Intensidad energética alta: 10,1 kwh/litro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recurso no renovable y deslocalizado</li> <li>Altas emisiones de NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y partículas sólidas</li> <li>Riesgo de vertidos y fugas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidad de espacio seguro para su almacenamiento en destino</li> <li>Mantenimiento frecuente de los equipos</li> </ul>
Propano	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bajos niveles de emisiones contaminantes</li> <li>Alta eficiencia energética en la combustión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fácil regulación de la combustión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El propano y el butano son gases licuados a partir del petróleo (Recurso No renovable)</li> <li>Riesgo de fugas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elevados costes de instalación</li> <li>Requerimiento de espacio para su almacenaje en destino</li> </ul>
Gas natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muy bajos niveles de emisiones contaminantes</li> <li>Grandes reservas disponibles</li> <li>Alta eficiencia energética en su combustión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo mantenimiento de los equipos</li> <li>No se requiere espacio de almacenamiento</li> <li>El precio de la termia es el más competitivo</li> <li>Intensidad energética: 1 kwh/m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisiones periódicas (Posibles fugas de metano, gas de potente efecto invernadero)</li> <li>Fluctuación del precio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso limitado a las zonas urbanas con red de distribución</li> </ul>
Biomasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bajo nivel de emisiones contaminantes</li> <li>Mantenimiento de la economía local</li> <li>Recurso renovable</li> <li>Alta eficiencia energética en su combustión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buen precio de la termia</li> <li>Amplia variedad de recursos en forma de pellets o briquetas: cáscaras de frutos secos; residuos de carpintería; subproductos forestales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Emisiones contaminantes cuando se efectúa una mala combustión</li> <li>Emisión de partículas sólidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necesidad de almacenamiento</li> <li>Mantenimiento frecuente para realizar buena combustión</li> </ul>

Tipo de combustible	Ventajas		Desventajas	
	Ambientales	De operación	Ambientales	De operación
Energía solar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuente de energía gratuita</li> <li>• No produce emisiones contaminantes GEI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No necesita espacio de almacenamiento</li> <li>• Combinable con sistemas de calefacción tradicional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depende de las condiciones climáticas de la zona</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de tener un sistema de calor auxiliar</li> <li>• Costes de instalación y mantenimiento</li> </ul>
Aeroterminia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recurso inagotable</li> <li>• No produce contaminación atmosférica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No requiere un gran espacio de instalación</li> <li>• Sirve para calentar en invierno y refrigerar en verano (bomba de calor reversible)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depende de las condiciones climáticas de la zona</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La bomba de calor debe estar protegida del viento</li> <li>• Espacio suficiente alrededor de la bomba</li> </ul>
Geotermia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema altamente ecológico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta eficacia</li> <li>• Alto nivel de confort en cualquier época del año</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depende de la geología</li> <li>• Localización de la capa freática</li> <li>• Necesita doble superficie de terreno que la zona a calentar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión económica elevada</li> <li>• Permisos especiales para sistemas verticales</li> </ul>

**Tabla 1.** Comparativa entre fuentes de energía. Fuente: [http://www.acpnavarra.com/ACPN\\_W/Administracion/Archivos/Enlaces](http://www.acpnavarra.com/ACPN_W/Administracion/Archivos/Enlaces). <http://www.dedietrich-calefaccion.es/consejos>.

## 4.2.2. Sistemas de producción de calor y Agua Caliente Sanitaria (ACS)

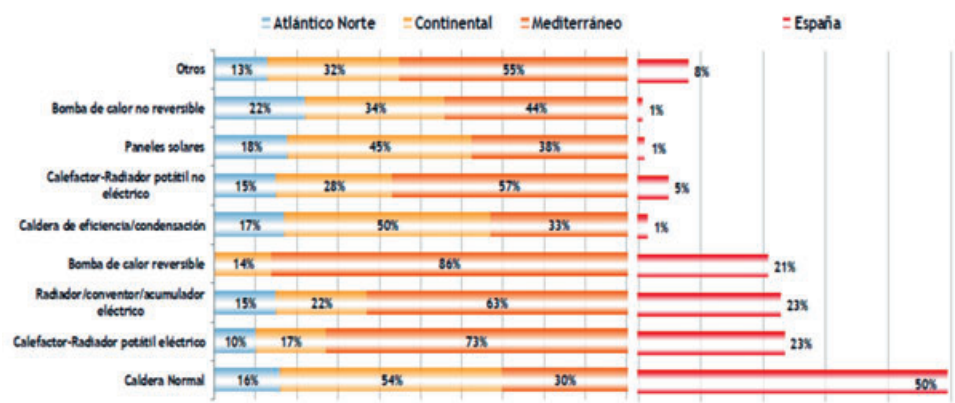
### Calefacción

Son equipos que transfieren la energía producida en un proceso de combustión a un fluido (calderas), o bien por medio de la evaporación y condensación de un refrigerante a través de un compresor eléctrico (bombas de calor).

La fuente de calor más habitual en las viviendas en bloque son las **calderas**, en las que el agua se calienta hasta una temperatura de 90 °C. Generalmente, el agua calentada en las calderas, se distribuye a través de tuberías, mediante radiadores que son los elementos intercambiadores de calor con el espacio a calentar.

Las calderas convencionales son las que más se utilizan, con 50% a nivel nacional. En la zona continental, donde se ubica la Comunidad de Madrid, su uso es todavía mayor (54%).

La mayoría de las viviendas tiene equipos independientes: estufas, radiadores, convectores, bombas de calor, etc. Mientras que el uso de otros sistemas más eficientes, como son las calderas de condensación, todavía tienen escasa presencia.



**Gráfica 1.** Distribución de los sistemas de calefacción por zonas climáticas. Fuente: Proyecto SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Informe Final. IDAE, 2011.

Las características que determinan el rendimiento del sistema de calefacción son: el tipo de combustión y la forma de recuperación del calor de los gases de combustión, en el caso de las calderas; y en el caso de las bombas de calor, el rendimiento del compresor y el aprovechamiento de inercias térmicas favorables. Atendiendo a tales aspectos, a continuación se describen brevemente las principales fuentes de producción de calor existentes en el mercado.



**Figura 3.** Sala de calderas de un edificio de viviendas.

- Las **calderas estancas** tienen mucho mejor rendimiento que las **atmosféricas**, y de hecho, desde el año 2010 está prohibida la utilización de este tipo de generadores de calor. Las calderas de cuerpo presurizado consumen un 20% menos energía que las atmosféricas.
- Las **calderas con modulación automática de la llama**. Este sistema minimiza los arranques y paradas del equipo, ahorrando energía al adecuar en todo momento el aporte de calor a las necesidades mediante el control de la potencia térmica aportada (potencia de la llama).
- **Calderas de baja temperatura**. Basan su tecnología en la utilización de superficies calefactoras (haz tubular) de doble pared de 6 mm de espesor con cámaras de aire, capaces de dosificar la transmisión de calor y evitar la producción de condensaciones. Este sistema permite reducir la temperatura de retorno del agua en el interior de la caldera hasta los 40-60 °C, pudiendo, por lo tanto, conseguirse temperaturas de salida de humos entre 90-120 °C.
  - Se debe tener en cuenta que cuanto menor sea la temperatura de retorno del agua, mayor es el aprovechamiento de la energía.
  - Se consiguen rendimientos estacionales entre el 93 y el 95 %.
  - Se reducen las pérdidas por convección, radiación y transmisión, mediante la dotación de un perfecto aislamiento térmico que impide fugas de calor indeseadas.

Este tipo de calderas también permite la reducción de emisiones contaminantes, por reducción del tiempo de funcionamiento y por el menor número de arranques del quemador, momento en el que las emisiones contaminantes son mayores.

- **Calderas de condensación**. Se trata de unos sistemas muy eficientes al recuperar parte del calor latente del vapor de agua que se produce durante la combustión, con lo que se consigue, además, mejorar el aprovechamiento de la energía, reducir el consumo del combustible utilizado y la emisión de sustancias nocivas.
  - Se fabrican con materiales especiales de modo que soporten las condensaciones sin deteriorarse y con diseños que permiten la correcta evacuación de condensados.
  - Utiliza temperaturas del agua de retorno entre 35 – 40 °C. Además, emiten los humos casi fríos, a temperaturas de 40 - 60 °C.
  - Con estas calderas es posible alcanzar rendimientos estacionales de hasta el 109% frente al 80% de las calderas estándar o el 96% de las de baja temperatura.



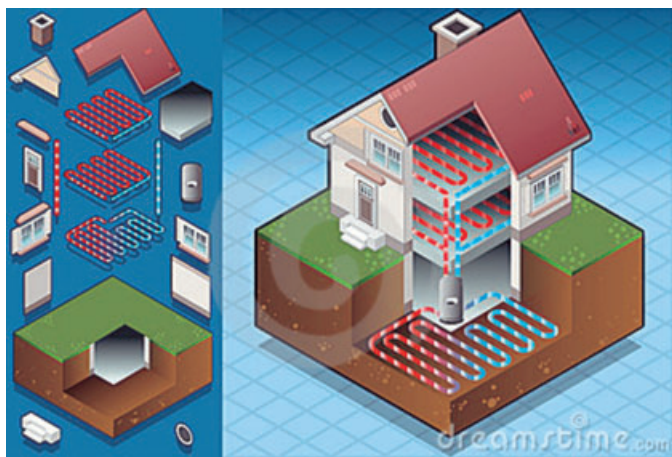
- **Bomba de calor.** Es un dispositivo que extrae calor de una zona fría y lo envía a una zona caliente. De forma natural, la circulación de calor iría en sentido contrario, por ello, y para no incumplir la segunda ley de la termodinámica, es preciso aportar energía, normalmente mediante un compresor accionado por un motor eléctrico. Pueden ser aire/aire, aire/agua y agua/agua.
  - No es una tecnología nueva, ya que acondicionadores de aire y refrigeradores son ejemplos comunes de este tipo de sistemas.
  - La ventaja principal de estos sistemas es su alto rendimiento energético. Por cada kWh de electricidad consumida se transfieren entre 2 y 4 kWh de calor, además también sirve para refrigerar.
  - Y, la principal desventaja o inconveniente, aparte del propio coste de la inversión, es que trabaja peor con temperaturas muy bajas, por lo que en estos casos es necesario recurrir a resistencias eléctricas de apoyo. También es adecuado dotar a los equipos con tecnología «*inverter*» que sirve para regular el voltaje, la corriente y la frecuencia del aparato.
- **Bomba de calor geotérmica.** Es una bomba de calor que aprovecha la temperatura constante que el subsuelo tiene durante todo el año. En invierno, el calor almacenado en el terreno es aprovechado para climatizar el interior de la edificación y en verano el proceso es el inverso, el calor del edificio es disipado en el subsuelo.

Básicamente, hay tres tipos de instalaciones geotérmicas según la disposición de las tuberías y el intercambiador de calor: la de configuración vertical, horizontal y abierta. Aunque el resultado que ofrecen es muy parecido, existen algunas diferencias en cuanto a necesidades de terreno (más en el horizontal), perforaciones necesarias (más en el vertical) y aplicabilidad de cada uno, por ejemplo, la captación horizontal cerrada suele ser más adecuada para casas unifamiliares con zona ajardinada, ya que no puede haber elementos aislantes situados en la superficie, como otros edificios o zonas asfaltadas.

Este tipo de bomba de calor es muy versátil, y se puede instalar en edificios construidos, en trabajos de rehabilitación (sustitución de caldera de gasoil en viviendas de hace más de una década), y también en edificaciones de nueva construcción. Además, la geotermia es eficiente tanto en edificios con grandes necesidades energéticas (hoteles, hospitales, edificios de oficinas, bloques de viviendas, etc.) como edificios de menor tamaño y requerimientos energéticos más bajos (viviendas unifamiliares, chalet, etc.).

Pero, en cualquier caso, antes de instalar el sistema, dado que requiere de un desembolso importante, será necesario conocer las características del suelo y del edificio, su estructura y aislamiento, así como las necesidades energéticas del mismo, y, en muchos casos, realizar estudios de apoyo, especialmente hidrogeológicos, para comprobar que no se afectan los acuíferos y que estos caudales de agua existen a lo largo de todo el año, en el caso de intercambiador abierto.

En obra nueva se recomienda usar como circuito emisor suelo radiante.



**Figura 4.** Diagrama de bomba de calor geotérmica y suelo radiante.

Otros sistemas de calefacción, más propios de instalaciones individuales (unifamiliares) que colectivas, y para edificios institucionales o sociales, son los siguientes:

- **Sistemas de suelo y/o techo radiantes.** En estos casos el suelo o techo se convierten en los propios emisores del calor generado en las calderas de baja temperatura o de condensación, o por las bombas de calor. La temperatura del agua es bastante inferior a la de los radiadores.

Las principales ventajas que este tipo de calefacción aporta son:

- Bienestar/confort térmico. Se puede regular la temperatura ambiente.
- Ahorro energético, al trabajar a baja temperatura. El agua caliente circula a temperatura moderada (35 °C – 40 °C) por los circuitos del suelo o techo y lo caldea.

- Alto grado de compatibilidad con fuentes renovables de energía, especialmente con la geotermia y la solar térmica.
  - Mantiene una adecuada calidad del aire, al no haber circulación.
  - Se trata de un sistema seguro que no interfiere con los aspectos arquitectónicos de la vivienda.
- **Sistemas eléctricos.** Totalmente desaconsejados por su escasa eficiencia y alto coste e impacto ambiental (el parque de generación eléctrica en España es precursor de emisiones de GEI). Dentro de este grupo se incluyen equipos individuales como radiadores y convectores eléctricos, calefactores e hilo radiante eléctrico.
  - **Calefacción eléctrica por acumulación.** Se basa en el calentamiento de un material refractario por resistencias eléctricas. El calor se almacena en el interior de los acumuladores y es liberado cuando se necesita, haciendo pasar aire por el material refractario (*Guía Práctica de la Energía. IDAE, 2011*).

Este sistema no ahorra energía frente a otros sistemas eléctricos convencionales. Además, al menos en España, es poco adecuado ya que su principal ventaja era la contratación simultánea con un tipo de tarifa especial, la cual ya no está disponible en el mercado energético nacional, en 2008 desapareció la Tarifa Nocturna.

Además, en los sistemas con acumulación, debido a que las potencias requeridas para la preparación del agua caliente suelen ser muy inferiores a las que se necesitan para calefacción, es recomendable el empleo de calderas independientes para la producción de cada una de ellas, lo que hace que se dupliquen los costes, la gestión, el mantenimiento, etc.

Sistemas	Consumo	Confort alcanzado
Suelo radiante eléctrico	Muy alto	Alto
Resistencias eléctricas	Muy alto	Medio
Radiadores eléctricos	Alto	Alto
Acumuladores	Medio	Alto
Bomba de calor	Medio	Medio
Radiadores agua caliente	Bajo	Alto
Suelo radiante agua caliente	Bajo	Muy alto

**Tabla 2.** Cuadro comparativo de sistemas de calefacción.

Fuente: Jornadas Campaña de ahorro de energía en los hogares de Córdoba. Diputación de Córdoba, 2012.

## Agua Caliente Sanitaria (ACS)

Respecto a los sistemas de generación de agua caliente sanitaria (ACS), se debe indicar que los menos recomendables son los **instantáneos**, a pesar de que siguen siendo los más habituales en los suministros individuales. Gastan mucha agua y energía hasta que alcanzan la temperatura deseada, las puestas en marcha también consumen mucho y, además, las prestaciones son muy limitadas para abastecer a dos puntos simultáneamente.

Los sistemas más eficientes son los de acumulación:

- **Caldera más acumulador.** Son los más empleados en comunidades con sistemas de producción centralizada. El agua una vez caliente, se almacena en un tanque acumulador aislado para su uso posterior. Este sistema cuenta con numerosas ventajas:
  - Fácilmente compatibles sistemas de solares.
  - Se evitan continuos encendidos y apagados.
  - La potencia necesaria es inferior a la suma de las correspondientes al conjunto de vecinos.
  - El agua caliente se utiliza en mejores condiciones de confort.
  - Al centralizar el consumo se pueden acceder a mejores tarifas en los combustibles empleados.
- **Termoacumuladores de resistencia eléctrica.** Son poco recomendables tanto por consumo energético como por costes. Cuando la temperatura del termo baja, entra en funcionamiento una resistencia eléctrica auxiliar; por eso es importante que el termo esté bien aislado y que se conecte solo con reloj programador.

### 4.2.3. Distribución y regulación

Una buena distribución de calefacción y agua caliente puede ahorrar hasta el 50% del rendimiento global de la instalación.

Las instalaciones individuales tienen cada vez mayor presencia en las comunidades de vecinos. En España, menos del 10% de las viviendas pertenecen a edificios con calefacción central, cifra que en Madrid asciende hasta el 23,7%.

Sin embargo, la calefacción central colectiva presenta más ventajas que inconvenientes frente a la individual:

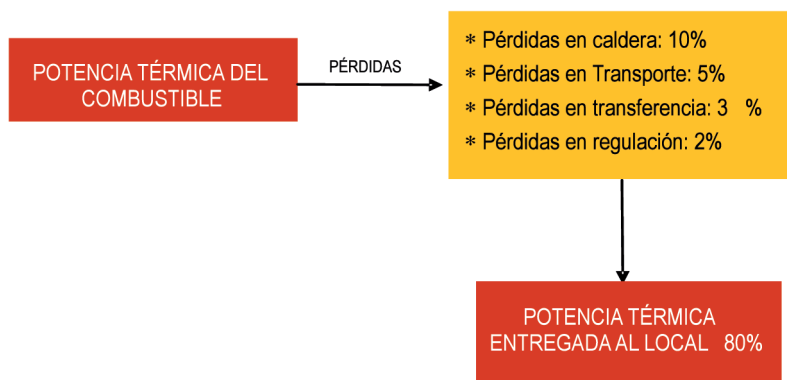
- El coste de su instalación es inferior al la suma de los costes de las individuales.
- En general, permite acceder a tarifas de combustibles más económicas.
- Tiene una vida útil más larga.
- Los gastos de mantenimiento son menores.
- Los sistemas de gestión y mantenimiento centralizados permiten tener unas prestaciones más adecuadas a cada vivienda.

En cualquier caso, debe considerarse que es la gestión de la instalación quien marca la verdadera eficacia del tipo de calefacción instalada. De manera, que un sistema centralizado, sin una adecuada gestión y sin la posibilidad de facturar a cada vecino de forma independiente, es mucho menos eficiente que el uso de equipamientos personales, ya que es el propio consumidor el responsable del gasto y sabrá como utilizarlo.

En el caso de instalaciones colectivas, es muy importante controlar y actuar en tres frentes:

- *Dimensionar* los elementos de la instalación a las necesidades de calor de cada habitáculo.
- *Aislar* las zonas que realmente es necesario calentar de las que no. Por ello, es muy importante aislar térmicamente los tramos de tuberías que discurran por zonas no calefactadas: salas de calderas, trasteros, garajes, falsos techos, etc.
- Regular bien la *distribución del calor y controlar las pérdidas*. Más del 10% de la energía empleada en calefacción se puede perder a través de las tuberías de distribución, si no están aisladas.

Antiguamente, sobre todo debido al tipo de combustible empleado y al escaso mantenimiento de las instalaciones de calefacción, era bastante habitual que los pisos altos no consiguieran calentar sus viviendas, mientras que los bajos tuvieran que soportar temperaturas demasiado altas y sufrieran exceso de calor. Estas diferencias se deben a la existencia de un desequilibrio hidráulico de la red de tuberías de agua caliente.



**Gráfica 2.** Pérdidas de eficiencia en la distribución del calor.

En edificios con sistemas de calefacción central, la mejor manera de gestionar la calefacción y ahorrar en energía es colocando **contadores individuales** de calefacción y **llaves termostáticas**. Son unas medidas mucho más justas y permite que cada vecino sea responsable de su propio consumo.

## • Repartidores de costes

El ahorro que se obtiene con la instalación de equipos que permitan la contabilización individual de la calefacción puede llegar a ser de hasta el 30%, y si además se complementa con reguladores mediante válvulas termostáticas, éste puede ser todavía mayor.

Si la distribución de la energía se realiza en anillo, es decir con un único punto de entrada y salida para cada vivienda, que además es lo que actualmente exige el RITE, basta con instalar un único cabezal electrónico (calorímetro) que integrando el caudal de agua y temperatura determina el consumo de energía en kWh en un periodo de tiempo determinado.

Si la distribución de la calefacción es en columna, se tendrán que colocar contadores de energía en cada radiador. En España existen aproximadamente 1,1 millones de viviendas con este tipo de distribución.

Su instalación no requiere obras, son baratos y electrónicos, y su lectura se recoge por radio. La batería puede durar hasta 10 años.



**Figura 5.** Contador de energía para radiadores.

El consumo en euros de calefacción en cada vivienda se calcula mediante la siguiente fórmula matemática (<http://www.asefosam.com/pdf/revista/156.pdf>):

$$\text{Consumo radiador (€)} = (\text{Cact} - \text{Cant}) \times K \times P$$

Cact: Lectura actual del contador

Cant: Lectura del contador al inicio del periodo de facturación

K – Factor de conversión, diferente para cada radiador

P – Precio de cada unidad consumida de calefacción

El precio (P) de la unidad de calefacción es único para todo el edificio, y se calcula en función de los gastos generales de calefacción de la comunidad: Combustible + Electricidad + Mantenimiento.

Los gastos fijos (30% del total) se reparten por coeficiente entre cada vecino. Y los gastos variables (70% del total) se repartirán en base al consumo real: Gastos variables/ n.º de unidades de calefacción. Y por tanto, ese será el precio que se aplicará al consumo de cada radiador.

## • Termostatos

El mejor sistema para regular la temperatura de la calefacción y obtener un grado óptimo de confort es sustituir las llaves de radiador por **llaves termostáticas**, que se encargan de hacer fluir el agua caliente al interior del radiador hasta al-

canzar la temperatura que hayamos prefijado, reduciendo e incluso cortando el flujo cuando se haya alcanzado dicha temperatura.

En la mayoría de los casos es posible instalar cabezales termostáticos sobre las llaves de radiador existentes, sin tener que sustituirlas.



**Figura 6.** Válvula termostática para radiadores.

### 4.3. Gestión, uso y mantenimiento

Si se hace una buen gestión y mantenimiento de las instalaciones de calefacción y ACS, las pérdidas de eficiencia energética no deberían superar el 10% del total de la energía que entra en el edificio.

Aunque resulta difícil establecer cuál es la repercusión económica de una buena gestión, en la que entran en juego todos los aspectos de las instalaciones, sus características, su operatividad, o incluso la propia participación de los usuarios, se puede establecer entre un 5% y un 10% del total del gasto de energía del edificio.

Las pérdidas de eficiencia tienen que ver con un mal uso de los equipos: mala distribución horaria, averías, bajo control, y escasos conocimientos técnicos de los equipos (que por otro lado cada vez son más complejos).

Un buen programa de mantenimiento es esencial para el correcto funcionamiento de las instalaciones de calefacción y ACS, evitando así el despilfarro energético.



Es muy importante tener contratado un servicio de mantenimiento que haga revisiones periódicas de la caldera y los sistemas de regulación, que atienda rápidamente en caso de avería y que nos asesore convenientemente acerca de las acciones que redunden en un aumento de la eficiencia energética de la instalación.

Por otra parte el gestor encargado deberá tener una buena formación y los usuarios deberán estar también bien informados.

En sistemas centralizados, la automatización y domótica son opciones muy válidas y de mayor eficacia: adaptación de la temperatura, desconexión selectiva de cargas eléctricas, apagado de la calefacción por la noche, gestión tarifaria, programación de encendidos, etc., permiten mantener los gastos energéticos al mínimo.

Cuando no se dispone de tales mecanismos de control es muy adecuado realizar cuadrantes de los servicios rutinarios diarios, semanales, mensuales, e incluso los mantenimientos anuales.

## 4.4. Buenas prácticas ambientales

- Sustitución de la electricidad por sistemas basados en la combustión: biomasa, gas natural, o gas-oil o sistemas de energía alternativa.
- Promover el uso de energía solar y geotérmica.
- La energía solar térmica supone una opción muy interesante para la producción de agua caliente sanitaria.
- Regular el termostato y no ponerlo al máximo. Mantener una temperatura de confort de 21 °C máximo en invierno y por la noche en los dormitorios la temperatura no debería superar los 15 °C a 17 °C.
- Apagar la calefacción durante la noche, o dejar al mínimo en localidades muy frías. Y en viviendas que vayan a estar vacías bajar también el termostato al mínimo 5 °C -7 °C.
- Evitar encendidos innecesarios y cerrar radiadores de las estancias que se usen menos o sean de paso. Es mejor abrigarse que subir la temperatura.
- Aunque no es frecuente que la zona de portal, pasillos y vestíbulos estén calefactados, es recomendable instalar una doble puerta en el portal y

mecanismos de cierre automático para las puertas que den al exterior, de esta forma se evitarán que se queden abiertas involuntariamente.

- Las ventanas de las escaleras no deben dejarse abiertas más que el tiempo que requiera la ventilación de las zonas adyacentes.
- Fomentar el uso de instalaciones colectiva de calefacción con contador de energía térmica individualizado para cada usuario o medidores individuales. La legislación actual (Reglamento de Instalaciones Técnicas -RITE) exige que las instalaciones individuales tengan un termostato y que las colectivas de caldera central tengan un sistema de regulación. Los sistemas con centralita de regulación consiguen ahorros importantes con respecto a las instalaciones que no la tienen.
- Promover el uso de calderas de alto rendimiento, baja temperatura, a gas, biomasa o biocombustibles.
- Es muy importante evitar las pérdidas de calor por las tuberías de calefacción y agua caliente, para lo cual es necesario que estén convenientemente aisladas y que los puntos de consumo estén lo más cerca posible de la caldera.
- En aislamientos y depósitos de ACS antiguos, se puede reducir las pérdidas térmicas con bajo coste, cubriendo las tuberías con una manta reflectante de aluminio, y envolviendo los depósitos con una segunda capa aislante.
- Mantener la temperatura del depósito de ACS por debajo de 70 °C.
- Es recomendable instalar un reloj programador para evitar que funcione la recirculación de agua caliente por la noche y conseguir así un ahorro nada despreciable en el gasto eléctrico.
- Cuando el agua de la red de distribución tenga un alto contenido en cal, se debería instalar algún dispositivo que la neutralice para aumentar la vida útil del sistema y mejorar el rendimiento térmico de la caldera.
- Cuando la caldera sea del tipo condensación o de baja temperatura, cuyos rendimientos no decrecen cuando no funcionan a plena carga, se podría considerar instalar una sola caldera para la calefacción y la producción de agua caliente.
- A la hora de elegir aparatos de calefacción y calentadores con etiqueta ecológica, procura elegir los de Clase A.
- Para el caso de instalaciones con caldera con un silo para el almacenamiento del combustible y un acceso para la carga y descarga del mismo, una opción muy interesante a considerar es la de sustituir la caldera por otra de biomasa, o la adaptación de la antigua caldera de carbón mediante la

instalación de quemadores para biomasa.

- En caso de existir aseos en zonas comunes (piscina, garaje, etc.) es conveniente instalar pulsadores tipo flux en los grifos, para reducir el tiempo que permanece abiertos.
- Hacer revisiones periódicas evita gastos imprevistos.

## 4.5. Eficacia energética y ahorro económico de las medidas

La calefacción, junto con el agua caliente sanitaria puede suponer más del 60% de los gastos de una comunidad de vecinos. Por ello, la suma de un buen mantenimiento y un buen sistema de regulación permite, en los servicios comunes, ahorros totales de energía superiores al 20%.

De acuerdo con el Reglamento de Instalaciones Térmicas (RITE), desde agosto de 1998 todas las instalaciones centralizadas de calefacción y agua caliente deben llevar instalado un contador de energía térmica individualizado para cada usuario.

En cuanto a combustibles el precio más bajo por kWh en calderas es el del gas natural, seguido por el gasóleo con un 30% más. Como se ha reiterado, la electricidad supone un 70% más de coste.

En caso de cambio de caldera, hay que decantarse por la instalación de calderas de condensación y de baja temperatura. Son más caras, pero su alto rendimiento provoca ahorros económicos suficientes para amortizar el sobrecoste en un periodo de 5 a 8 años, menos de la mitad de la vida útil de la máquina.

La revisión anual de las calderas permite ahorrar entre un 10% y un 15% de energía.

Por cada °C en que se incrementa la temperatura de un edificio o vivienda, el consumo energético aumenta en un 7%, al igual que el gasto en calefacción y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

En comunidades de vecinos, la energía solar térmica supone una opción muy interesante para la producción de ACS. Estas instalaciones están dimensionadas para proporcionar entre el 50% y el 70% del agua caliente demandada, y su inver-

sión se puede amortizar en menos de la mitad de la vida útil del equipo.

A la hora de acometer cualquier obra de mejora de la eficiencia energética de la calefacción y el ACS, se debe saber que es más aconsejable actuar sobre todo el edificio que de forma individual ya que:

- El costo por vecino es menor que individualmente.
- Si no existen contadores individualizados, la vivienda sobre la que se actúe será más confortable, pero la factura energética de la comunidad apenas variará, dado que el resto de vecinos seguirá consumiendo lo mismo.

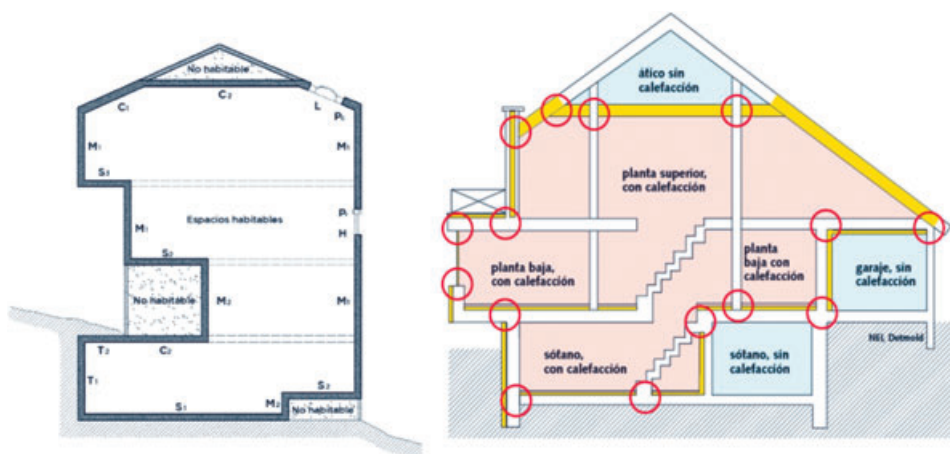
Calefacción y agua caliente	Ahorro energético	Coste económico
Cambio de combustible	Mediano	Bajo
Cambio en las fuentes de calor (calderas, radiadores...)	Mediano	Bajo
Mejora en la regulación y sistemas de distribución	Alto	Alto
Mejoras en la gestión y uso	Alto	Bajo
Mantenimiento	Mediano	Bajo

**Tabla 3.** Resumen de eficiencia de las medidas de ahorro energético en calefacción y ACS



### 5.1. Incidencia energética

Los cerramientos que limitan la construcción del espacio exterior y las particiones interiores conforman la envolvente de un edificio, compuesta por las fachadas, medianerías, carpinterías, ventanas, cubiertas, suelos y patios interiores, fundamentalmente.



**Figura 1.** Elementos constituyentes de la envolvente térmica y definición de espacios habitables y no habitables sin calefacción.

Dentro de la envolvente se diferencian las partes opacas (paredes y muros) de las transparentes (cristales de las ventanas), compuestas ambas por materiales distintos, con capas y espesores también distintos, y comportamientos térmicos muy diferentes (conductividad y resistencia térmica).

Las propiedades térmicas que determina el comportamiento de algunos de los principales materiales usados en la envolvente de los edificios son:

- **El calor específico** es la cantidad de energía necesaria para aumentar en 1 °C la temperatura de 1 kg de material. Indica la mayor o menor dificultad

que presenta una sustancia para experimentar cambios de temperatura bajo el suministro de calor. Los materiales que presenten un elevado calor específico serán buenos aislantes.

- **El calor específico volumétrico** representa la capacidad de almacenamiento de calor de un material, de acuerdo a su densidad. Se calcula multiplicando su densidad por su calor específico.
- **La conductividad térmica (K)** es la capacidad de un material para transferir calor a través de su estructura interna.
- **La resistividad térmica** es el inverso de la conductividad ( $1/k$ ) y por lo tanto representa la capacidad del material para resistir el flujo de calor.
- **La difusividad térmica** caracteriza la rapidez con la que varía la temperatura del material ante una solicitud térmica, por ejemplo, ante una variación brusca de temperatura en la superficie.

Material	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kg · K)	Conductividad térmica (W/m · K)	Difusividad térmica (m <sup>2</sup> /s) (x10-6)
Agua	1.000	4.186	0,58	0,139
Aire	1,2	1.000	0,026	21,67
Acero	7.850	460	47-58	13,01-16,06
Aluminio	2.700	909	209-232	85,16-94,53
Arcilla refractaria	2.000	879	0,46	0,261
Arena húmeda	1.640	—	1,13	—
Arena seca	1.400	795	0,33-0,58	0,296-0,521
Baldosas cerámicas	1.750	—	0,81	—
Bloques cerámicos	730	—	0,37	—
Cartón	—	—	0,14-0,35	—
Cemento (duro)	—	—	1,047	—
Corcho (tableros)	120	1.880	0,042	0,186
Espuma de poliuretano	40	1.674	0,029	0,433
Espuma de vidrio	100	—	0,047	—
Fibra de vidrio	220	795	0,035	0,200
Goma dura	1.150	2.009	0,163	0,070
Goma esponjosa	224	—	0,055	—
Granito	2.750	837	3	1,303
Hormigón	2.200	837	1,4	0,761
Hormigón de cascote	1.600-1.800	—	0,75-0,93	—

Material	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (J/kg · K)	Conductividad térmica (W/m · K)	Difusividad térmica (m <sup>2</sup> /s) (x10-6)
Láminas de fibra de madera	200	—	0,047	—
Ladrillo común	1.800	840	0,8	0,529
Madera	840	1381	0,13	0,112
Mármol	2.400	879	2,09	0,991
Mica	2.900	—	0,523	—
Mortero de cal cemento	1.900	—	0,7	—
Mortero de cemento	2.100	—	1,4	—
Mortero de vermiculita	300-650	—	0,14-0,26	—
Mortero de yeso	1.000	—	0,76	—
Mortero para revoques	1.800-2.000	—	1,16	—
Pizarra	2.650	758	0,42	0,209
Placas de yeso	600-1.200	—	0,29-0,58	—
Poliestireno	1.050	1.200	0,157	0,125
Porcelana	2.350	921	0,81	0,374
Serrín	215	—	0,071	—
Tejas cerámicas	1.650	—	0,76	—
Vermiculita expandida	100	837	0,07	0,836
Vermiculita suelta	150	837	0,08	0,637
Vidrio	2.700	833	0,81	0,360
Yeso	1.800	837	0,81	0,538

**Tabla 1.** Propiedades térmicas de algunos materiales de construcción y aislantes.

El aislamiento térmico de la envolvente es fundamental en relación al confort climático y al consumo energético del edificio.

**Confort climático del edificio.** La norma ISO 7730 de la American Society of Heating Refrigeration and Airconditioning Engineers, más conocida como ASHRAE, define el confort como «aquella condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico». En ella se contemplan los dos componentes que contribuyen al confort: uno fisiológico, representado por el equilibrio térmico que debe existir entre el hombre y su ambiente exterior y otro psicológico, que hace referencia al nivel de percepción del ambiente exterior que le conduce a la sensación de bienestar (Fuente: *La distribución espacial de la renta en la Comunidad de Madrid. Análisis y aplicaciones*. Moreno Jiménez, A. et al. Instituto de Estadística, Madrid; 2003).



El confort/disconfort climático de un edificio o vivienda está directamente relacionado con la temperatura, el aire, la humedad y el ruido:

- La temperatura depende de aspectos como el aislamiento de las paredes (fachas, cubiertas) y ventanas (cristales y carpintería).
- La existencia de corrientes de aire frías dentro de un recinto depende de la calidad de la carpintería de las ventanas. Por otra parte, cuando existe un exceso de calor, un mal aislamiento puede provocar sequedad en el ambiente.
- El ruido del exterior depende fundamentalmente de la calidad de la carpintería. Mejoras en la envolvente térmica también procura mejoras en el aislamiento acústico del edificio.
- Un mal aislamiento puede producir condensación en paredes y ventanas (puente térmico), con aparición de humedades, desconchones en la pintura de las paredes, etc..



**Figura 2.** Condensación, humedades y desperfectos en viviendas debido a un mal aislamiento térmico.

Un edificio mal aislado térmicamente se calienta más en verano y se enfría más en invierno. Además, los desequilibrios térmicos entre las viviendas que lo componen serán mayores en cualquier época del año. Por ello, debe procurarse que la envolvente térmica sea continua para impedir que se produzcan puentes térmicos y condensaciones.

Consumo energético del edificio. La cantidad de energía que necesita un edificio a una temperatura dada confortable (20 °C - 21 °C) depende del aislamiento térmico y de la eficiencia térmica de sus instalaciones.

Como ya se ha señalado, la mayor parte de la energía que demanda un edificio proviene de la calefacción, que a nivel nacional asciende al 47% del consumo total medio y que además es responsable del 32% de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Un buen aislamiento térmico puede llegar a reducir entre un 20% y un 40%

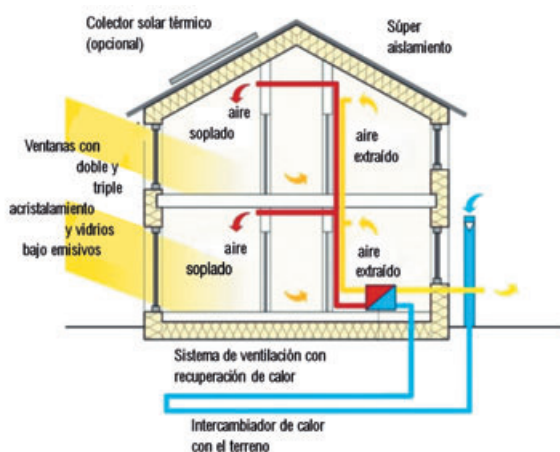
el consumo en calefacción, e incluso puede llegar a evitar la necesidad de climatización en verano. Por ello, la mejora de aislamientos de fachadas, ventanas, cubiertas y suelos, actúa sobre los puntos que influyen en la demanda de energía y mejora la eficiencia de las instalaciones.

## 5.2. Alternativas técnicas

En un edificio existen factores que no se pueden modificar, como es la temperatura exterior o la orientación. Sin embargo, sí que se puede actuar sobre la envolvente: fachadas, carpintería, cubiertas y patios interiores, principalmente, para mejorar sus características térmicas mediante soluciones adecuadas.

Las actuaciones para mejorar la eficiencia energética de la envolvente térmica se centran en tres aspectos, fundamentalmente: aislamiento térmico, protección solar y ventilación:

- Instalación de sistemas de aislamiento en las fachadas y cubiertas.
- Cambios en las carpinterías.
- Cambios en los vidrios de las ventanas.
- Colocación de persianas con aislamiento térmico y mejora del aislamiento del cajón de la persiana.
- Instalación de protectores solares.



**Figura 3.** Aislamiento, captación solar y ventilación de una casa pasiva.

### 5.2.1. Fachadas

Las mejoras en la fachada se pueden centrar en el aislamiento térmico y en la protección solar del muro.

#### Aislamiento térmico

La cantidad de energía que se pierde a través de las paredes se puede reducir drásticamente colocando aislamiento. Por otra parte, las ganancias de calor en verano a través de las paredes también serán menores, sobre todo en las fachadas expuestas al sol. El aislamiento se puede mejorar con la incorporación de materiales aislantes de reducido espesor.

Una capa de 3 cm de corcho, fibra de vidrio o poliuretano, tienen la misma capacidad aislante que un muro de 1 m de espesor.

La adición de aislante se puede ejecutar de tres formas:

- **Por el exterior de las fachadas.** Suele ser la opción mejor, pues se evitan discontinuidades (puente térmico), pero también la más costosa, y a veces, incluso inviable en edificios históricos.

Los sistemas más recomendables son la adición de una capa de aislante rígido y un acabado o revoco posterior, o la instalación de placas fijas al muro, que constituye una menos económica.

El aplacado puede ser directo sobre el muro de la fachada o dejando una cámara de aire entre el aislamiento y el nuevo acabado. Este último sistema es más caro, pero tiene mejor comportamiento en verano, ya que protege del calor, sobre todo en las fachadas orientadas al sol.

- **Por el interior,** es la forma más frecuente porque no se requiere casi obras, ni la instalación de andamios, por lo que también es la más económica y rápida. Pero su efectividad es menor debido a que no se realiza de forma continua, y el muro exterior pierde su capacidad de almacenamiento de calor.

El sistema más habitual es un doblado del paramento interior con un trasdosado de cartón yeso. El problema estriba en que se generan puentes térmicos (hasta un 20% de la fachada), por lo que debe ser supervisado por un técnico competente.

- En los edificios que tiene **cámara de aire** en el interior de sus muros (años 60 y 70), ésta se puede rellenar con aislamientos térmicos granulares, en fibras o espumosos (poliuretano o celulosa). Aunque es bastante económico, su efectividad dependerá del control exhaustivo de la obra, porque puede dejar puentes térmicos. A veces es la única alternativa viable.

## Protección solar del muro

La protección solar es importante, sobre todo en las fachadas orientadas al este y oeste, porque la radiación solar en verano supone un gran incremento de la temperatura. Las alternativas mejores para minimizar este efecto son:

- **Aplicar pinturas de colores claros en los muros exteriores.** Puede suponer una disminución del 70% de la radiación recibida respecto a colores oscuros. Es la medida más habitual, por su sencillez y efectividad.
- **Colocar revestimientos muy ventilados.** Aunque no es una práctica muy habitual, por su elevado coste, la instalación de aislantes con cámara de aire en los paramentos más expuestos a la radiación solar puede ser una solución muy buena, siempre y cuando no haya normativa que lo impida, en cuanto al aspecto externo del edificio.
- **Instalar capas disipadoras.** Otro sistema de protección solar, es pintar un paramento o una zona concreta de la fachada con colores reflectantes que absorba la radiación, y la devuelva al exterior evitando la transmisión al muro.

Un método de disipación de la radiación solar alternativo es el **uso de la vegetación**: especies trepadoras y/o colgantes, barreras de árboles, muros verdes verticales, etc. La evaporación del agua de la vegetación adherida a la pared evita que la radiación aumente la temperatura de las hojas de la plantas. Actualmente existen recursos técnicos para su instalación y mantenimiento: anclajes, jardineras, sistemas de riego eficientes.

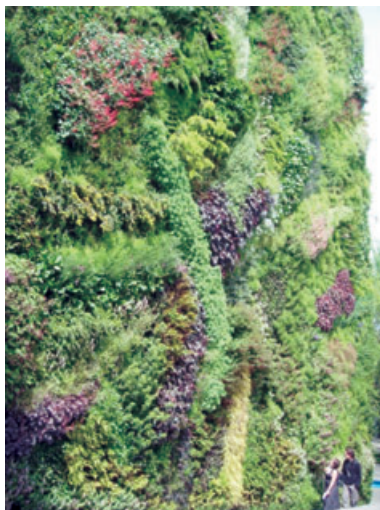


figura 4. Muro vegetal vertical. caixa forum.

### 5.2.2. Cubiertas

Las cubiertas, generalmente dispuestas en horizontal o inclinadas a dos aguas, constituyen unas zonas sometidas a un importante salto térmico en cualquier época del año. Aunque esta situación repercute en el conjunto de la comunidad (aumento del consumo energético y de los gastos), a quien realmente afecta es al espacio situado inmediatamente debajo.

La importancia de las pérdidas térmicas por la cubierta está determinada por la cantidad de su superficie respecto al resto de cerramientos —fachadas, medianerías y soleras— del edificio y a su exposición al exterior. Por ello, la mejora de la eficiencia térmica de la cubierta también se concreta a la instalación de un buen aislante térmico, así como en la protección de la radiación solar.

### Aislamiento térmico

La instalación de un aislante térmico permite ahorrar energía a lo largo de todo el año; en invierno se ahorra calefacción (el aislante compensa las pérdidas de energía a través de la cubierta), y en verano se ahorra en refrigeración (disminuye la absorción de calor).

Los factores que establecen la forma de colocación del aislante son:

- *Protección de los elementos constructivos.* Es fundamental no provocar patologías en los elementos existentes.
- *Impermeabilidad.* La posición del aislante respecto a la capa de impermeabilización es fundamental para evitar daños a dicha capa y humedades de condensación. Por ello, lo óptimo, siempre que se pueda, es colocar el aislante encima de la capa de impermeabilización, en cuyo caso habrá que extremar las medidas de mantenimiento.
- *Uso de la cubierta.* El aislante a colocar debe tener la suficiente dureza y rigidez para soportar los posibles usos que los vecinos den a la cubierta (azoteas).

Existen dos formas de colocación de aislamiento en las cubiertas:

- **En la cara exterior.** Su ejecución es más sencilla, mediante la colocación, por ejemplo, de losetas con aislante incorporado sobre la capa de acabado. Además, no dejan puente térmico.
- **En el interior de la cubierta o en la entrecubierta, cuando exista cámara de aire.** Este sistema puede dejar puentes térmicos, y aunque también es bastante rápido y no produce molestias, es menos económico, al ser necesario levantar la capa de acabado y luego volver a recubrir el aislante.

Cuando la zona a impermeabilizar sea el suelo de un sótano, de un garaje, de un soportal, o un voladizo, la opción de impermeabilización debe ser aquella que ocasione menos molestias a los vecinos: desde la parte superior del suelo, o desde la parte inferior, aunque este método no siempre es posible.

En cualquier caso, en ambos métodos es muy importante una buena **selección del material aislante** a emplear, aunque hay que señalar que no existe un material que pueda considerarse totalmente polivalente, sino que cada uno tiene sus aplicaciones.

Por ejemplo, la espuma de vidrio o el poliuretano son bastante caros como para ser colocados entre dos muros, donde la lana mineral o el poliestireno expandido cumplen perfectamente. Por el contrario, será una temeridad emplear estos dos últimos materiales donde puedan ser expuestos al agua, ya que podrán deteriorarse rápidamente.

Ciertos materiales aislantes están destinados a aplicaciones muy específicas: el poliestireno extruido se emplea en cubiertas invertidas, ya que aguanta bien a la intemperie. La espuma de vidrio se utiliza en aquellas aplicaciones donde es esencial una elevada resistencia mecánica o una intensa estanqueidad al agua.

## Protección solar

La protección solar de las cubiertas se procura a base de:

- **Pinturas y membranas reflectivas** que también actúan como capa impermeable. Por ejemplo, las láminas de aluminio tiene una capacidad de reflexión superior al 90%, pero para su instalación, previamente se deben estudiar las posibles molestias en el entorno.
- **Disipadores del calor**, como capas gruesas de grava y arena, cubiertas vegetales, etc.



**Figura 5.** Vivienda sostenible en el norte de España con tejado verde.

- **Capas muy ventiladas.** Son pavimentos de losetas de color claro apoyados en torretas que impiden la acción directa del sol, y crean una cámara ventilada sobre la impermeabilización existente.

### 5.2.3. Patios interiores

#### Luz natural

La iluminación artificial diurna y nocturna representa un promedio de entre el 5 y el 10% del gasto energético total de la vivienda. Por ello, cuando exista la posibilidad de utilizar luz natural en patios interiores y en otras zonas de paso del edificio, puede suponer un ahorro importante en luminarias y costes de mantenimiento.

En primer lugar el sistema de captación de luz natural más barato y eficiente es **pintar las superficies** con colores claros, que pueden aumentar la reflexión de la luz del 20% hasta el 80%.

La disposición de espejos convexos orientados hacia el sol en la parte superior del patio, permite el redireccionamiento de los rayos, consiguiendo un aumento de luz del 700%.

El **lumiducto** es un captador de la luz solar natural en forma de tubo que la transmite al interior de un espacio mediante un difusor. Suele ser un tubo de metal, por ejemplo aluminio, y cubierto internamente por cristales que actúan como elementos difusores de la luz.

#### Ventilación cruzada

En muchas comunidades de vecinos existen patios interiores comunicados con ventanas que permiten la circulación de las corrientes de aire, en sentido vertical (efecto chimenea) y horizontal (ventilación cruzada). La ventilación natural contribuye al ahorro energético, ya que en verano constituye el sistema de climatización mejor y más barata.

Sin embargo, en muchas ocasiones la degradación de estos patios por humos, ruidos, malos olores, suciedad, etc., hace inviable o poco agradable su uso. Por ello, el primer paso debe consistir en la recuperación ambiental de estos espacios.

La utilización de carpinterías adecuadas como las oscilobatientes y la instalación de pantallas captadoras de viento e incluso de aspiradores puede ayudar a garantizar los flujos de aire necesarios, evitando la entrada de aire menos agradable a las zonas habitadas.

### 5.2.4. Carpintería

Otras partes del edificio muy vulnerables a la transmisión energética son los marcos y molduras de puertas y ventanas, y los acristalamientos, por donde se puede perder entre un 25% y un 30% del calor.

A través de cada m<sup>2</sup> de vidrio se escapa aproximadamente de 3 a 4 veces más energía que a través de cada m<sup>2</sup> de pared.

Independientemente de las pérdidas energéticas que habitualmente se producen a través de la parte vidriada de las ventanas y acristalamientos, en general, la calidad y naturaleza de la carpintería también afecta a la estanqueidad del conjunto.

La poca eficiencia energética de la carpintería se debe a la mala calidad de sus bastidores. Los puntos más débiles son las juntas de la carpintería por donde penetra el aire, y la naturaleza de los perfiles de marcos y hojas, debido a las diferentes conductividades de los materiales empleados en su fabricación.

El tipo de carpintería también es importante. Es básico que se utilicen materiales de baja respuesta térmica y alta capacidad aislante. Los tipos de carpintería más adecuados, ordenados de mayor a menor grado de aislamiento son:

- **Madera.** Baja conductividad eléctrica, pero necesita mantenimiento exterior.
- **PVC.** Aunque térmicamente son recomendables, de cara a la sostenibilidad ambiental y al ciclo de vida de estos marcos, conviene prestar atención a las calidades y certificados de los elementos que conforman la ventana (materias primas, fabricación, reciclaje...).
- **Metálica** (Aluminio reciclado). Solo si dispone de rotura de puente térmico.
- **Mixtas.** Metálicas al exterior y de madera por el interior.

### 5.2.5. Vidrios

El vidrio es el punto térmicamente más débil, por lo que es importante invertir en ellos para asegurar un aislamiento adecuado.

En invierno, por cada m<sup>2</sup> de cristal simple se pierde la energía contenida en 12 kg de gasóleo.

El aislamiento de una ventana depende, y mucho, de la calidad del vidrio y de que la carpintería esté preparada para acogerlo con la adecuada rigidez. Por



ello, a la hora de cambiar las ventanas también es importante seleccionar adecuadamente el tipo de vidrio a instalar.

Partiendo siempre del doble acristalamiento, en el mercado existe una gran variedad de vidrios y de tratamientos a los que se les puede someter, según las características y necesidades del edificio a tratar:

- **Doble acristalamiento.** La mejora de sus propiedades aislantes se debe a que entre las dos capas de vidrio hay una cámara sellada que contiene aire u otro gas más aislante, como el argón. El doble cristal o doble ventana reduce a la mitad las pérdidas de calor, disminuye las corrientes de aire, la condensación del agua y la formación de escarcha.
- **Vidrios dobles especiales.** Para mejora aún más sus prestaciones, se añaden capas con diferentes propiedades:
  - *Bajo emisivo.* Incorpora una capa invisible en la cara interior del vidrio que impide la transmisión de energía. Mejora el aislamiento y supone un ahorro energético considerable. Están recomendados para cualquier orientación, pero sobre todo la norte.
  - *Laminado.* Consiste en la unión de dos o más vidrios con un pegamento especial (PVB o butiral de polivinilo) que dota a la ventana de mayor seguridad y capacidad de aislamiento acústico.
  - *De control solar.* Lleva incorporada una capa metálica que refleja la luz del sol. Esto permite, tanto un mayor aislamiento térmico como una disminución en la intensidad de luz y energía que entra. Son más opacos. Están recomendados en orientaciones oeste, preferentemente.
  - *Selectivos.* Se trata también de dobles cristales a los que se les efectúan distintos tratamientos con fines distintos, como puede ser la autolimpieza, evitar la luz ultravioleta, para no dañar el mobiliario, etc..

Otros medidas de control de la radiación solar, que también influyen en el confort climático y permiten ahorrar en climatización, son la instalación de sistemas externos de protección y sombreado que son los más efectivos. Estos equipamientos pueden ser fijos o móviles (toldos, persianas, cerramientos, voladizos, lamas etc.).

Los factores que determinan la elección del sistema de protección solar dependen del edificio y de las circunstancias del mismo, como la orientación, las posibles limitaciones estéticas por normativa urbana, que no limite la movilidad de las ventanas y que sea compatible con la iluminación y ventilación natural que entra hacia el interior.

Otro punto crítico son las cajas de las persianas, ya que suelen ser poco compactas y están en contacto con el exterior.

### 5.3. Buenas prácticas ambientales

- Si se van a emprender obras en el edificio es recomendable pedir presupuestos para mejora el aislamiento térmico.
- Instalar ventanas con doubles cristales y carpinterías con rotura de puente térmico.
- Conviene hacer revisiones anuales coincidiendo con el comienzo de la temporada de calefacción de los elementos de cerramiento exterior de las zonas comunes: cambios de cristales rotos, colocación de burletes, silicona o masilla en puertas y ventanas, arreglo de los cierres de las carpinterías, purgar radiadores.
- La cubierta y los áticos son los lugares que mejor hay que aislar térmicamente.
- Siempre que se pueda, el aislamiento del edificio es preferible colocarlo hacia el exterior. De este modo toda la envolvente del edificio queda aislada y se consigue aumentar la inercia térmica de las viviendas.
- Pintar con colores claros, tanto los paramentos como los techos.
- Siempre que sea factible se deberá intentar sustituir la iluminación artificial por luz natural, que además de ahorrar, el espacio ganará en calidad y salubridad.
- Las cortinas y aislamientos interiores solo son efectivos para controlar la entrada de luz natural.

### 5.4. Eficacia energética y ahorro económico de las medidas

- Un buen aislamiento térmico de la envolvente del edificio puede llegar a reducir el consumo de calefacción entre un 20 y un 40%, y por tanto, la factura de los gastos comunes del edificio.
- Incorporar una capa de 5 cm de material aislante en las fachadas puede suponer hasta un 15% de reducción en la demanda de energía, debido a un menor uso de calefacción y refrigeración.
- El aislamiento térmico de la cubierta de un edificio de 7 plantas puede ahorrar hasta el 4% de la demanda de energía de climatización.

- Cambiar los marcos de las carpinterías de puerta y ventanas pueden llegar a representar hasta el 2% de la demanda energética de climatización. El coste de la operación depende de las características de las carpinterías, ya que pueden necesitar ser reformadas para adaptarse al vidrio cámara. La amortización puede situarse entre 15 y 20 años.
- Reemplazar vidrios simples por dobles puede suponer hasta un 7,5% de reducción de la demanda de energía de climatización, debido a un menor uso de calefacción y refrigeración.
- Una protección solar exterior adecuada, en todas las orientaciones que lo precisen, puede representar entre el 5 y el 10% (para proporciones estándar de vidrio en la fachada) de la demanda energética de refrigeración.
- La iluminación artificial diurna y nocturna, en promedio, representa entre el 5 y el 10% del gasto energético total de la vivienda.
- La utilización adecuada de la ventilación cruzada puede implicar hasta el 60% de la demanda de energía de refrigeración.

Teniendo en cuenta que cada edificio tiene su propia problemática, y que además las posibilidades de mejora de la envolvente térmica son múltiples, resulta bastante difícil cuantificar cuál sería el resultado económico de las actuaciones sobre los gastos de la comunidad. Una manera aproximada de estimar el ahorro es repercutiendo el rendimiento de la actuación a acometer en la facturación de energía, y comparar el resultado con el coste de la obra: aislamiento térmico, ventanas, carpintería, cristales, protectores solares, pintura, etc.

Envolvente	Ahorro energético	Coste económico
Aislamiento térmico de fachadas	Alto	Mediano
Protección solar de fachadas	Mediano/bajo	Mediano/ bajo (pintura)
Aislamiento térmico de cubiertas	Mediano	Mediano
Protección solar de cubiertas	Bajo	Bajo
Mejoras en patios interiores (Pintura)	Bajo	Bajo
Ganancia de ventilación cruzada en patios interiores	Mediano	Bajo
Cambios en la carpintería	Bajo	Alto
Cambios de vidrios	Alto	Bajo
Protectores solares externos	Bajo	Mediano

**Tabla 2.** Resumen de eficiencia de las medidas de ahorro energético en la envolvente del edificio.

## 6.1. Incidencia energética

A nivel nacional, la iluminación de una vivienda representa más del 4% de la demanda total, y en las comunidades de vecinos, el 20% del consumo eléctrico.

El alumbrado en la mayoría de las comunidades de vecinos supone un derroche constante de energía. Es bastante frecuente encontrar zonas comunes de poco paso iluminadas de manera artificial prácticamente todo el día, mientras que en otras con mayor afluencia de personas, las luces deben estar encendiéndose y apagándose continuamente, con el consumo energético que ello supone.

En la mejora de la eficiencia energética del sistema de alumbrado de una comunidad de vecinos intervienen las **fuentes de luz** (lámparas o bombillas), las **luminarias** que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas, y los **sistemas de control de la iluminación**, que permiten sistematizar el uso de la luz.

La **eficacia o rendimiento luminoso** de una lámpara o bombilla (también denominada eficiencia), es la relación entre la luminosidad que proporciona (lumen: lm) y la cantidad de electricidad que necesita para iluminar, potencia eléctrica (vatío: W): lm/W.

Por otro lado, el tipo de luminaria también influye en el rendimiento energético de la iluminación; por ejemplo, las actuales de aluminio pulido permiten redirigir el 95% de la luz hacia el objeto o zona a iluminar, frente a las antiguas de color blanco que solo alcanzaban niveles de reflexión del 70%.

La acción combinada de lámparas y luminarias más eficientes permite ahorrar entre un 20% y un 50% de energía.

Por tal motivo, es muy importante analizar cada punto de consumo de luz para determinar cómo se distribuye en el edificio, qué puntos o zonas son los que repercuten más en el aumento de la factura y cómo se puede mejorar la situación. Para ello, en muchas ocasiones lo más eficaz suele ser pedir asesoramiento a los técnicos especializados.

Los aspectos del análisis lumínico que hay que estudiar en el edificio para conseguir un equilibrio entre inversión y eficiencia energética son fundamentalmente:

- Las horas de funcionamiento de cada luminaria.
- Los dispositivos de encendido y su ubicación.
- El tipo de lámparas existentes en el mercado y su adecuación a las diferentes necesidades de cada zona sectorizada.








Mediante un **luxómetro**, que es un instrumento de medición que permite medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente, y una tabla con las especificaciones de iluminación para cada actividad y tipología de zona (Normas ISO, NBE), es posible ajustar el consumo eléctrico a la necesidad específica en cada caso. Por ejemplo, para vestíbulos, pasillos, portales y escaleras, el nivel óptimo de iluminación recomendado es de 150 a 250 lux. Los luxómetros pueden tener varias escalas para adaptarse a las luminosidades débiles o las fuertes (hasta varias decenas de millares de luxes).

## 6.2. Alternativas técnicas

### 6.2.1. Fuentes de luz

Aunque en el mercado todavía existen una gama bastante amplia de bombillas y halógenos ineficientes, la tendencia en los próximos años es que desaparezcan y sean sustituidas por otras más eficientes.

Conforme a la directiva de eficiencia energética *Ecodesign 2009/125/CE del Parlamento Europeo*, desde el 1 de septiembre de 2012 ya no se fabrican ni importan bombillas incandescentes en ningún país de la UE, y a partir de septiembre de 2013, se habrán retirado del mercado. Y en relación a las lámparas incandescentes halógenas, también deberán estar totalmente fuera de mercado a partir de septiembre de 2016, a excepción de las de eficiencia A y las lámparas para aplicaciones especiales.

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
INCANDESCENTES	 Clara	15W	15W	15W	15W	15W	Todas las GLS claras		
		25W	25W	25W	25W	25W			
		40W	40W	40W	40W	40W			
		60W	60W	60W	60W	60W			
		75W	75W	75W	75W	75W			
		100W	100W	100W	100W	100W			
	 Mate	Lámparas GLS no claras a ser reemplazadas por bajo consumo							
HALÓGENAS	 Clara (12V)	5W	5W	5W	5W	5W	5W	5W	5W
		10W	10W	10W	10W	10W	10W	10W	10W
		20W	20W	20W	20W	20W	20W	20W	20W
		35W	35W	35W	35W	35W	35W	35W	35W
		50W	50W	50W	50W	50W	50W	50W	50W
		75W	75W	75W	75W	75W	75W	75W	75W
		100W	100W	100W	100W	100W	100W	100W	100W
		25W	25W	25W	25W	25W	25W	25W	25W
	 Clara (230V)	40W	40W	40W	40W	40W	40W	40W	40W
		60W	60W	60W	60W	60W	60W	60W	60W
		75W	75W	75W	75W	75W	75W	75W	75W
		100W	100W	100W	100W	100W	100W	100W	100W
		150W	150W	150W	150W	150W	150W	150W	150W
		200W	200W	200W	200W	200W	200W	200W	200W
		300W	300W	300W	300W	300W	300W	300W	300W
		500W	500W	500W	500W	500W	500W	500W	500W
		+750W	+750W	+750W	+750W	+750W	+750W	+750W	+750W
		 Mate	Lámparas Halógenas mates						
BAJO CONSUMO		Todas las de etiqueta energética tipo A							
REFLECTORAS		Sin restricciones por el momento. Se definirán en la fase 2 (información disponible en 2010)							
		■ Productos que dejan de fabricarse esa fecha							
		■ Productos que NO dejarán de fabricarse esa fecha							

**Figura 1.** Calendario de retirada de lámparas incandescentes y halógenas.

Fuente: <http://www.luzete.es/regulacion-consumo>

Para comparar y conocer las características de las lámparas y saber su adecuación a las necesidades concretas de un espacio a iluminar, es muy conveniente leer la información técnica que aparece en el envoltorio de la bombilla.

Información que debe aportar el embalaje de las lámparas:

- Cantidad de luz (lúmenes)
- Eficiencia energética
- Duración («horas de vida»)
- Tono de luz («temperatura de color»)
- Número de encendidos
- Tiempo de encendido (calentamiento)
- Regulación de intensidad
- Temperatura de funcionamiento
- Dimensiones

A continuación se enumeran las principales características de las lámparas actualmente disponibles.

- **Luces Halógenas y Bombillas Incandescentes Mejoradas: Clase Energética C**, se caracterizan porque la cápsula halógena contiene gas Xenón. Hay dos tipos:
  - *Luces Halógenas de nueva generación*, que son exactamente iguales a los halógenos convencionales, y por tanto, solo pueden utilizarse en luminarias que tengan casquillo especial para halógenos. A partir de septiembre de 2016 se podrán seguir vendiendo.
  - *Bombillas Incandescentes Mejoradas*, que tienen la forma y el casquillo de una bombilla convencional, pudiendo utilizarse exactamente igual que las tradicionales, pero llevan dentro una cápsula halógena. A partir de 2016, estas bombillas deberán mejorarse todavía más para pasar a la Clase Energética B o A.



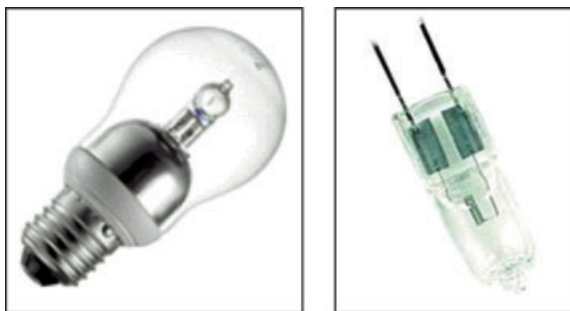
**Figura 2.** Halógeno y Bombilla Mejoradas Clase Energética C.

Las principales ventajas de estas luces halógenas son:

- Reducción de 20-25% menos de energía para producir la misma intensidad de luz y misma calidad que las lámparas incandescentes convencionales.
- Duración 2.000 h (doble) con uso normalizado.
- Es completamente compatible en tamaño con las lámparas existentes y reostatable con todos los reductores de luz.

- **Luces Halógenas y Bombillas Incandescentes Mejoradas: Clase Energética B**, tienen un revestimiento infrarrojo que mejora el rendimiento de las bombillas de filamento incandescente, pero tienen bajo voltaje por lo que necesitan un transformador para conectarlos a la corriente. Dicho transformador puede ser externo a la lámpara donde se va a usar la bombilla, estar integrado en ella, o encontrarse dentro de la bombilla, lo que permite utilizarla directamente en cualquiera luminaria.

Al igual que en la clase C, en esta clase B, hay cápsulas para casquillos especiales halógenos y para bombillas incandescentes mejoradas.



**Figura 3.** Bombilla Mejorada y Casquillo de Halógeno Clase Energética B.

Estas lámparas tienen las siguientes ventajas:

- El revestimiento infrarrojo permite una mejora de la eficiencia energética superior al 45% en comparación con las bombillas incandescentes convencionales.
- Pueden durar hasta 3.000 horas (es decir, tres veces más que una bombilla normal).
- Siempre son regulables.



El principal inconveniente es que de momento, las bombillas incandescentes mejoradas de clase B equivalen como mucho a bombillas convencionales de 60 vatios.

- Las **Lámparas de Bajo Consumo o «Compacta»** (CFL: *Compact Fluorescent Lamp*) funcionan de forma similar a las fluorescentes de tubo, pero en este caso tienen casquillo de rosca Edison normal o pequeño, para poder conectarse directamente a la corriente eléctrica (CFL tipo electrónico), y el tubo está curvado o doblado para que puedan encajar en las luminarias que utilizan bombillas incandescentes. Algunas de estas bombillas poseen un revestimiento externo que cubre los tubos fluorescentes, dándoles un aspecto más parecido al de las bombillas tradicionales.



**Figura 4.** Bombillas fluorescentes compactas.

Los tubos de Bajo Consumo tipo PLS, PLC, PLL, son lámparas de tipo fluorescentes compactas que necesitan reactancia externa, la cual se provee a través de balasto auxiliar.

Su uso se recomienda para lugares donde van a estar encendidas muchas horas al día como oficinas, pasillos o tiendas, cocina o el salón.

Este tipo de lámparas CFL, tiene además otras ventajas:

- Tienen una vida útil mayor. Pueden durar entre 6.000 y 15.000 horas, en función del tipo y uso.
- Son luces bastante eficaces: 60 – 70 lm/W y 65 – 75 lm/W si son de tipo electrónico.

- Alto rendimiento. Utilizan entre un 50 y un 80% menos de energía que una bombilla convencional incandescente, para producir la misma cantidad de luz. Una lámpara de bajo consumo de 22 vatios equivale a una bombilla incandescente de 100 vatios.
- Permiten ahorrar costes en la factura de electricidad. Su alto precio inicial se amortiza dentro de las primeras 500 horas de uso. La sustitución de una bombilla incandescente de 75W por una lámpara CFL de 18W supone un ahorro de 570 kWh a lo largo de toda la vida de la bombilla.
- Moderan la contaminación y la emisión de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub> principalmente) y reduciendo así al menos una parte del impacto teórico que este gas tiene sobre el calentamiento global y en consecuencia el cambio climático.

El principal inconveniente de estas bombillas de bajo consumo estriba en su manipulación, cuando se funden o rompen fortuitamente. En estos casos requieren un cuidado especial ya que contienen componentes electrónicos complejos y, en caso de rotura, pueden liberar hasta 5 miligramos de mercurio, motivos por los que esta terminantemente prohibido tirarse a la basura normal; las principales medidas a adoptar en estos casos son:

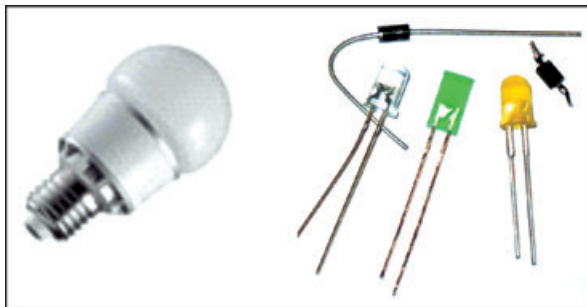
- Cuando están fuera de uso, hay que devolverlas a alguna de las tiendas que las venden o llévelas a un punto limpio de recogida de residuos electrónicos.
- Y, cuando se rompen, hay que ventilar la habitación y limpiar bien con un paño húmedo a continuación. Se debe evitar el contacto de la piel con los fragmentos que hayan podido quedar y no recogerlos nunca con aspiradora.

Una forma de solucionar el problema del escape de mercurio en caso de rotura accidental es comprar bombillas fluorescentes de bajo consumo con un revestimiento externo irrompible, u optar por bombillas sin mercurio, como las bombillas incandescentes mejoradas de tipo halógeno o las bombillas LED.

- **Lámparas LED.** Es un tipo de *iluminación de estado sólido* que usa como fuente luminosa *Diodos Emisores de Luz* (LED: Light-Emitting Diode).

Posiblemente, de todo el sector de la iluminación, la tecnología LED es la que presenta mayor futuro, constituyendo actualmente la fuente de luz más eficaz. Además puede usarse en una amplia variedad de formas y lu-

gares: comercios, hoteles, restaurantes, oficinas, hogares, embellecimiento urbano, edificios públicos, puentes, senderos, mercados, fachadas, semáforos, etc.



**Figura 5.** Bombilla LED y diodos emisores de luz.

Las principales ventajas de los LED son las siguientes:

- Los LED son mucho más eficientes a la hora de convertir energía eléctrica directamente en luz visible: 70 – 130 lm/W.
- Las bombillas LED mantienen su luminosidad prácticamente constante. Además, factores como la temperatura ambiente pueden afectar a la luminosidad de las lámparas convencionales, cosa que no ocurre con los LED.
- Tienen una larga vida útil, de 50.000 horas, pudiendo llegar en algunos casos a 100.000 horas de funcionamiento, y sin importar cuántas veces las enciendas y apagues o cuánto tiempo las dejes funcionando.
- No emiten calor. Es lo que se conoce como «luz fría», lo cual permite usarlas en sitios más complejos, con poco espacio, o donde el control de la temperatura o el gasto en aire acondicionado sean importantes.
- Son ecológicas. Además de reducir considerablemente las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de la iluminación, las bombillas LED no contienen tungsteno como las bombillas convencionales, ni mercurio con las lámparas fluorescentes o las bombillas de bajo consumo.
- Encendido inmediato.
- Los LED ofrecen luz constante, sin radiaciones Ultravioleta ni infrarrojas perjudiciales.

- La luz que emiten es mucho más brillante, y permite que las tonalidades de los objetos se aprecien mejor y sean más vivas.
- Son resistentes a golpes, vibraciones y sobretensiones.

Por todo ello, actualmente, son las lámparas más recomendables para ahorrar y mejorar la eficiencia energética de las comunidades de vecinos. Aunque son más caras, duran más y gastan menos energía, por lo que son mucho más rentables.

Finalmente, además de elegir bien el tipo de fuente de luz, también es muy importante efectuar una buena elección de las **luminarias**: cuanto mejor reflejen y distribuyan la luz, menos potencia será necesario instalar. Las de aluminio del tipo especular son las de mejor rendimiento, aunque para que no pierdan eficacia necesitan limpieza periódica.

### 6.2.2. Sistemas de control de la iluminación

El control de la luz artificial de un edificio permite regular el uso de la iluminación según los parámetros previamente analizados, como son: el nivel de luz natural, la ocupación del edificio, los horarios de máxima afluencia, la sectorización por zonas de afluencia y ocupación, etc..

Una mayor eficacia en la iluminación permite mejorar la confortabilidad y seguridad del edificio y reducir la factura eléctrica de la comunidad. Para ello, lo más eficaz es **automatizar la iluminación** para gestionar adecuadamente las necesidades lumínicas de los usuarios, y **sectorizar** el edificio por zonas, tratando cada una de ellas de forma independiente y optimizada (vestíbulo, portal, escaleras, aparcamiento, jardín,...).

Actualmente, el mercado ofrece toda una serie de mecanismos de control, algunos de los cuales se pasan a comentar seguidamente.

- **Detectores de presencia o movimiento.** El sistema permite asegurar el encendido adecuado de una determinada zona, en función de la presencia o no de personas, sin necesidad de buscar y pulsar el interruptor. Esta medida puede ahorrar una media del 20% del consumo eléctrico total.
- **Interruptores temporales y programadores horarios.** Permiten el encendido y apagado de las lámparas en función de un horario establecido para

cada zona, evitando que estén encendidas en momentos en que no son necesarias. El potencial de ahorro se considera en torno al 10% del consumo eléctrico total.

- **Instalación de células fotosensibles o sensores de luz.** Se trata de un sistema que ajusta automáticamente la cantidad de luz emitida por la lámpara en función del aporte de luz natural que haya en la zona donde se encuentre ubicada. Estos equipos pueden alcanzar ahorros de hasta un 45-75 % en el consumo eléctrico de las lámparas y aumentar su vida útil.
- Al Cuadro eléctrico comunitario se pueden acoplar otros mecanismos de control y seguridad del edificio, como son:
  - **Central de medida** o un contador de energía para poder obtener la lectura del consumo eléctrico de las distintas instalaciones del edificio. Simplemente, la supervisión y monitorización del consumo de la instalación puede ahorrar hasta un 10%.
  - **Limitador de sobretensión** para proteger todos los equipos eléctricos y electrónicos
  - **Reconectador diferencial**, para que en caso de que salte el interruptor diferencial, el ascensor, por ejemplo, pueda seguir dando servicio.

### 6.3. Buenas prácticas ambientales

- Aprovechamiento máximo de la luz natural y uso racional de la iluminación.
- Evitar dejar luces encendidas instalando un reloj-programador de encendido y apagado, o utilizando sistemas de célula fotoeléctrica que apagan las luces cuando la iluminación ambiente supera un cierto nivel.
- Una buena elección de las luminarias también es muy importante: cuanto mejor reflejen y distribuyan la luz, menos potencia será necesario instalar. Las de aluminio del tipo especular son las de mejor rendimiento, aunque para que no pierdan eficacia necesitan limpieza periódica. Las lámparas de bajo consumo más eficientes son las electrónicas.
- Se deben sustituir todas las lámparas incandescentes por otras de bajo consumo y/o tubos fluorescentes.
- Al sustituir lámparas de incandescencia por las de bajo consumo, es preferible cambiar primero las que más tiempo están encendidas.

- Instalar sensores o detectores de presencia para que las luces se enciendan realmente cuando se necesiten.
- Una buena idea es sectorizar los interruptores de las luces de escaleras, vestíbulos, garajes y zonas comunes para evitar que se enciendan a la vez.
- En zonas de paso, como portales, escaleras o vestíbulos, y demás zonas a la intemperie como jardines y patios, es conveniente usar temporizadores electrónicos y de célula fotoeléctrica, que cortan el suministro eléctrico cuando la iluminación natural supera un cierto nivel.
- En las zonas ajardinadas comunes es importante evitar la contaminación lumínica nocturna, utilizando luminarias que dirigen el flujo luminoso hacia el suelo, sin que se «escape» luz hacia el cielo.
- A partir de una determinada hora de la noche se debería bajar el nivel de iluminación de zonas poco transitadas o desconectar algunas luces, manteniéndose aquellas que se consideren imprescindibles.
- En todo momento, es muy importante iluminar solamente los espacios que lo requieran y no emitir luz hacia zonas no deseadas: además de ahorrar energía se evitan deslumbramientos molestos.
- Si se decide eliminar un tubo fluorescente en una luminaria múltiple por considerar que hay excesiva iluminación, se debe optar por la central y no olvidar quitar también su reactancia.
- En luces que deben funcionar de forma continuada se deberán colocar lámparas fluorescentes. Éstas solo deben apagarse cuando no vayan a volver a encenderse hasta pasadas más de 5 horas después.
- Utilizar colores claros en las paredes y techos de las estancias.
- Hay que mantener limpias las lámparas y los elementos reflectantes de las luminarias, ya que una bombilla sucia puede iluminar hasta un 30 % menos.
- Reducir al mínimo la iluminación exterior, limitar su horario de encendido.
- A la hora de elegir los aparatos de iluminación hay que tener en cuenta no sólo el aspecto estético, sino también su rendimiento luminoso.
- Las luces indirectas dirigidas hacia el techo o una pared clara, tiene bajo rendimiento y consumen más por tanto.
- Las arañas con muchas bombillas pueden ser muy decorativas pero no son nada eficientes.

## 6.4. Eficacia energética y ahorro económico de las medidas

Cambiar las fuentes de luz por otras más eficaces, además de ofrecer entre 4 y 6 veces más luz por vatio, fuentes tales como los tubos o las lámparas compactas fluorescentes disponen de vidas útiles 25 veces más largas que las incandescentes convencionales. Si bien el precio inicial de las primeras es mucho mayor, la amortización se alcanza rápidamente gracias a la reducción del gasto de eléctrico.

Un adecuado sistema de gestión de la luz junto con la determinación de los niveles máximos necesarios de intensidad luminosa en función de parámetros de confort, reglamentarios y de seguridad, pueden implicar ahorros de energía de hasta un 50% y representar con una inversión económica cuya amortización puede alcanzarse en torno a los 4-7 años.

Por otra parte, la gestión inteligente (domótica) del conjunto de las instalaciones del edificio, incluida la automatización sectorial de la iluminación puede llegar a ahorrar hasta un 35% en la factura eléctrica.

La combinación de sistemas de control de la iluminación, unida a la utilización de lámparas de bajo consumo y luminarias eficientes, pueden reducir el gasto en iluminación hasta en un 75%.

Iluminación	Ahorro energético	Coste económico
Cambio de lámpara	Mediano	Bajo
Sistemas de gestión de la intensidad	Mediano	Mediano

**Tabla 3.** Resumen de eficiencia de las medidas de ahorro energético en iluminación.

## 7.1. Incidencia energética

El mayor impacto ambiental de la vida útil de un ascensor (de última generación) se produce en la fase de uso y servicio, debido al consumo de energía necesario para su funcionamiento.

Conforme a los datos del año 2008 de la Federación Española de Empresas de Ascensores (FEEDA), el 71% de la demanda de energía de un ascensor se debe a los sistemas motrices (1.300 kWh/año) y el resto, 29%, a la iluminación (530 kWh/año).

Según las distintas fuentes consultadas, el consumo de los ascensores representa entre un 10% y un 15% del gasto medio energético en una comunidad de vecinos.

A nivel nacional se estima en 1.666.330 MWh/año la demanda energética. Suponiendo la emisión de 0,65 Kg de CO<sub>2</sub> por cada kWh consumido, se alcanza la cifra de 1.083.115 t/año de CO<sub>2</sub>, equivalente a las emisiones de unos 320.000 automóviles ([www.eic.cat/gfe/docs/7964.pdf](http://www.eic.cat/gfe/docs/7964.pdf)).

La antigüedad del ascensor va a determinar, en cierta medida, la eficiencia energética de sus componentes. Generalmente, cuanto más antiguos son, peor equipados y preparados están, al no disponer de mecanismos de ahorro en el arranque, regulación de velocidad, detectores de presencia, y control de la iluminación, principalmente.

El parque de ascensores nacional supera actualmente los 910.563 aparatos (2008).

En la Comunidad de Madrid se supera la cifra de 140.000 ascensores, 100.000 de los cuales tienen una antigüedad superior a 10 años. El consumo eléctrico en el conjunto de ascensores de la Comunidad de Madrid equivale al de una ciudad de 50.000 habitantes.



## 7.2. Alternativas técnicas

### 7.2.1. Motores, velocidades y sistemas de transmisión

Dado el elevado coste energético que supone el movimiento de los ascensores en los gastos comunitarios, es importante plantearse la posibilidad de cambiar los ascensores para reducir el consumo de forma eficiente.

A la hora de seleccionar el tipo de ascensor, es importante tener en cuenta que la máxima eficiencia energética se obtiene cuando se une una menor capacidad individual con un mayor número de ascensores.

Dicha eficiencia está relacionada con la velocidad de movimiento, que dependerá del flujo de personas y afectará al tiempo de espera; con el arranque y la parada suaves, que contribuirán a disminuir los picos de demanda eléctrica; con un dimensionado ajustado que disminuirá el consumo durante las horas de baja demanda; y, cuando haya varios ascensores, con la coordinación de movimientos que escogerá la opción de menor recorrido.

Actualmente existen en el mercado cuatro tipos:

- Hidráulicos.
- Eléctricos de dos velocidades.
- Eléctricos con frecuencia y tensión variables.
- Eléctricos de última generación.

Los **ascensores hidráulicos** son los que presentan menor eficiencia (alrededor del 10%) y por ello, son poco adecuados en comunidades de vecinos. Su consumo es elevado y solo están preparados para recorridos cortos de menos de 15 m de altura.

Los **ascensores eléctricos de dos velocidades** poseen motores trifásicos de polos conmutables, que funcionan a una velocidad rápida y otra lenta según la conexión de los polos. De esta manera se obtiene con una velocidad de nivelación baja, un frenado con el mínimo de error (aproximadamente 10 mm de error) y un viaje más confortable. En la actualidad están siendo retirados, ya que consumen demasiada energía y son algo ruidosos.

Los **ascensores eléctricos con frecuencia y tensión variables** resultan mucho más eficientes. Están caracterizados por contar con sistemas de velocidad variable de los motores mediante regulación electrónica, arranques y paradas suaves, y mecanismo de maniobra selectiva que consiste en la llamada del más cercano al punto de requerido para reducir viajes en vacío, ahorrar electricidad y prolongar la vida útil de los equipos. Estos aparatos aumentan su eficiencia con la altura del edificio y tienen menores costes de mantenimiento.

Los **variadores de frecuencia** producen arranques y frenadas más suaves, de manera que se consiguen reducir los altos consumos derivados de los picos de intensidad que se ocasionan en esos momentos.

Al final, se puede conseguir un ahorro del 25 al 40% respecto a los ascensores eléctricos convencionales y hasta el 60% respecto a los de accionamiento hidráulico.

Finalmente, los **ascensores eléctricos de última generación**, pueden ser de dos velocidades o con frecuencia y tensión variables, pero sin engranajes, con motor de imanes permanentes y cintas planas de alta resistencia. Además de ser más silenciosos, confortables y fiables que los aparatos eléctricos convencionales, son más eficientes desde el punto de vista energético y generan menos residuos contaminantes.

Existen modelos basados en sistemas eficientes energéticamente, de velocidad variable y controles mediante *tiristores*, que son conmutadores biestables, capaces de dejar pasar plenamente o bloquear por completo el paso de la corriente sin tener nivel intermedio alguno, aunque no son capaces de soportar grandes sobrecargas de corriente.

En casa antiguas sin ascensor y sin espacio para la sala de máquinas existe la posibilidad de instalar un **ascensor eléctrico sin cuarto de máquinas o MRL** en inglés (*Machine Room Less*). En este tipo de ascensores se suelen utilizar **motores gearless**. La tecnología gearless utiliza para la tracción, un motor sincrónico de imanes permanentes de alta capacidad magnética, sin reductor, cuyo objetivo es, incrementar al máximo el par del motor a bajas velocidades, utilizando la mínima potencia. Con esto se logra:

- Mayor durabilidad.
- Mayor confort en cabina.
- Menor nivel de ruido.

- Reducción de los costes energéticos.
- Alto rendimiento.
- Cargas mayores a altas velocidades.

Aunque la inversión inicial de estos equipos es alta, se recupera a lo largo de su ciclo de vida por el ahorro energético que suponen.

Ahorran hasta un 50% de energía con respecto a los ascensores convencionales, y reducen el consumo de aceite y grasa entre un 50% y un 95%. ([http://www.otis.com/site/es-esl/OT\\_DL\\_Documents/OT\\_DL\\_DocumentLibrary/Medio%20ambiente/Dossier%20Ecolog%C3%ADa%20y%20Confort.pdf](http://www.otis.com/site/es-esl/OT_DL_Documents/OT_DL_DocumentLibrary/Medio%20ambiente/Dossier%20Ecolog%C3%ADa%20y%20Confort.pdf)).

### 7.2.2. Iluminación

Además de escoger ascensores eficientes, es necesario controlar la iluminación de la cabina, ya que su consumo se eleva al 29% del total del ascensor.

Para ello, la medida más eficaz es instalar **detectores de presencia** que activen el encendido cuando alguien va a entrar en ellos.

## 7.3. Gestión, uso y mantenimiento

Como ya se ha señalado, el uso adecuado del ascensor, como el de cualquiera de los equipamientos e instalaciones del edificio va a permitir mejorar el consumo energético y por tanto ahorrar en la factura de los gastos generales de la comunidad.

El mantenimiento se basa fundamentalmente en:

- La revisión periódica del funcionamiento óptimo de todos los puntos de consumo o uso.
- El mantenimiento y las comprobaciones periódicas de los motores, mecanismos de transmisión y control.
- El reemplazo y la revisión de filtros, rodamientos y todo elemento que pueda oponer resistencia al movimiento.

## 7.4. Buenas prácticas ambientales

- Si en el edificio hay más de un ascensor y todavía no tiene instalado el mecanismo de *maniobra selectiva*, los usuarios deben procura llamar solo a uno de ellos.
- Es una costumbre saludable y ahorra energía bajar las escaleras a pie (o incluso subirlas, si no son demasiados pisos).
- Proponer la instalación de *detectores de presencia* en los ascensores para ahorrar dinero y energía en iluminación.
- Mantener siempre apagado el hueco de los ascensores.

## 7.5. Eficiencia energética y ahorro económico de las medidas

Cuanto menor sea el gasto de energía menor será el coste de mantenimiento.

El mayor consumo se produce en el momento del arranque del ascensor, debido a los elevados picos de potencia demandada, que ascienden a tres o cuatro veces el valor de la nominal.

Los sistemas de accionamiento eléctrico con velocidad variable de los motores mediante **regulación electrónica y maniobra selectiva de última generación**, consiguen un ahorro energético de alrededor de un 30% frente a los modelos básicos, y permiten también disminuir la potencia demandada debido a la disminución de los picos de potencia que se producen en los arranques.

Se produce así un doble ahorro, conformado por la contratación de una potencia eléctrica menor y un gasto de energía de uso más reducido, que contribuyen a la amortización del mayor coste de instalación.

Como ya se ha indicado, cuando no es posible sustituir los ascensores antiguos por **ascensores eléctricos de última generación**, lo más eficiente si hay más de un aparato, es la instalación de un mecanismo de **maniobra selectiva** para reducir los viajes en vacío, ahorrar electricidad y prolongar la vida útil de los equipos.

La instalación de **detectores de presencia** también reduce el consumo energético y supone un ahorro económico.

Ascensores	Ahorro energético	Coste económico
Motores velocidades y sistemas de transmisión	Mediano	Alto
Selección de sistema	Mediano	Mediano
Cambios en la iluminación	Mediano	Bajo
Mantenimiento	Mediano	Bajo

**Tabla 4.** Resumen de eficiencia de las medidas de ahorro energético en ascensores

## Aire acondicionado y ventilación

### 8.1. Incidencia energética

El 49% de los hogares españoles dispones de algún tipo de sistema de aire acondicionado, básicamente individual, instalándose anualmente entre seiscientos mil y ochocientos mil equipos de aire acondicionado al año, cifra que da idea de la repercusión e impacto global que tienen.

Dentro de los equipos de refrigeración existentes en el mercado, el que más penetración ha tenido, con un 78%, es la bomba reversible de calor/frío, que habitualmente se complementa con otras unidades portátiles, lo que supone una media de 3 por hogar.

Por otra parte se sabe que el aire acondicionado representa menos del 1% del consumo energético total de las viviendas y el 2,3% del consumo eléctrico.

Aunque la refrigeración no suele ser un gasto que corresponda a la comunidad, el aumento a nivel nacional de este tipo de equipos si tiene una repercusión negativa en el conjunto de los vecinos, ya que su uso masivo recalienta el aire exterior, con lo que perjudica al vecindario, por ejemplo en los patios interiores, y además, producen un impacto visual grande sobre todo cuando se instalan en fachadas.

### 8.2. Alternativas técnicas

Las razones anteriormente esgrimidas hacen que sea desaconsejable la instalación de aparatos de aire acondiciando individuales, siendo mucho más ecológico y recomendable el uso de técnicas pasivas de ventilación, como instalación de toldos y persianas, ventilación mecánica, ventilación cruzada.

Los ventiladores de techo pueden alcanzar una temperatura de confort de 26 °C, evitando en determinados momentos del día el encendido del aire acondicionado.

En las nuevas construcciones, la orientación del edificio junto a otros aspectos relacionados con la construcción, como las características de la envolvente edificatoria, también ayudan a minimizar las necesidades de refrigeración en las viviendas.

En cualquier caso, los equipos centralizados tienen de forma global un 20% más de eficiencia frente a los individuales, si cuentan con tecnología tipo *inverter* que permite el funcionamiento constante a bajo consumo, y volumen de aire variable, que en conjunto evitan arranques, paradas y oscilaciones de temperatura, y que se ajustan a la mayor o menor presencia de personas.

En estos sistemas colectivos, el principal problema estriba en las pérdidas energéticas, entre un 10-15%, que se producen en los largos recorridos de las conducciones de aire y en la resistencia que tienen que vencer por los cambios de dirección en los trazados de distribución. Por ello, cuanto menores sean las distancias y menos curvas haya, mayor será la eficiencia del sistema.

Para una adecuada gestión de la ventilación dentro del aparcamiento subterráneo de edificios es posible instalar **variadores de velocidad** que permiten gestionar la velocidad del ventilador de aire en el arranque y funcionamiento. Además, también se pueden optimizar el consumo energético de la instalación, controlando mediante un sensor específico el variador según el CO<sub>2</sub> detectado.

### 8.3. Uso y mantenimiento

Minimizar su uso y utilizar sistemas de ventilación alternativos, naturales y mecánicos.

El mantenimiento de estos aparatos será igual que el de cualquier motor eléctrico, mediante limpiezas y revisiones periódicas:

- Comprobaciones periódicas de las unidades de condensación y evaporación, exteriores e interiores.
- El reemplazo y la revisión de filtros y cargas de fluidos frigoríficos.
- La revisión del trazado de las tuberías de distribución en busca de pérdidas, roturas del aislamiento, etc..
- La verificación del funcionamiento de todos los puntos de consumo o transferencia de calor y frío.

## 8.4. Buenas prácticas ambientales

- Concienciación de los vecinos sobre el uso eficiente del sistema.
- Antes de instalar aire acondicionado pruebe a aplicar otras medidas, como protectores solares y distribuir ventiladores por las habitaciones.
- Mantener los termostatos a la baja para un gasto mínimo.
- Instalar termómetros de interior/exterior para regular los mecanismos manuales de protección: cerrar/abrir ventanas y bajar/subir persianas, y toldos, etc.
- Minimizar el uso de los aparatos eléctricos de aire acondicionado.
- En verano, ventilar las casa por la noche.
- Estudiar a nivel comunidad la posibilidad de centralizar la distribución del aire acondicionado.

## 8.5. Eficiencia energética y ahorro económico de las medidas

En general, ningún sistema de refrigeración tiene una elevada eficiencia energética, y aunque su repercusión en el consumo general y eléctrico, no es muy elevada, se debería replantear la necesidad real de estos equipos antes de su instalación, sobre todo en zonas con un clima poco extremo:

Como ya se ha indico, los sistemas centralizados pueden suponer una mejora del 20% en eficiencia.

Aire acondicionado	Ahorro energético	Coste económico
Instalación	Mediano	Bajo
Mantenimiento	Mediano	Bajo

**Tabla 1.** Resumen de eficiencia de las medidas de ahorro energético en aire acondicionado.





# Motores eléctricos y sistemas de bombeo

## 9.1. Incidencia energética de los motores eléctricos y los sistemas de bombeo

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos electromagnéticos variables.

En las comunidades de vecinos los motores eléctricos se utilizan en una gran diversidad de servicios, destacando los sistemas de bombeo, de ascensores, de ventilación, de aire acondicionado, depuradoras de piscinas, etc.

Los motores y las bombas demandan mucha energía, especialmente en el arranque, y algunas no consiguen alcanzar su potencia máxima antes de llegar al nivel de desconexión.

En las comunidades de vecinos, la mayoría de los motores eléctricos tienen ciclos variables, por lo que trabajan a menos del 50% de su capacidad nominal.

En estos casos, las pérdidas de energía estimadas oscilan entre el 40% y el 80% de la potencia desarrollada por el motor. Las causas se deben a que los motores están sobredimensionados en su diseño, tienen ciclos de trabajo variables, sufren pérdidas en el hierro y cobre, pero principalmente, porque carecen de un mecanismo inteligente que los controle.

Por tales motivos, en las etapas del ciclo de trabajo sin carga el consumo de electricidad es mayor al necesario, generando un gasto económico y un aumento del mantenimiento ya que el exceso de energía es liberado en forma de calor, vibración y ruido, efectos que a su vez repercuten en un mayor impacto ambiental.

Por otra parte, en los sistemas de bombeo, la resistencia a la circulación de los fluidos (agua, aire, aceite...) por el interior de las tuberías se traduce en una sobrecarga en los equipos de bombeo, y por tanto un mayor consumo de energía que es innecesario.

El control del funcionamiento de los motores eléctricos y sistemas de bombeo existentes en una comunidad de vecinos favorece el ahorro de una parte de la energía total que consumen.

## 9.2. Alternativas técnicas

Cambios en los motores y en los mecanismos de impulsión, y si es posible en las dimensiones y recorrido de las tuberías (rehabilitaciones de viviendas y edificios), pueden incidir favorablemente en el gasto energético.

Motores eléctricos	Sistemas de bombeo
<ul style="list-style-type: none"><li>— Mejora de la tensión de alimentación.</li><li>— Reemplazo por otros de mayor eficiencia.</li><li>— Alternancia de uso en caso de ascensores.</li><li>— Optimización en sistemas de bombeo.</li><li>— Compensación reactiva en todos los casos.</li><li>— Uso de variadores de velocidad.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>— Cambio de válvulas y tuberías en el sistema sanitario.</li><li>— Reducción de horas de uso de las bombas.</li><li>— Reemplazo y Utilización de motores de alta eficiencia.</li><li>— Adecuación de motores a la capacidad de trabajo.</li><li>— Evitar accionamientos sobredimensionados.</li><li>— Programación en el arranque de los motores</li></ul>

**Tabla 1.** Mejoras en los motores y sistemas de bombeo. Fuente: <http://www.stilar.net/>

Las alternativas más efectivas para optimizar el rendimiento de los motores tienen que ver con la mejora de los mecanismos de impulsión, mediante la instalación de controladores electrónicos fundamentalmente, y de los sistemas de circulación, para disminuir la resistencia.

### 9.2.1. Los mecanismos de impulsión

Como ya se ha señalado anteriormente, uno de los principales problemas de los motores eléctricos es el control de la velocidad, sobre todo en aquellos motores que tienen ciclos de trabajo variable y tiene continuos arranques.

Por ello es necesario instalar en los motores eléctricos un dispositivo o grupo de dispositivos, denominados **controladores**, que se encargan de dosificar de forma manual o automática, la energía eléctrica para obtener un control efectivo de la misma, adecuado al fin que se persigue: arranque y parada del motor, selección de avance o retroceso de rotación, selección y regulación de la velocidad, regulación o limitación del par y protección contra sobrecargas y fallos.

Si son manuales, la corrección corre a cargo de un operario. Si bien lo más efectivo es la instalación de controladores electrónicos, cuya función es el ahorro de consumo eléctrico en motores de velocidad constante.

Los controladores electrónicos con control diferencial y monitorización ofrecen funciones de programación, pudiendo variar los valores nominales de bombeo según la hora y ampliar los intervalos de funcionamiento de las bombas, permitiendo que alcancen su eficiencia máxima y mantengan el caudal máximo durante un tiempo considerable, antes de que termine el ciclo.

Para lograrlo, los controladores disponen de un microprocesador que regula la cantidad de corriente eléctrica suministrada al motor mediante la observación de la carga sobre el eje del motor en cada ciclo, de modo que consuma sólo la cantidad de energía necesaria para desarrollar el trabajo en cada instante de su ciclo de funcionamiento. También aseguran un arranque y parada suaves aún bajo carga pesada, que además de prolongar la vida útil del motor favorece la de filtros, válvulas y tuberías.

El resultado es un ahorro sustancial de energía de consumo, así como una disminución de los picos por arranques de varios equipos, a la vez que repercuten en la potencia reactiva que debe pagarse y de los ciclos de mantenimiento por menor desgaste, al reducirse los arranques.

La sustitución de los métodos tradicionales de regulación de flujo por **variadores de velocidad** (ASD, por sus siglas en inglés: *Adjustable-Speed Drive*), para controlar la velocidad giratoria del motor, permite hacer una gestión más eficiente de su funcionamiento. Además de reducir los consumos, alarga el tiempo de vida útil del motor.

Por ejemplo, la instalación de un variador de velocidad en el motor de una bomba de agua reduce el consumo eléctrico por encima del 50%, siendo el periodo de amortización de la inversión inferior a los 2 años (ENDESA).

El **variador de frecuencia** (AFD: *Adjustable Frequency Drive*), es un caso especial del variador de velocidad. Regula la frecuencia del voltaje aplicado al motor, logrando modificar su velocidad. Sin embargo, simultáneamente con el cambio de frecuencia, debe variarse el voltaje aplicado al motor para evitar la saturación del flujo magnético con una elevación de la corriente que dañaría el motor.



**Figura 1.** Variador de frecuencia para optimizar la bomba a las necesidades de caudal.

### 9.2.2. Resistencia a la circulación

Un sistema de bombeo consiste en un conjunto de elementos que permiten el transporte a través de tuberías y el almacenamiento temporal de los fluidos, de forma que se cumplan las especificaciones de caudal y presión necesarias en los diferentes sistemas y procesos.

La resistencia a la circulación es un fenómeno bastante frecuente en el flujo de un fluido a su paso por una tubería. Por eso, en los sistemas de bombeo es muy importante dimensionar las tuberías de acuerdo al caudal que circulará por ellas. Una tubería de diámetro reducido provocará elevadas velocidades de circulación y como consecuencia pérdidas elevadas por fricción, mientras que una tubería de gran diámetro resultará costosa y difícil de instalar.

El movimiento turbulento dentro de una tubería puede estar causado por un exceso de velocidad de circulación, por cambios bruscos del diámetro de la tubería, y por la rugosidad interna del propio material, así como por las incrustaciones que pudieran formarse (depósitos de cal). A menudo, el problema puede ser detectado por el ruido que produce la circulación.

Para prevenirlo y mejorar la eficiencia de los sistemas de bombeo que pueden producir resistencia a la circulación, haciendo que los motores de las bombas deban vencer con un esfuerzo adicional, es necesario dimensionar las tuberías al diámetro adecuado, no tener cambios bruscos de diámetro, ni obstáculos o bor-

des filosos que produzcan cambios de velocidad o favorezcan la acumulación de partículas sólidas (*Fuente: Guía de la eficiencia energética para administradores de fincas. Fundación Gas Natural; 2007*).

### 9.3. Mantenimiento

La medición y seguimiento del consumo energético de los motores permitirá controlar mejor su eficiencia. El gasto energético depende del tipo de motor, la potencia y si dispone de regulación electrónica. Cuando no se dispone de sistemas de control electrónico en los motores, dicho control lo realiza un operario.

Las rutinas de mantenimiento deberán verificar periódicamente los problemas habituales de resistencia a la circulación: incrustaciones de cal, suciedad de los componentes del sistema de bombeo, aparición de turbulencias, etc..

### 9.4. Medidas de ahorro en la factura eléctrica

En relación a las posibilidades de ahorro en la factura eléctrica de una comunidad de propietarios, se pueden aplicar algunas buenas prácticas, como las que se indican a continuación:

- En primer lugar es importante analizar la contratación de la electricidad y ajustarla a las necesidades reales de la comunidad.
- Cuando en una comunidad de propietarios existe más de un suministro eléctrico, es recomendable unificarlos para conseguir un importante ahorro económico. Por cada kWh que se reduzca la potencia contratada se pueden ahorrar más de 22 € anuales (*Fuente: [www.acpnavarra.com](http://www.acpnavarra.com)*).
- Es conveniente, además, que un especialista revise la contratación eléctrica, ya que en ocasiones la potencia contratada es mayor que la necesaria, o la tarifa contratada no es la más adecuada.
- En el caso de tarifas con discriminación horaria, es importante estudiar la factura eléctrica y observar si la compañía está penalizando a la comunidad de vecinos por no tener compensada la energía reactiva. Los recargos por este concepto pueden llegar al 47% y, sin embargo, con una compensación adecuada del factor de potencia, se pueden obtener bonificaciones de hasta el 4%.

- Si es posible climáticamente y existe espacio en el edificio, la instalación de una **planta solar fotovoltaica** para generar electricidad puede suponer un buen ahorro en la factura eléctrica. La energía producida se vende a la red de distribución, y a la hora de pagar la comunidad hace balance con su consumo y solo abona la diferencia. Además, la vida útil es de unos 35 años y se amortiza en menos de la mitad de este tiempo.
- En comunidades de vecinos muy grandes y con facturas muy abultadas de electricidad y calor, incluso puede ser conveniente, previo análisis y estudio detallado de los costes de inversión, instalar una **planta de cogeneración**, que permite producir en cascada con un único sistema, electricidad y calor. Con la cogeneración el calor no se disipa, como en un sistema convencional de energía eléctrica en el que el 65% del calor se desperdicia, pudiendo emplearse en otros usos y servicios de la comunidad (calefacción, climatización).

## 9.5. Eficiencia energética y ahorro económico

Todavía existe más de un 80% de motores controlados por sistemas electromecánicos que no aprovechan bien la energía, y por motores ineficientes, los cuales deberían ser sustituidos por otros sin escobillas de imán permanente y con controladores electrónicos de velocidad variable, pudiéndose ahorrar hasta un 50% de la energía consumida.

Las incrustaciones y aparición de turbulencias (cambios de dirección del fluido) en las tuberías, y la suciedad de válvulas y filtros, implican más gasto energético en los sistemas de bombeo.

Un buen mantenimiento, evita muchas averías y procura la mayor eficiencia de las instalaciones, y siempre revierte en un ahorro en la factura de la electricidad y en los gastos generales de la comunidad.

Motores eléctricos y sistemas de bombeo	Ahorro energético	Coste económico
Mecanismos de impulsión	Bajo	Bajo
Resistencia a la circulación	Bajo	Alto
Mantenimiento de motores y bombas	Mediano	Bajo

**Tabla 2.** Resumen de eficiencia de las medidas de ahorro energético en motores y sistemas de bombeo.

## 10.1. Ahorro de luz

Además del portal, las escaleras y los vestíbulos, algunas comunidades de vecinos cuentan con otras instalaciones y servicios comunes, como garaje, piscina, instalaciones deportivas y de juegos, jardines, patios, etc., cuyos consumos eléctricos suponen un gasto importante que también repercute en el conjunto de vecinos, y que a menudo puede reducirse fácilmente.

Seguidamente se exponen algunas acciones específicas para ahorrar electricidad.

- Si la comunidad de vecinos tiene piscina climatizada (o piensa instalarla), es obligatorio utilizar exclusivamente sistemas de aprovechamiento solar para calentar el agua (Real Decreto 1751/1998 de 31 de julio. ITE 10.2).
- La utilización de mantas térmicas para cubrir la piscina por la noche y evitar las pérdidas de calor del agua hacia el ambiente.
- Instalar programadores en la depuradora de la piscina para impedir que esté funcionando más tiempo del necesario.
- Si los extractores de aire del garaje están temporizados, se puede conectar al circuito eléctrico un programador horario que los desactive en las horas centrales de la noche, ya que seguramente no habrá mucha afluencia de vehículos.
- Instalar detectores presencia distribuidos por zonas, en los aparcamientos subterráneos comunitarios.
- Renovar las luces de emergencia, instalando nuevos equipos con balizamiento con diodos LED y lámparas de servicio fluorescentes de bajo consumo.
- En la iluminación de zonas comunes en el exterior del edificio hay que instalar luminarias o farolas que minimicen la contaminación lumínica hacia el cielo y que incorporen lámparas electrónicas de bajo consumo o de descarga, que ahorran energía y tiene una vida muy larga.



- En zonas de paso, como portales, escaleras o vestíbulos, y demás zonas a la intemperie como jardines y patios, es conveniente usar sistemas de temporización, para que las luces se apaguen una vez transcurrido un periodo prefijado.

### 10.1.1. Para saber más de estos temas

[www.idae.es](http://www.idae.es)

[www.isover.es](http://www.isover.es)

[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)

[www.fundaciongasnatural.com](http://www.fundaciongasnatural.com)

[www.acpnavarra.com](http://www.acpnavarra.com)

[www.anape.es](http://www.anape.es)

[www.isover.es](http://www.isover.es)

[www.osram.es](http://www.osram.es)

[www.philips.es](http://www.philips.es)



Fundación de la Energía de  
la Comunidad de Madrid



[www.fenercom.com](http://www.fenercom.com)

ISBN 978-84-616-3911-3  
9 788461 639113

