



Madrid  
**Ahorra**  
con Energía



La Suma de Todos



CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA

**Comunidad de Madrid**

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

# Guía sobre las claves para la optimización de las instalaciones de calefacción individuales

## Eficiencia energética y máximo confort con radiadores







# Guía sobre las claves para la optimización de las instalaciones de calefacción individuales

**Eficiencia energética y máximo  
confort con radiadores**

**Madrid, 2014**



Esta Guía ha sido elaborada por la Asociación de Fabricantes de Generadores y Emisores de Calor por Agua Caliente.

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, pero no se identifica necesariamente con las ideas y opiniones que en ellos se exponen y, por tanto, no asume responsabilidad alguna de la información contenida en esta publicación.

La Comunidad de Madrid y la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, no se hacen responsables de las opiniones, imágenes, textos y trabajos de los autores de esta guía.

Depósito Legal: M. 32385-2014

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

# Autores

**Josep Castellà**

Director Técnico  
Zehnder Group Iberica IC, S.A.

**José Luis Hernández**

Director Técnico  
TRADESA

**Alberto Jiménez**

Jefe de Formación y Soporte Técnico  
BAXI Calefacción

**Aurelio Lanchas**

Jefe de Producto Calefacción / Energía Solar.  
Grupo Ferroli





# Índice

PRESENTACIÓN	9
INTRODUCCIÓN	11
<b>1. TIPOLOGÍA DE RADIADORES</b>	<b>13</b>
1.1. Características comunes a todos los radiadores	13
1.1.1. Se alimentan por agua caliente	13
1.1.2. Emisión certificada EN 442	13
1.1.3. Emiten calor por radiación y convección	14
1.1.4. Mayor confort	14
1.1.5. Tienen una alta velocidad de respuesta	14
1.1.6. Muy fáciles de adaptar al ambiente	14
1.2. Características técnicas que definen un radiador	15
1.2.1. Potencia EN 442	15
1.2.2. Exponente de la curva característica	15
1.2.3. Distribución entre radiación y convección	16
1.3. Tipología	17
1.3.1. Radiadores de panel de acero	17
1.3.2. Radiadores de aluminio	17
1.3.3. Radiadores de hierro fundido	18
1.3.4. Radiadores de diseño	19
1.3.5. Toalleros de diseño	19
1.3.6. Convectores bimetálicos	20
1.4. Resumen	21
<b>2. RADIADORES: EMISORES DE CALOR IDEALES PARA INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN EFICIENTES</b>	<b>25</b>
2.1. Tendencias y necesidades de mercado	25
2.2. Dimensionado de instalación por radiadores para baja temperatura	27
2.3. Comportamiento de los radiadores trabajando en instalaciones de baja temperatura	30
2.4. Correcta ubicación de los radiadores	31
2.5. Ventajas de uso de radiadores en instalaciones de baja temperatura	32
2.6. Resumen	34





<b>3.</b>	<b>CALDERAS DE CONDENSACIÓN CON RADIADORES A TEMPERATURA VARIABLE</b>	<b>39</b>
3.1.	Eficiencia energética y normativa	39
3.2.	La caldera de condensación. Aumento del rendimiento	40
3.3.	La caldera de condensación. El intercambiador condensante	41
3.4.	La caldera de condensación. Compromiso con el medio ambiente	43
3.5.	Ahorro energético del conjunto caldera de condensación y radiadores a temperatura variable	43
3.6.	Adaptabilidad de la caldera de condensación en obra nueva con radiadores	45
3.7.	Adaptabilidad de la caldera de condensación para renovación con radiadores	46
3.8.	Alta y baja temperatura	47
3.9.	Temperatura variable. Sonda exterior	49
3.10.	Temperatura variable. Termostatos modulantes	50
3.11.	Resumen	51
<b>4.</b>	<b>BOMBAS DE CALOR Y RADIADORES</b>	<b>55</b>
4.1.	Bomba de calor	55
4.2.	Ejemplo práctico	58
4.3.	Bomba de calor y emisores de calor	60
4.4.	Resumen	65
<b>5.</b>	<b>CONSEJOS PARA EL AHORRO DE COMBUSTIBLE</b>	<b>69</b>
5.1.	Introducción	69
5.2.	Temperatura de consigna	69
5.2.1.	Temperatura de caldera o de calefacción	70
5.2.2.	Temperatura de agua caliente sanitaria	71
5.2.3.	Temperatura de ambiente	72
5.3.	Programación horaria	73
5.4.	Actuación sobre los emisores	74
5.5.	Renovación de aire	75
5.6.	Usos del agua caliente sanitaria	77

# P RESENTACIÓN

Los sistemas de climatización son los mayores consumidores de energía dentro de los edificios, llegando a representar hasta el 50 por ciento de la factura energética. El sector residencial consume, aproximadamente, la cuarta parte de toda la energía demandada, estimándose que el potencial de ahorro está entre el 20% y el 40%.

La eficiencia de estos sistemas depende en gran medida del cuidado con el que hayan sido dimensionados, instalados y utilizados. Un sistema infradimensionado no permitirá garantizar las prestaciones solicitadas, y un sistema sobredimensionado será demasiado caro de adquirir y de utilizar.

La buena climatización de una estancia depende de una larga lista de factores, en los que algunos de ellos pueden ser muy variables, como el factor humano, y otros dependen de las características tecnológicas de los equipos utilizados, como es el tipo de emisor instalado.

Los elementos emisores más empleados en las viviendas son los radiadores, los cuales transmiten al ambiente el calor producido en la caldera a través de su superficie de intercambio, al circular el agua caliente por el interior de los mismos. Esta transmisión de calor se produce tanto por radiación como por convección.

Los radiadores son elementos eficientes, adaptables tanto en espacio como por las diferentes condiciones ambientales, de alta velocidad de respuesta, además de capaces de admitir mejoras tecnológicas como son las válvulas con cabezal termostático.

Los radiadores, trabajando a baja temperatura con generadores de alto rendimiento (habitualmente, calderas de condensación) consiguen una mejor eficiencia energética. No hay que olvidar que los sistemas de calefacción modernos no se contemplan como instalaciones aisladas, sino como sistemas globales complementarios entre sí, de forma que los ahorros energéticos de cada componente se consiguen optimizar cuando éstos están ajustados con precisión.





## Guía sobre las claves para la optimización de las instalaciones de calefacción individuales

Con la publicación de esta **Guía sobre las claves para la optimización de las instalaciones de calefacción individuales. Eficiencia energética y máximo confort con radiadores**, elaborada por la Asociación de Fabricantes de Generadores y Emisores de Calor por Agua Caliente (FEGECA), se pretende ilustrar de forma comprensible y útil las características y beneficios de los radiadores para la calefacción de edificios de viviendas.

**D. Carlos López Jimeno**

Director General de Industria, Energía y Minas  
Consejería de Economía y Hacienda  
Comunidad de Madrid

## INTRODUCCIÓN

Casi la mitad de la energía que gastan las familias españolas se destina a calentar sus viviendas.

Como componentes esenciales de una instalación de calefacción, los radiadores son la mejor respuesta a los criterios de elección de un sistema de calefacción.

Los radiadores, trabajando a baja temperatura con generadores de alto rendimiento (calderas de baja temperatura, calderas de condensación, bombas de calor, energía solar térmica, sistemas de energía geotérmica, etc.), permiten incrementar el ahorro de energía en las instalaciones existentes y ofrecen la solución económicamente más competitiva para las viviendas de nueva construcción.

Los radiadores desempeñan un papel fundamental en la eficiencia y confort de una instalación de calefacción por las siguientes razones:

- **Eficiencia.** La gran adaptabilidad de su potencia emitida, que está en función de la temperatura media del radiador, les da la capacidad de funcionar con una caldera de condensación o incluso una bomba de calor aire-agua, lo que facilita la sustitución de los equipos generadores por otros de mayor eficiencia sin necesidad de cambiar los radiadores instalados.
- **Confort estético.** La extensa gama de radiadores disponibles en el mercado permite la total adaptación a cualquier espacio o diseño de la estancia.
- **Confort funcional.** Amplia adaptación a cualquier ambiente: toalleros, radiadores verticales, decorativos, etc. El confort térmico no está reñido con el diseño más actual.
- **Amplia gama de acabados:** aluminio, chapa de acero, tubo de acero, hierro fundido, etc.
- **Respeto al medio ambiente.** Construidos con materiales 100% reciclables.
- **Ecológicos.** Los radiadores, junto con equipos generadores de alta eficiencia (calderas de condensación, bombas de calor), al-





canzan un mayor ahorro de energía y menores emisiones de CO<sub>2</sub> respecto a los demás equipos emisores de calor.

- Posición inteligente. Instalándolos bajo ventana, los radiadores aportan la mejor solución a las nuevas exigencias de confort y ahorro de energía:
  - Ahorro de espacio útil.
  - Compensación del efecto «pared fría».
  - Ganancia de 0,5° C sobre la temperatura de consigna, gracias a la mayor distribución de calor en toda la estancia.
  - Uso de válvulas termostáticas (de obligado cumplimiento según RITE (I.T.E.1.2.4.3.2)). Aporta confort térmico y ahorro energético hasta un 15%, puesto que la temperatura de cada estancia es siempre constante.
  - Mínimo espacio ocupado. Por su baja inercia térmica, los radiadores con válvulas termostáticas se dimensionan para la aportación de energía óptima y permiten adaptarse rápidamente a los aportes gratuitos de calor (temperatura exterior, número de personas en la sala, segunda vivienda, etc.).
  - Seguridad. La experiencia de millones de radiadores instalados son la mayor garantía de fiabilidad del producto.

# 1

## TIPOLOGÍA DE RADIADORES



Existen diferentes tipos y versiones de radiadores de agua caliente en el mercado.

Aunque el objetivo de todos ellos es cumplir funciones muy parecidas, se diferencian entre ellos por sus características, como materiales, formas, temperaturas óptimas de trabajo, etc.

Gracias a la amplia gama de radiadores existente en el mercado podremos elegir el radiador óptimo en cada situación en función de las características que estemos buscando.

### 1.1. CARACTERÍSTICAS COMUNES A TODOS LOS RADIADORES

#### 1.1.1. Se alimentan por agua caliente

Hoy en día existen en el mercado muchas opciones para generar agua caliente, como puede ser mediante calderas, bombas de calor, calderas de biomasa, etc. Todos estos sistemas son perfectamente compatibles con una calefacción por radiadores.

#### 1.1.2. Emisión certificada EN 442

La EN 442 es la normativa europea que establece la potencia o emisión térmica de un radiador. La norma define en qué condiciones de trabajo debe ser testado un radiador y publicar de esta manera la potencia emitida por cualquier radiador en unas condiciones estándar. Estas condiciones de trabajo son un salto térmico de 50° C ( $\Delta T = 50$  K), es decir, una temperatura de impulsión de agua al radiador de 75° C y una temperatura de retorno de 65° C, para mantener una temperatura ambiente de 20° C.



### **1.1.3. Emiten calor por radiación y convección**

Las modalidades en las que un radiador intercambia calor con el ambiente son principalmente dos: por convección y por radiación. La proporción entre estas dos modalidades varía en función del radiador.

### **1.1.4. Mayor confort**

Dado el equilibrio existente entre la radiación y convección, los radiadores proporcionan un mayor confort en comparación con otros sistemas de calefacción por aire. Los sistemas de climatización que basan el 100% de su emisión en forma de aire caliente, generan más molestias y menor sensación de confort debido a la estratificación y a los movimientos de aire. La calefacción por radiadores, en cambio, al tener una parte de su emisión en forma de radiación (en mayor o menor proporción en función del modelo), aumenta la sensación de confort.

### **1.1.5. Tienen una alta velocidad de respuesta**

La alta velocidad de respuesta viene dada por la baja inercia térmica que presentan generalmente los radiadores. Hay que diferenciar obviamente la velocidad de respuesta en función del material del radiador. Esta rápida respuesta se hace aún más notable si se compara con un sistema de calefacción mediante suelo radiante.

### **1.1.6. Muy fáciles de adaptar al ambiente**

Las múltiples opciones que presentan los radiadores en cuanto a forma, color y diseño, hacen de éstos un sistema de fácil adaptación en los diferentes ambientes.

Generalmente, en el mercado encontramos radiadores con medidas estándar predefinidas o pueden ser fabricados a medida para adaptarse aún mejor al ambiente.

## 1.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS QUE DEFINEN UN RADIADOR

### 1.2.1. Potencia EN 442

Un radiador no emite «más» que otro, su emisión depende de su tamaño y forma. La emisión del radiador debe ser medida siempre en un laboratorio independiente certificado acorde al sistema de temperaturas que contempla la norma EN 442, con unas condiciones de temperatura estándar de 75/65/20° C, es decir,  $\Delta T = 50$  K.

De esta manera, todos los radiadores emiten una potencia en las mismas condiciones de trabajo. Si la temperatura de trabajo de un radiador es distinta a la descrita por la norma, por ejemplo si se trabaja con una bomba de calor o caldera de baja temperatura, se debe realizar una corrección de la emisión del radiador según la norma EN 12831 en base a la potencia emitida con el estándar EN 442 y a la curva característica del radiador, que se expresa mediante un exponente que es diferente en cada modelo de radiador.

La modificación del RITE de Abril de 2013 nos obliga ahora a calcular los radiadores con una temperatura media de 60° C, es decir, con  $\Delta T = 40$  K.

### 1.2.2. Exponente de la curva característica

La curva característica de un radiador viene marcada por el exponente del mismo, que indica cómo se comporta cuando trabaja a distintas temperaturas de impulsión y retorno de agua.

En función de la geometría del radiador y de la proporción de calor emitida entre radiación y convección, el radiador tiene un comportamiento diferente a mayor o menor temperatura. Generalmente, al aumentar la temperatura de impulsión de agua de un radiador, éste no aumenta su emisión de manera lineal (proporcional) sino que lo hace de manera exponencial.





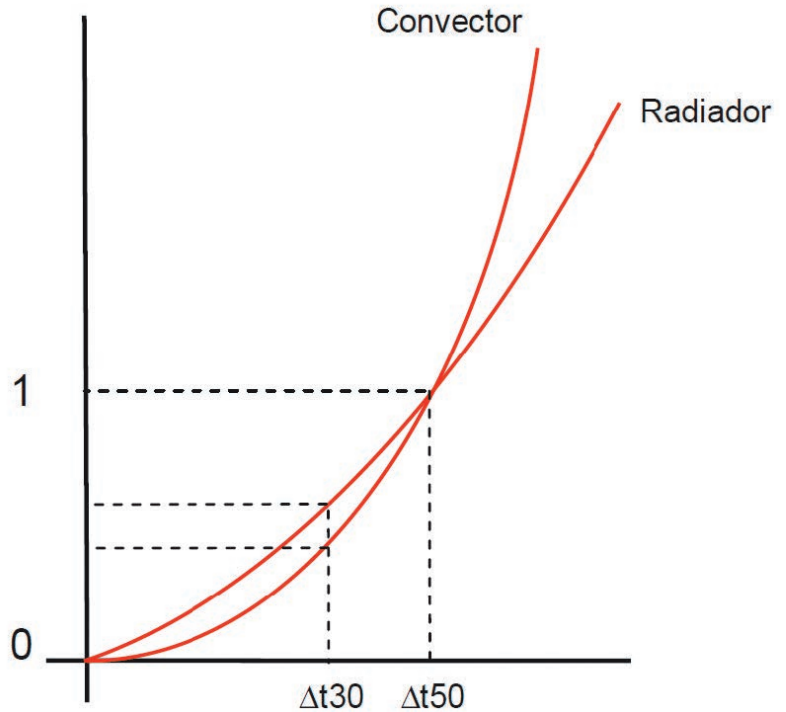


Figura 1.1. Curva característica del comportamiento de un radiador.

### 1.2.3. Distribución entre radiación y convección

En función de la tipología de un radiador la emisión por radiación o convección variará.

Los radiadores con más aperturas y elementos aleteados proporcionan mayor calor en forma de convección (aire caliente) y los radiadores más lisos y con mayores superficies generalmente tienen mayor proporción de radiación.

Los radiadores con mayor porcentaje de radiación mantienen mejor la emisión cuando trabajan a baja temperatura, al contrario que los que emiten más por convección, que bajan más su rendimiento. Por otro lado, los radiadores con más convección aumentan en mayor medida el rendimiento cuando trabajamos a temperaturas de agua mayores, a diferencia de los que emiten más radiación que aumentan el rendimiento de manera más suave.

## 1.3. TIPOLOGÍA

### 1.3.1. Radiadores de panel de acero



Foto 1.1. Radiadores de panel de acero.

- Están formados por paneles de chapa.
- Disponen de aletas traseras y permiten la posibilidad de estructuras dobles.
- Los frontales pueden ser lisos o acanalados.
- Potencias certificadas en EN 442.
- Exponentes entre 1,30 y 1,32.
- Presentan una buena relación radiación-convección.
- Existe una amplia gama de paneles estándar.
- Tienen una muy alta velocidad de respuesta.

### 1.3.2. Radiadores de aluminio



Foto 1.2. Radiadores de aluminio.





## Guía sobre las claves para la optimización de las instalaciones de calefacción individuales

- Están formados por elementos de aluminio.
- Los frontales pueden ser abiertos o cerrados.
- Potencias certificadas en EN 442.
- Exponentes entre 1,30 y 1,34.
- Presentan una buena relación radiación-convección.
- Tienen una muy alta velocidad de respuesta.

### 1.3.3. Radiadores de hierro fundido



Foto 1.3. Radiadores de hierro fundido.

- Están formados por elementos de hierro fundido.
- Con estética retro o frontal moderno.
- Potencias certificadas en EN 442.
- Exponentes entre 1,26 y 1,31.
- Presentan una muy buena relación radiación-convección.
- Tienen una velocidad de respuesta media.

### 1.3.4. Radiadores de diseño



Foto 1.4. Radiadores de diseño.

- Están formados por tubos de acero soldados.
- Permiten una multitud de diseños y fabricación a medida.
- Permiten alturas y longitudes de hasta 6 metros.
- Potencias certificadas en EN 442.
- Exponentes entre 1,20 y 1,32.
- Presentan una excelente relación radiación-convección.
- Tienen una muy alta velocidad de respuesta.

### 1.3.5. Toalleros de diseño



Foto 1.5. Toalleros de diseño.

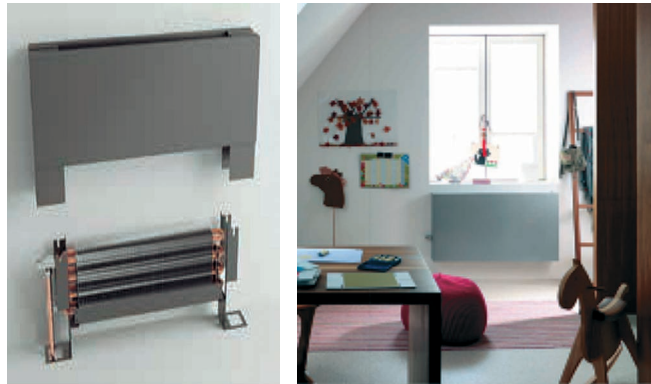




## Guía sobre las claves para la optimización de las instalaciones de calefacción individuales

- Están formados por tubos de acero soldados.
- Permiten una multitud de diseños.
- Potencias certificadas en EN 442.
- Exponentes entre 1,23 y 1,28.
- Presentan una excelente relación radiación-convección.
- Tienen una muy alta velocidad de respuesta.

### 1.3.6. Convectores bimetálicos



**Foto 1.6.** Convectores bimetálicos.

- Están formados por una carcasa con un convector en el interior.
- Potencias NO certificadas en EN 442 (producto fuera de la Norma EN).
- Exponentes mayores de 1,35.
- Casi exclusivamente convección.
- Tienen una muy alta velocidad de respuesta.
- Presentan la posibilidad de refrescamiento.

## 1.4. RESUMEN

- Todos los radiadores son válidos para trabajar a baja temperatura.
- Casi todos los radiadores están certificados EN 442, la potencia está garantizada.
- Mayor confort por su alta velocidad de respuesta.
- Menor consumo por su facilidad de regulación.
- Muy fáciles de adaptar en el ambiente.
- Muy alta gama donde escoger.





Calefacción

Refrigeración

Aire fresco

Aire limpio

**Zehnder nova.** Clásico, contemporáneo o moderno, de poca profundidad y con una gran variedad de modelos y colores, el panel radiante Zehnder Nova encaja prácticamente con cualquier estilo de vida.

- Bajo contenido en agua
- Recomendado para sistemas de baja temperatura
- Alto rendimiento

[www.zehnder.eu](http://www.zehnder.eu) · T 902 106 140

always  
around you

**zehnder**



## RUNTAL COSMOPOLITAN

KING & MIRANDA

Con sus líneas marcadas, RUNTAL COSMOPOLITAN se presenta como un radiador de diseño con carácter. Barcelona, Berlín, Milán, París, Varsovia o Zúrich: RUNTAL COSMOPOLITAN se integra discretamente en todo tipo de ambientes, dando un toque personal a cada espacio.

El acierto en la paleta de colores disponibles unido a la disposición de los tubos planos proporcionan una gran libertad en el diseño interior y facilitan la expresión de la personalidad de cada proyecto. El perfil triangular de RUNTAL COSMOPOLITAN cautiva por su amplio marco que desciende de forma lateral dándole al radiador un efecto tridimensional característico. Su amplia superficie hace posible una radiación térmica eficaz y excelente, proporcionando una atmósfera agradable en toda la estancia.

Al final, la alianza del diseño y la funcionalidad se manifiestan en la selección acertada de los accesorios. RUNTAL COSMOPOLITAN, el diseño del mundo.





# 2

## RADIADORES: EMISORES DE CALOR IDEALES PARA INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN EFICIENTES



### 2.1. TENDENCIAS Y NECESIDADES DE MERCADO

En estos últimos años, por múltiples motivos, se han constatado unas tendencias de mercado que pasamos a resumir:

- **Mayor compromiso con el medio ambiente**, que se ha reflejado de forma clara en:
  - Normativa más restrictiva en cuanto a exigencia de rendimientos y emisiones. Necesidad de cumplir con el denominado Plan 20/20/20 que, como resumen, es el compromiso a nivel europeo que para el año 2020 existe: reducción de los gases de efecto invernadero en un 20%, incremento de la cuota de energías renovables dentro del consumo energético en un 20% e incremento de la eficiencia energética en un 20%.



Figura 2.1. Compromiso europeo para el año 2020.



Esto ha llevado a una serie de normativa tanto de nivel Europeo (ErP) como nacional (RITE, CTE, etc.), en la que se marca de forma clara y precisa una exigencia elevada de rendimientos (como, por ejemplo, nuestro actual RITE, donde para calderas a gas de nueva construcción sólo es posible instalar calderas de condensación) y una baja emisión de partículas contaminantes, obligando en muchos casos a la instalación de calderas Clase 5 en emisiones de NOx.

- Obligatoriedad del uso de energías renovables. De nuevo la normativa ha sido un factor fundamental al forzar al uso, por ejemplo, de energía solar.
- La mayor concienciación de toda la sociedad, debido a que, por un lado, nos hemos dado cuenta que al ritmo actual de emisiones de partículas contaminantes a la atmósfera tendríamos un grave problema en un espacio breve de tiempo, y, por otro, hemos visto que el actual gasto generado en combustible podría disminuirse de forma significativa con las nuevas tecnologías, y en épocas de crisis el ahorro en todas las parcelas es muy importante. Aquí ha ayudado mucho que desde la Administración Central y Autonómica haya existido un verdadero esfuerzo tanto normativo como de subvenciones y Planes Renove para encauzar las instalaciones de calderas a productos con una mayor eficiencia energética y una menor emisión de partículas contaminantes.
- **Aumento de las necesidades de confort.** La sociedad está evolucionando de forma rápida, y ya nos hemos acostumbrado a unos estándares de confort muy altos a los cuales no estamos dispuestos a renunciar. Esto implica que nuestra instalación de calefacción tendrá que satisfacer las necesidades de confort de nuestro usuarios, ya no sólo consiguiendo una temperatura de confort, si no haciéndolo en un tiempo mínimo, con un consumo bajo y con un aporte estético importante.
- **La aparición de una nueva generación de generadores de calor:** Clase 5 en emisiones de NOx, baja temperatura, condensación, calderas estándar de alta eficiencia energética, etc. Todo lo expuesto anteriormente ha supuesto un cambio tremendo tanto en la tipología de los generadores de calor instalados como en la propia tipología de instalación. Por ejemplo, cuando en el año 2007

en España la venta de calderas de condensación era meramente simbólica, en el año 2015 serán con diferencia la tipología de calderas más vendidas en el mercado. Lo mismo ha ocurrido con el incremento de instalaciones de baja temperatura. Todo para conseguir ese mayor rendimiento y, por lo tanto, ahorro en combustible y una disminución importante en la emisión de partículas contaminantes.

Por todo lo comentado, se han creado unas nuevas necesidades en el sector:

- 1. Necesidades de trabajar en instalaciones de baja temperatura,** una vez visto y confirmado que las mejores condiciones para trabajar son en instalaciones de baja temperatura, tanto por ahorro de combustible como por confort.
- 2. Necesidad de adaptar los componentes básicos de la instalación a esa baja temperatura,** es decir, tanto la propia tipología de instalación (instalación de emisores dimensionados para trabajar en baja temperatura), como los componentes que la forman (calderas previstas para trabajar en instalaciones de baja temperatura) se deben plantear, diseñar y elegir para las nuevas condiciones de trabajo.

## **2.2. DIMENSIONADO DE INSTALACION POR RADIADORES PARA BAJA TEMPERATURA**

A la hora de diseñar y realizar de forma correcta el dimensionado de la instalación de radiadores en baja temperatura, primero debemos revisar qué nos exige la normativa vigente. En el R.I.T.E:

IT 1.2.4.1.2. Generación de Calor:

IT 1.2.4.1.2.1. Requisitos mínimos de rendimientos energéticos de los generadores de calor.

9. Los emisores deberán estar calculados para una temperatura media de emisor de 60° C como máximo.

Es decir, ya nos indican cómo calcular la instalación de radiadores para aprovechar al máximo el alto rendimiento de las nuevas calderas de condensación.



## Ejemplo de dimensionado

Instalación a baja temperatura con temperatura ida de 70° C y temperatura retorno de 50° C (temperatura media de radiador 60° C, tal y como nos indica el RITE, y por lo tanto, salto térmico en el conjunto de la instalación de  $\Delta T$  40° C).

Entraríamos en las tablas del fabricante de radiadores y seleccionaríamos los radiadores adecuados a la demanda.

Comprobaríamos que la emisión térmica es alrededor de un 25% menor que la calculada con el salto térmico exigido por la UNE EN 442.

¿Qué debemos hacer entonces? ¿Sobredimensionar el número de elementos de radiador?

El problema en este planteamiento es que parece que vamos a colocar muchos más números de elementos de radiador de los que hasta ahora estábamos acostumbrados a manejar.

Pero lo primero que debemos hacer es pararnos a pensar que también hubo un cambio normativo importante con la entrada del C.T.E.

Las exigencias en aislamientos y cerramientos entre el C.T.E-HE 1 y las NBE-CT 79 generan que, a igualdad de condiciones (superficie, orientación, localidad, etc.), la potencia calorífica a instalar se ha visto reducida en un 38,4%, como mínimo.

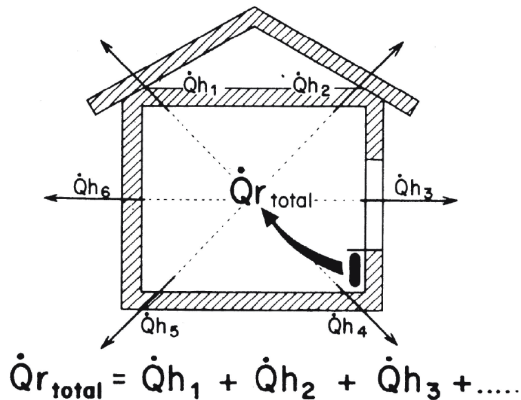


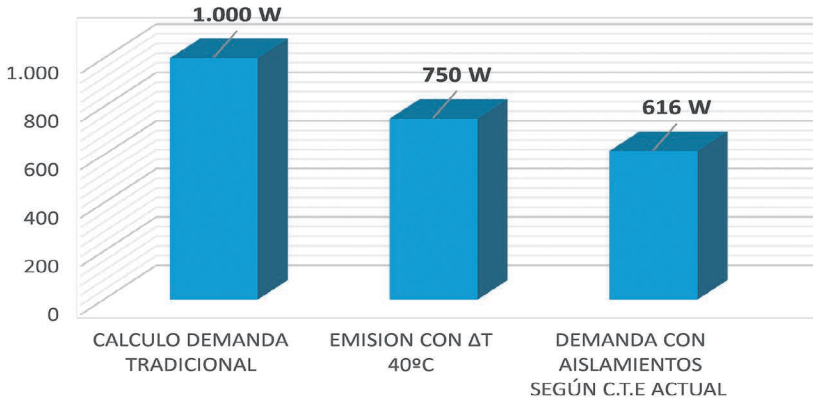
Figura 2.2. Potencia calorífica.

**Radiadores: emisores de calor ideales para instalaciones de calefacción eficientes**

La influencia en el dimensionamiento de la instalación de las exigencias de aislamiento del C.T.E. se observan en la Fig. 2.3.



**DIMENSIONAMIENTO CON C.T.E. & NBE-CT 79**



**Figura 2.3.** Dimensionamiento de la instalación.

Es decir, respecto al número de elementos de radiador al que estábamos acostumbrados a instalar, no sólo no tenemos que incrementar el número de elementos por trabajar con las nuevas condiciones marcadas por el RITE para adaptarnos a esas nuevas condiciones de baja temperatura, si no que podríamos reducir el número de elementos.

En la Tabla 2.1 se representa este menor número de elementos para una vivienda en Madrid de unos 120 m<sup>2</sup>:

**TABLA 2.1.**

	NECESIDADES NBE CT 79:10.800 W			NECESIDADES C.T.E: 6.653 W		
		ALTURA (mm)			ALTURA (mm)	
TEMPERATURA ALTA	$\Delta T$ 50° C	600	91 elementos			
BAJA TEMPERATURA	$\Delta T$ 40° C	600	121 elementos	$\Delta T$ 40° C	600	75 elementos
BAJA TEMPERATURA	$\Delta T$ 40° C	700	105 elementos			



## Guía sobre las claves para la optimización de las instalaciones de calefacción individuales

Cuando antes instalábamos 91 elementos, ahora para adaptarnos a esas nuevas condiciones de instalación de baja temperatura instalaremos 75 elementos.

Además, debido a la amplitud de oferta de radiadores, tanto en alturas como en longitudes y fondos, es sumamente sencillo adaptarse a cualquier necesidad de emisión térmica y espacio disponible.

En cuanto al rango de temperaturas de trabajo de los radiadores, se pueden hacer los siguientes comentarios:

- El radiador NO tiene ninguna limitación de trabajo en cuanto a temperaturas de entrada y salida.
- Por este motivo, es perfectamente adaptable sin ningún inconveniente en instalaciones previstas para trabajar con baja temperatura.
- Únicamente, como ya hemos visto, debemos confirmar la emisión térmica para el  $\Delta T$  con el que queramos trabajar.
- Para realizar este cálculo, es sumamente sencillo, ya que todos los fabricantes ofrecen la denominada «Ecuación Característica» de cada modelo:

$$\text{Potencia} = K_m \times \Delta T^n$$

dando los valores de  $K_m$  y  $n$  en las tablas de datos técnicos de los propios radiadores, con lo que es sumamente sencillo determinar la potencia para cada salto térmico deseado.

### **2.3 COMPORTAMIENTO DE LOS RADIADORES TRABAJANDO EN INSTALACIONES DE BAJA TEMPERATURA**

Al trabajar en instalaciones de baja temperatura, provocamos que la emisión por radiación sea mucho mayor respecto a su emisión por convección:

## Radiadores: emisores de calor ideales para instalaciones de calefacción eficientes

- Mayor sensación de confort, al evitar corrientes de aire y mejorar la sensación térmica.
- Aumento de rendimiento sobre los convectores puros.

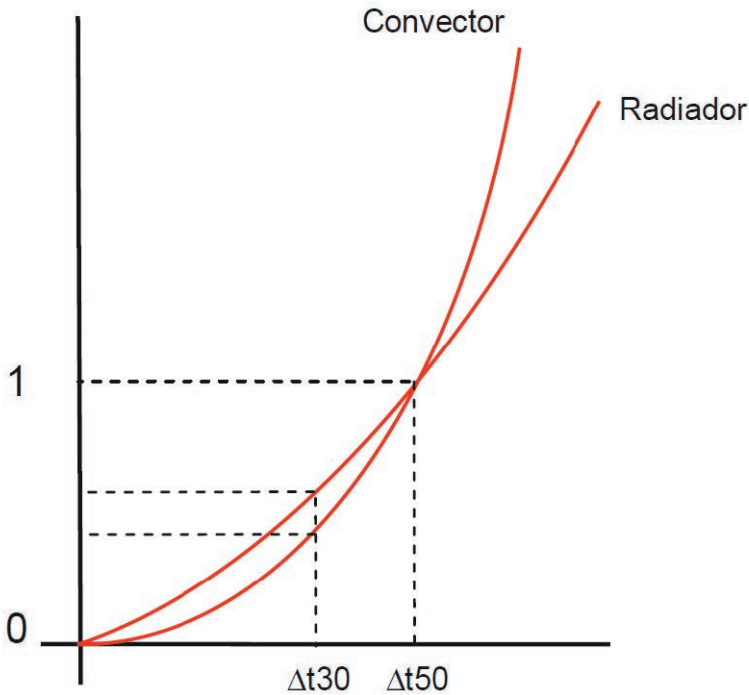


Figura 2.4. Curva característica del comportamiento de un radiador.

## 2.4 CORRECTA UBICACIÓN DE LOS RADIADORES

Otro de los aspectos importantes a tener en cuenta es la ubicación de los radiadores, ya que, de esta forma, podremos aprovechar todo su potencial.

La instalación ideal es bajo ventana, evitando el efecto de pared fría:

- Consiguiendo ahorros de energía de hasta un 5%.
- Ganancias de hasta  $0,5^{\circ}\text{C}$  en temperatura ambiente.
- Mayor confort debido a una mejor distribución de la temperatura.



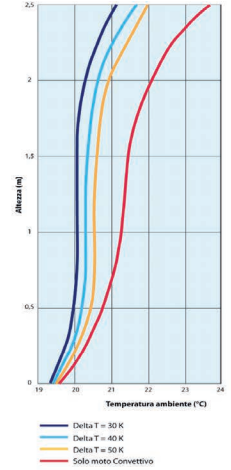
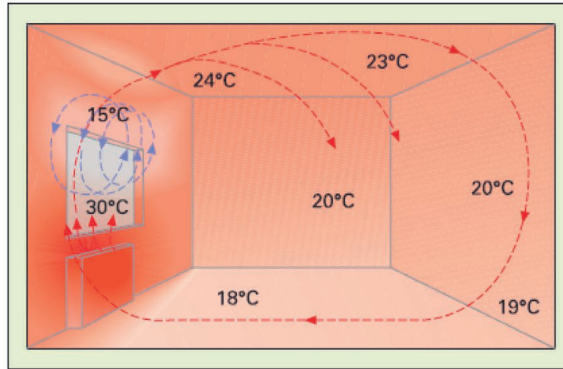


Figura 2.5. Temperatura ambiente.

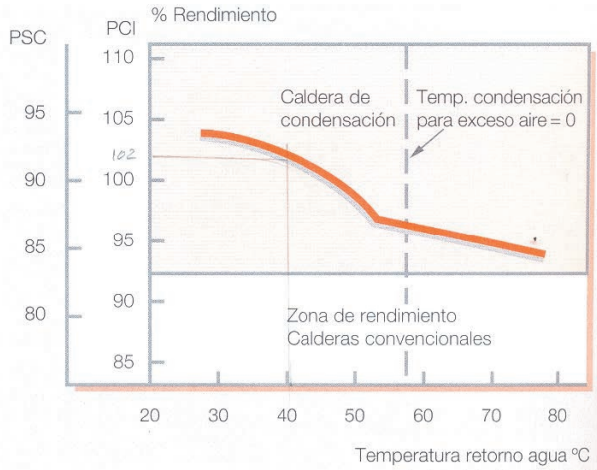
Muy importante resaltar que el uso de válvulas termostáticas en cada radiador permite ahorros de hasta un 15% debido al control de la temperatura por estancia de forma individual y constante (de obligado cumplimiento su instalación según R.I.T.E, ITE 1.2.4.3.2).

## 2.5 VENTAJAS DE USO DE RADIADORES EN INSTALACIONES DE BAJA TEMPERATURA

Son muchas las ventajas de trabajar con radiadores en cualquier instalación de calefacción, por eso la gran importancia de este producto en el mundo de la calefacción actual, pero serán aún más importantes en la nueva tipología de instalación de baja temperatura por muchos motivos, entre los que se encuentran:

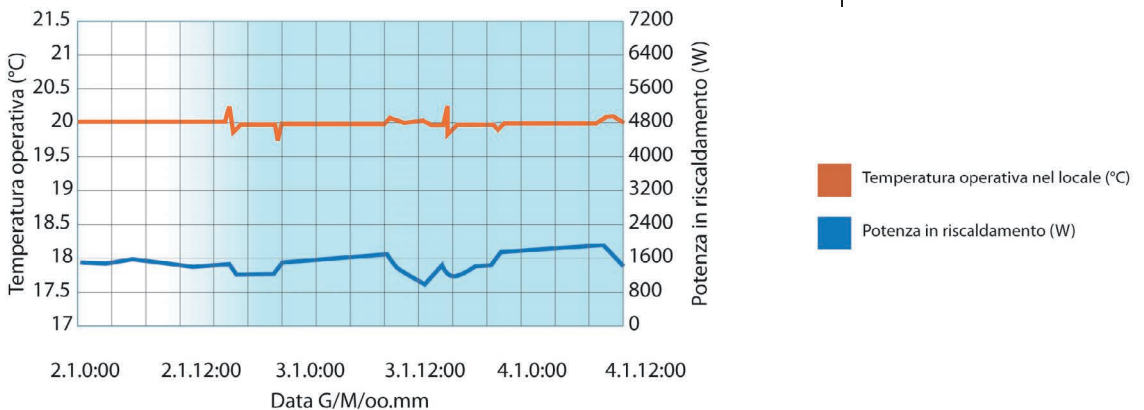
- **Ideales para adaptarse a calderas de nueva generación.** Máximo aprovechamiento de las nuevas tecnologías de calderas, sobre todo de baja temperatura y condensación, con rendimientos superiores al 100% sobre el P.C.I trabajando en instalaciones de baja temperatura por radiadores.

**Radiadores: emisores de calor ideales para instalaciones de calefacción eficientes**



**Figura 2.6.** Rendimiento de la caldera en instalaciones de baja temperatura por radiadores.

- **Baja inercia térmica.** Genera menores consumos y mayor confort, ya que se adaptan de forma mucho más rápida y precisa a los cambios de temperatura en el interior de la vivienda, por ejemplo por mayor presencia de gente o por radiación solar, lo que lo hace un sistema ideal además para viviendas de segunda residencia o de fin de semana.



**Figura 2.7.** Baja inercia térmica.





- **Facilidad de adaptarse a cada tipología de instalación.** Por diversos motivos, como son:
  - Diferentes tipos de materiales constructivos (aluminio, chapa de acero, hierro fundido, etc.).
  - Flexibilidad en la elección de las medidas de radiador a incorporar, tanto por altura, anchura o fondo, por lo que siempre se pueden adaptar al espacio disponible.
  - Amplio abanico de soluciones estéticas: acabados, formas, colores, etc.
  
- **Respeto por el medio ambiente:**
  - Los radiadores están contruidos con materiales 100% reciclables.
  
- **Rápida, sencilla y económica instalación:**
  - Instalación fácil y mantenimiento sencillo, accesible y cómodo.
  - Ideal para reformas y adaptaciones especiales.
  
- **Amplia experiencia en instalaciones:**
  - Más de 100 años diseñando, fabricando e instalando radiadores.

## 2.6 RESUMEN

Como ha quedado demostrado a lo largo de este capítulo, el uso de radiadores en combinación con calderas de alta eficiencia energética (baja temperatura o condensación) genera grandes ahorros de combustible, una importante disminución de partículas contaminantes a la atmósfera y un aumento considerable del confort.

### Radiadores: emisores de calor ideales para instalaciones de calefacción eficientes

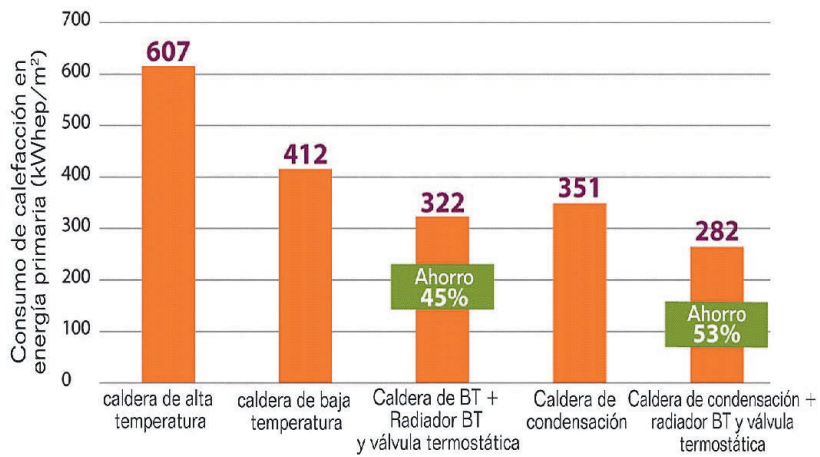


Figura 2.8. Ahorro en los consumos.



# NUEVAS BlueHelix WI-FI

Calderas murales de condensación con

**CRONOTERMOSTATO INTELIGENTE.**



*La primera caldera del mercado  
que puedes controlar desde  
cualquier lugar del mundo.*

**Ahora  
TÚ tienes el  
CONTROL**

Control a través de internet  
con smartphone, tablet o PC

Available on the  
**App Store**

ANDROID APP ON  
**Google play**

# ferrolí

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

Tu marca ***premium***  
a la vanguardia de las  
últimas innovaciones.

# ***RADIADORES***

*Emisores de calor ideales para instalaciones de calefacción eficientes.*

*Ahorra hasta un 30% en combustible  
y un 80% en emisiones contaminantes.*



## **Alta eficiencia:**

Garantizan el máximo aprovechamiento de las nuevas generaciones de calderas trabajando a baja temperatura.

## **Menor coste de la instalación:**

Representan la opción más versátil y económica para reposición de sistemas de calefacción de alta eficiencia.

**ferroli**

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



# 3

## CALDERAS DE CONDENSACIÓN CON RADIADORES A TEMPERATURA VARIABLE



### 3.1. EFICIENCIA ENERGÉTICA Y NORMATIVA

En las últimas modificaciones al RITE se han ido introduciendo cambios en la normativa en busca de la eficiencia energética en las instalaciones de calefacción.

Concretamente, el Real Decreto 238/2013 del mes de abril de 2013, establece unas pautas en busca de exigir generadores con mayor eficiencia en cuanto a rendimientos y menores emisiones contaminantes. También establece importantes modificaciones en cuanto al cálculo de emisores (radiadores), y establece cómo serán los sistemas de control en los edificios de nueva construcción.

Algunas de estas modificaciones del RITE, ya en vigor, son las siguientes:

En edificios de nueva construcción, las calderas de gas para calefacción deberán cumplir unos requisitos mínimos (solicitud de licencia de obra posterior a 15 de abril de 2013).

1. *Rendimiento a potencia nominal y una temperatura del agua en la caldera a 70° C:  $n \geq 90 + 2 \log P_n$ .*
2. *Rendimiento a carga parcial de 0,3Pn y a una temperatura de retorno de 30° C:  $n \geq 97 + \log P_n$ .*

Estos rendimientos solamente pueden cumplirlos las **calderas de condensación**.

En obra nueva, por lo tanto, cambia la pauta para las calderas de gas y se instalarán de condensación al entrar en vigor el Real Decreto





238/2013 por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del RITE.

Con la entrada en vigor de este Real Decreto cualquier sustitución o reposición de generación de calor o frío se considera reforma.

En cuanto a los **sistemas de regulación y control** de la calefacción en edificios de nueva construcción, también hay un cambio importante. La normativa ahora mismo exige que la temperatura de los emisores se adapte a la demanda energética y a las condiciones climáticas. Esto se consigue por medio de sonda exterior de compensación de temperatura y/o termostatos de ambiente modulantes.

Un punto muy importante es el cálculo de emisores. Los radiadores se calcularán para una temperatura media de emisor de 60° C máximo, lo que supone un salto térmico  $\Delta T = 40^\circ \text{C}$ .

A corto plazo, la normativa continuará evolucionando en busca de la eficiencia energética y en 2015 entrará en vigor en toda Europa la nueva directiva *Energy Related Product*, conocida ya como ErP, con nuevas exigencias para la calefacción.

### **3.2. LA CALDERA DE CONDENSACIÓN. AUMENTO DEL RENDIMIENTO**

Las calderas de condensación han supuesto un cambio importante en los generadores a gas, los más utilizados en calefacción.

El aumento del rendimiento proviene del aprovechamiento que hacen estos generadores de los humos de la combustión. Existe un alto contenido en vapor de agua en los humos resultantes de la combustión que supone una energía interesante.

Las calderas tradicionales expulsan el humo a alta temperatura, por encima de los 100° C, con el consiguiente desperdicio energético.

En las calderas de condensación, esa energía de los humos se utiliza para calentar el agua de retorno, haciendo condensar el humo



antes de ser expulsado, de forma que recuperan una energía que antes se desperdiciaba y se aumenta el rendimiento. Este tipo de calderas expulsa los humos a una temperatura de 45-50° C, después de haber intercambiado esa energía. Cuanto más baja es la temperatura de retorno de la calefacción más energía se recupera de los humos.

El futuro de la calefacción pasa por las mejoras de aislamiento en los edificios, como exige el CTE, los generadores de mayor rendimiento y los radiadores trabajando a temperatura variable. Los tres ingredientes son realidad y son ya factibles.

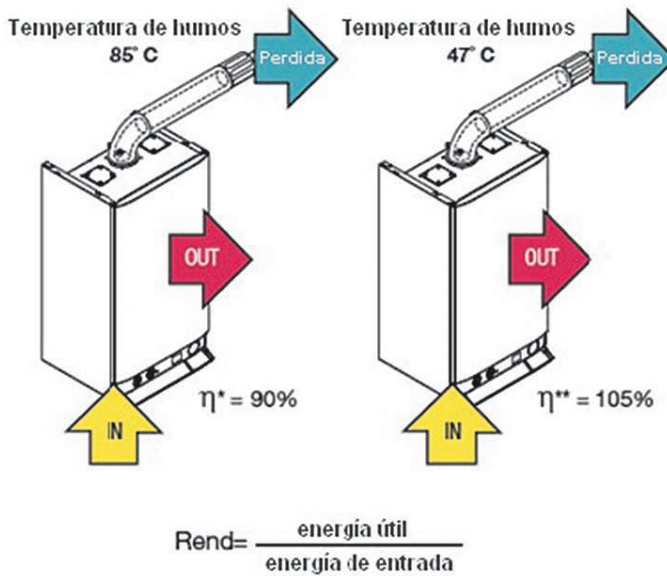


Figura 3.1. Rendimiento de la caldera. Izquierda: PCI; Derecha: PCS.

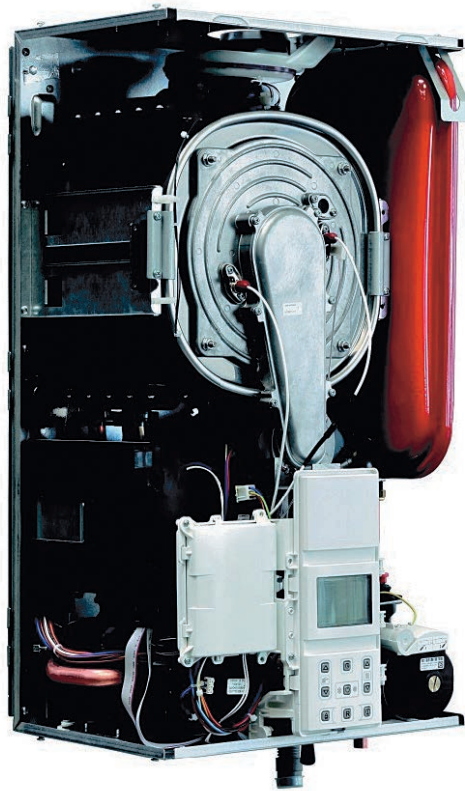
### 3.3. LA CALDERA DE CONDENSACIÓN. EL INTERCAMBIADOR CONDENSANTE

Tanto en las calderas convencionales como en las de condensación, el intercambiador de humos le roba el calor a los gases de la combustión para pasarlo al circuito de agua. En las calderas de condensación, este intercambio es tan intenso, que incluso llega a condensar el vapor de agua que contienen los productos de la combustión.



El rendimiento y el ahorro de gas es mayor si los radiadores trabajan a temperatura más baja, pues cuanto más baja es la temperatura que retorna a la caldera en el circuito de calefacción, más energía o calor le quitamos a los humos y más rendimiento conseguimos.

En este intercambio con los humos se produce condensación, por lo que este tipo de calderas van equipadas con un sifón de descarga de condensados que debe llevarse a un desagüe.



**Foto 3.1.** Interior de una caldera de condensación.

El agua de la condensación proviene de los gases de la combustión, haciendo que el agua no tenga un pH neutro. Es decir, el agua condensada tiene cierta acidez. En calderas de condensación a gas, el pH nunca llega a tener valores inferiores a 4,5. Esta acidez no produce ningún inconveniente.

No obstante, existen neutralizadores para evitar la acidez de los condensados. En viviendas habitualmente este líquido va a parar al mismo desagüe del lavavajillas o de la lavadora que desaguan un agua con pH básico que proviene del detergente y que neutraliza en parte la acidez de los condensados.

### **3.4 LA CALDERA DE CONDENSACIÓN. COMPROMISO CON EL MEDIO AMBIENTE**

Las calderas de gas tradicionales queman exceso de aire durante la combustión, lo que motiva unas elevadas emisiones de óxidos de nitrógeno, NOx, y dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, que son gases de efecto invernadero y que intervienen en el cambio climático.

En función de las emisiones contaminantes, las calderas se clasifican como Clase 5 (las que menos contaminan), Clase 4, Clase 3, etc.

Las calderas de condensación consiguen que la combustión sea con la mezcla idónea de aire-gas. Por este motivo, emiten menos gases contaminantes y se clasifican como calderas de Clase 5.

Estas calderas llevan un dispositivo denominado mixer que mezcla el aire y el gas a la entrada del ventilador reduciendo además ruidos. El ventilador, que es modulante, aparte de evacuar los productos de la combustión, envía al quemador la mezcla aire-gas idónea. Podemos afirmar que es una mezcla casi estequiométrica, sin exceso de aire, y por este motivo las emisiones de NOx y de CO<sub>2</sub> son bajas.

Existen otras calderas en el mercado con menor rendimiento que las de condensación, pero que también se clasifican como Clase 5. Son las llamadas calderas de bajo NOx. Son calderas que trabajan a alta temperatura y consiguen reducir las emisiones refrigerando el intercambiador primario, sin realizar una premezcla aire-gas.

### **3.5. AHORRO ENERGÉTICO DEL CONJUNTO CALDERA DE CONDENSACIÓN Y RADIADORES A TEMPERATURA VARIABLE**

Existe una fijación en el sector de la calefacción acerca de los radiadores, pues se identifica siempre el radiador con la alta temperatura.

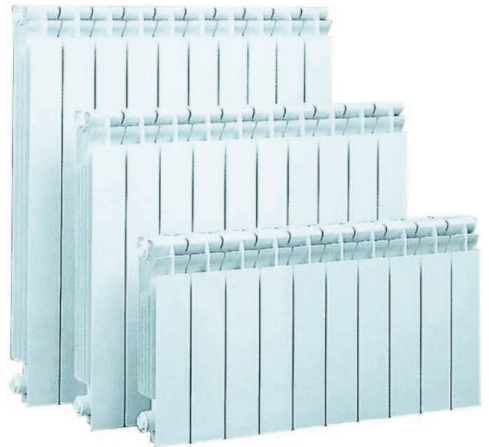




Hoy en día, el radiador es un emisor que puede trabajar a temperaturas variables, también a baja temperatura combinado con generadores como calderas de condensación.

Algunos valores de ahorro estimados por el IDAE acerca de las calderas de condensación y con radiadores a baja temperatura son los siguientes:

- Las calderas de condensación suponen un ahorro de un 15-20% frente a las tradicionales.
- Si utilizamos como elemento de control una sonda exterior, el ahorro frente a un generador tradicional puede ser de hasta el 30%.
- El conjunto de la caldera de condensación con radiadores trabajando a baja temperatura con válvulas termostáticas podría llegar al 40%.



**Figura 3.2.** Ahorro energético del conjunto caldera de condensación + radiador.

Además del ahorro energético, la caldera de condensación junto con los radiadores trabajando a temperatura variable y adecuados

sistemas de control (sonda exterior, termostato modulante, válvulas termostáticas) supone un valor añadido para la vivienda o el edificio en cuanto a eficiencia y desde el punto de vista del certificado energético.

### 3.6. ADAPTABILIDAD DE LA CALDERA DE CONDENSACIÓN EN OBRA NUEVA CON RADIADORES

En obra nueva resulta sencillo instalar radiadores a baja temperatura con caldera de condensación. El propio cumplimiento del Código Técnico de la Edificación exige que las nuevas construcciones tengan mejores aislamientos, lo que hace que se necesite menos potencia para satisfacer la demanda en las viviendas y, por derivación, menor salto térmico en los emisores.

Las modificaciones del RITE igualmente exigen ya calderas de condensación, por lo que la combinación es perfecta.

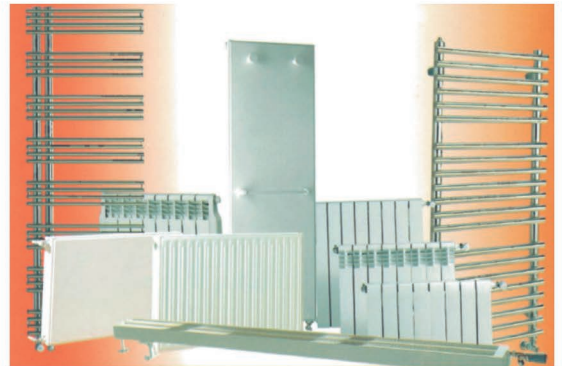


Foto 3.2. Modelos de radiadores.

La flexibilidad de la gama de radiadores en cuanto a alturas, longitudes y fondos, permiten en obra nueva con buenos aislamientos trabajar en conjunto con temperaturas variables y sin exagerar en el número de elementos.

### 3.7. ADAPTABILIDAD DE LA CALDERA DE CONDENSACIÓN PARA RENOVACIÓN CON RADIADORES

En reformas, el usuario final, por desconocimiento, identifica al radiador con la alta temperatura, lo que motiva el cambio de la caldera tradicional de alta temperatura por otra del mismo tipo.

Sin embargo, la realidad es que también se le saca partido a un generador de mayor rendimiento con una instalación que en su día se pudo calcular con un salto térmico de 50 o 60° C.

La climatología está cambiando, con amplitudes térmicas a lo largo del día y con temperaturas más suaves en meses como octubre, marzo y abril. Por eso, el radiador no tiene por qué estar siempre funcionando en alta temperatura para las condiciones de cálculo. En estas épocas de menor frío, se da el caso habitualmente de falta de confort por exceso de calor en la calefacción con el consiguiente desperdicio energético.

La caldera de condensación puede combinar y variar la temperatura de impulsión en situaciones de menor demanda térmica, aunque la instalación se dimensionara en su momento para alta temperatura. De esta forma, se ahorra energía y se mejora el confort.

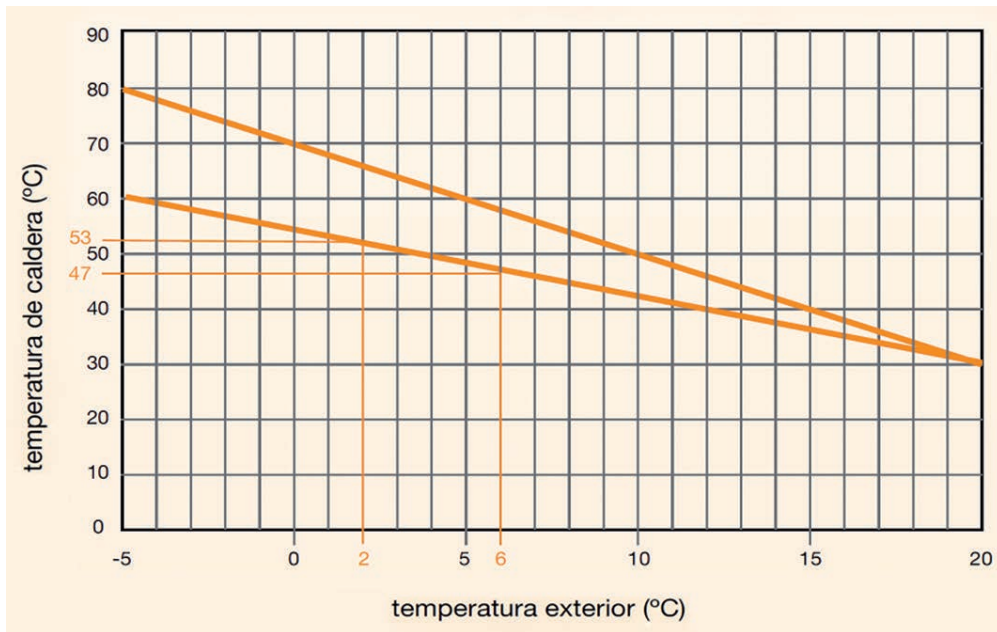




### 3.8. ALTA Y BAJA TEMPERATURA

En las instalaciones de calefacción por radiadores, las temperaturas de retorno en las calderas se sitúan por debajo de la temperatura de rocío para diferentes temperaturas exteriores, ya sea una caldera de gas o de gasóleo.

Si hacemos condensar a las calderas cuando las temperaturas suben de estos valores exteriores, aumentamos el rendimiento estacional.



**Figura 3.3.** Rendimiento estacional.

El gráfico de la Fig. 3.3 representa en el eje de abscisas la temperatura exterior y en el de ordenadas la temperatura de la caldera.

Así, por ejemplo, para una temperatura de impulsión de 60° C (menor salto térmico) con la curva establecida en el gráfico podemos ver que el punto de rocío para una caldera de gas se alcanzaría con una temperatura exterior de 2° C y en 6° C para una caldera de gasoil.

Cruzando estos datos con el comportamiento climático en una zona determinada, se puede llegar a una conclusión positiva desde el pun-

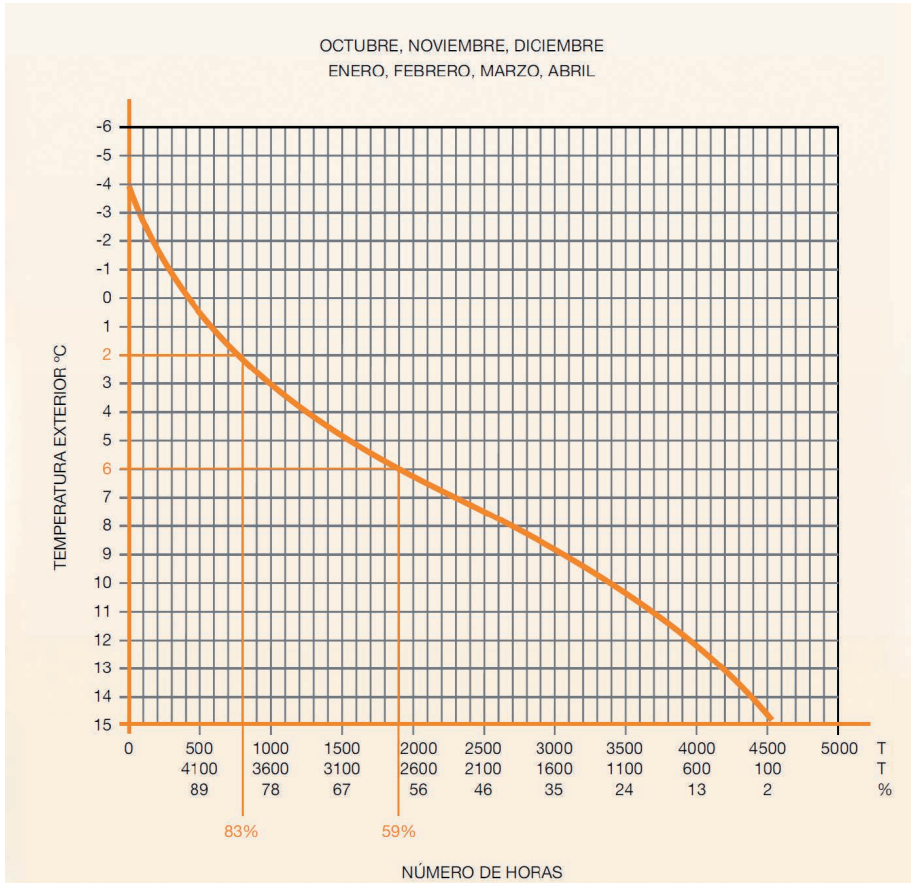




### Guía sobre las claves para la optimización de las instalaciones de calefacción individuales

to de vista energético para la utilización de los radiadores con salto térmico de 40° C y temperatura de impulsión inferior a la tradicional.

El estudio del número de horas donde la temperatura exterior supera los valores antes mencionados de 2° C para el gas y de 6° C para el gasóleo queda representado en el gráfico de la Fig. 3.4 concreto para Madrid:



**Figura 3.4.** Temperaturas invernales en Madrid.

Analizando las temperaturas invernales durante una temporada completa de calefacción desde octubre hasta abril, observamos que en Madrid el 83% del tiempo tenemos temperaturas por encima de los 2° C y el 59% del tiempo por encima de los 6° C.



Es decir, podemos concluir que una instalación de radiadores puede trabajar con una caldera de gas natural condensando el 83% del invierno y el 59% del invierno si es de gasoil.

### 3.9. TEMPERATURA VARIABLE. SONDA EXTERIOR

Otros componentes que intervienen en la emisión a temperatura variable de un radiador en la calefacción, y que será de uso más frecuente en el futuro, son los sistemas de control climático.

La sonda exterior es un dispositivo que permite anticiparnos a la temperatura exterior, adaptar la temperatura de impulsión de la caldera y, por tanto, la emisión de los radiadores.

## Temperatura de impulsión °C

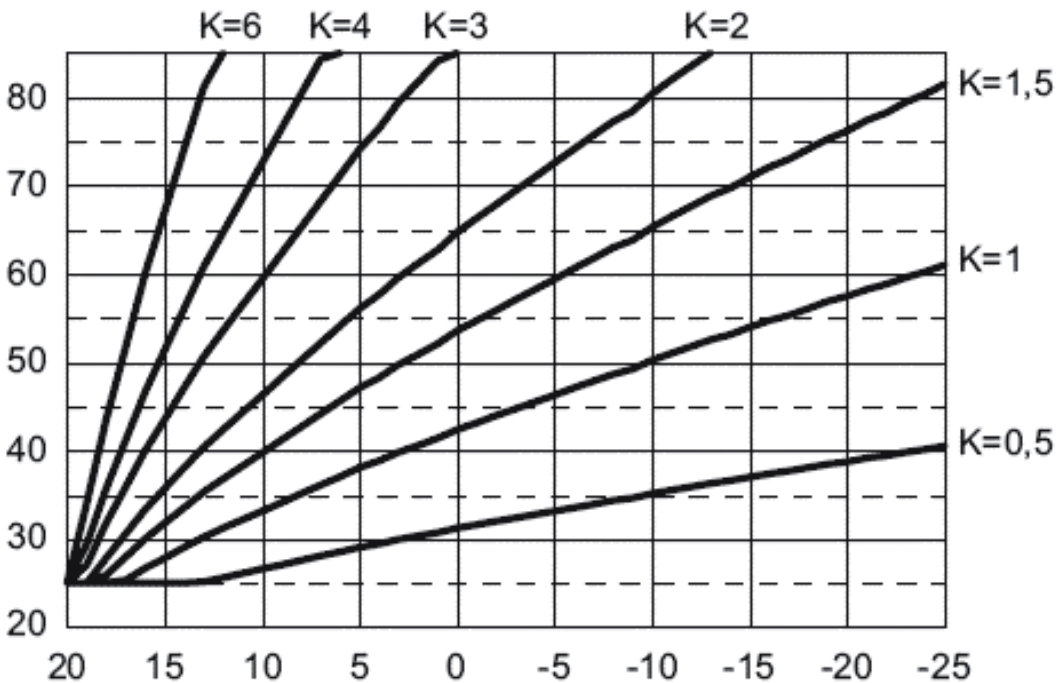


Figura 3.5. Control climático.

Las calderas de condensación, al poder trabajar en diferentes temperaturas de impulsión, pueden adaptarse fácilmente a la temperatura exterior y a los cambios climáticos a lo largo del día.



Por ejemplo, un día de invierno a las 8:00 de la mañana para una temperatura exterior de  $-10^{\circ}\text{C}$ , la caldera con la curva climática  $K = 2$  (Fig. 3.5) impulsaría a alta temperatura ( $80^{\circ}\text{C}$ ) pero ese mismo día, si la temperatura sube hasta los  $+2^{\circ}\text{C}$  a mediodía, impulsaría a  $60^{\circ}\text{C}$ . Si la caldera es de gas natural, a partir de estos valores condensaría con el consiguiente ahorro energético.

Es un control climático que elimina inercias y ahorra energía.

### 3.10. TEMPERATURA VARIABLE. TERMOSTATOS MODULANTES

Los radiadores a temperaturas más bajas en periodos del invierno menos fríos aportan esa eficiencia energética y confort que requiere hoy en día cualquier usuario.

Los clásicos termostatos on-off simplemente indican a la caldera que pare una vez se alcanza la temperatura asignada para una habitación o zona determinada.

En este sentido, es recomendable empezar a utilizar los termostatos modulantes que adaptan la temperatura de los radiadores. Estos dispositivos controlan la temperatura ambiente de la estancia donde están instalados y, en función de esa temperatura, comunican con la caldera de condensación para reducir la temperatura de impulsión y, por lo tanto, el consumo.

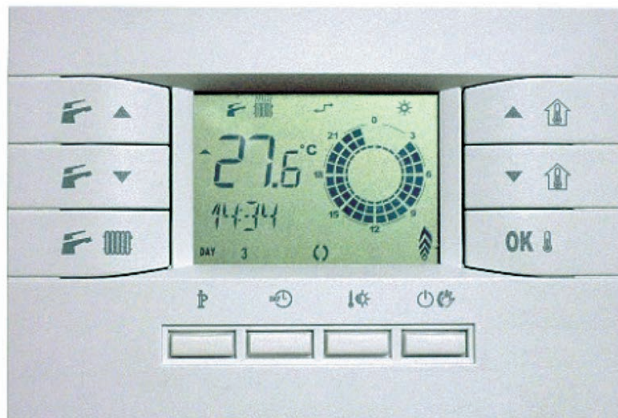


Foto 3.4. Termostato.

### 3.11. RESUMEN

Las nuevas normativas buscan la eficiencia energética con calderas de condensación y sistemas de radiadores trabajando a temperaturas variables y más bajas, con un salto térmico de  $\Delta T = 40^\circ \text{C}$ .

El conjunto caldera de condensación, radiadores a baja temperatura y dispositivos de control climático permite un ahorro energético y mejora el confort de una instalación de calefacción, haciéndola más eficiente.



Foto 3.5. Caldera de condensación + radiador + termostato.



# TRADESA

## BIASI



### RinNOVA Cond

- Disponibilidad inmediata ACS. Función precalentamiento similar a una microacumulación que permite una respuesta mucho más rápida en ACS. Clasificación 3 estrellas en sanitaria norma europea EN 13203.
- Intercambiador primario condensante de aluminio aletado.
- Alta tecnología y fiabilidad: Innovador display digital.
- Caldera de condensación de premezcla de alto rendimiento \*\*\*\*, según Dir. Rend. 92/427CEE.
- Baja emisión NOx, Clase 5 conforme al RITE, apta reposición.
- Medidas (mm): 700x400x290.



Calderas murales



Condensación cascada



Grupos térmicos



Emisores aluminio/acero



Válvulas calefacción



Solar

# Iber/Open



## Radiadores de aluminio

Máximo confort y prestaciones de vanguardia a la medida de cada hogar



Open



Iber

Calor de hogar





# 4

## BOMBAS DE CALOR Y RADIADORES



### 4.1 BOMBA DE CALOR

La bomba de calor es un equipo capaz de trasladar calor de un foco frío a un foco caliente. De manera natural, el calor se mueve siempre desde el objeto caliente al frío. Si abrimos las ventanas de nuestra casa en pleno invierno el calor sale al exterior.

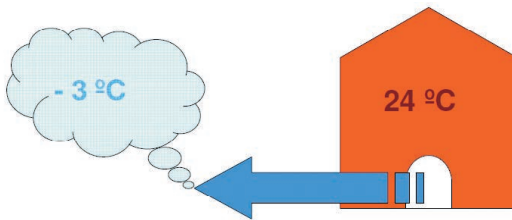


Figura 4.1. El calor se mueve del objeto caliente al frío.

La bomba de calor es capaz de «bombear» el calor en sentido contrario a como lo haría de forma natural. Es decir, es capaz de coger calor de la calle (más fría) y meterlo dentro de la casa (más caliente).

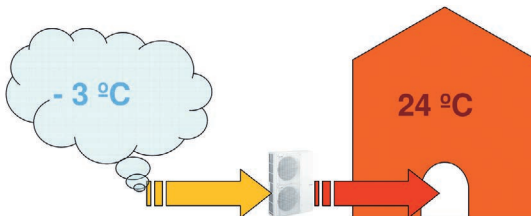


Figura 4.2. La bomba de calor toma calor de la calle y lo introduce en el interior.





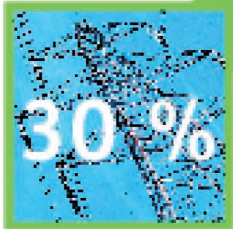
En el mundo de la calefacción estamos acostumbrados a utilizar equipos que generan calor transformando la energía química que contienen los combustibles. La bomba de calor es una máquina que no genera calor, sencillamente lo transporta de un sitio a otro.

Estos equipos suelen utilizar energía eléctrica como fuente de energía. Utilizar energía eléctrica para calentar viviendas implica un alto coste económico (la electricidad es el combustible más caro) y un alto impacto medioambiental ( $1 \text{ kWh}_{\text{eléctrico}} = 649 \text{ gr de CO}_2$ ).

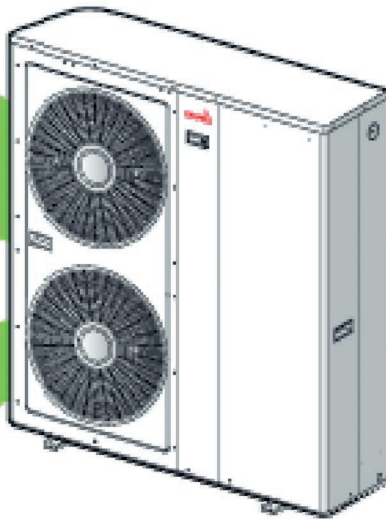
Las bombas de calor resultan muy interesantes porque son capaces de transportar más calor que la energía eléctrica que consumen. Por eso, aparentemente, tienen un rendimiento superior a la unidad.



**Energía gratuita**



**Energía eléctrica**



**100 %**



**Necesidades caloríficas**



La relación entre la energía que aporta a la calefacción y la energía eléctrica que consume se denomina COP (*Coefficient of Performance*). Una máquina con un COP de 4 es capaz de consumir 1 kWh eléctrico y transportar 4 kWh al circuito de calefacción.

$$\text{COP} = \frac{\text{Calor aportado a la calefacción}}{\text{Energía consumida por el compresor}}$$

Una bomba de calor es un circuito hermético y cerrado, que contiene una sustancia refrigerante que absorbe y cede calor al pasar de estado gaseoso a líquido y viceversa.

El circuito frigorífico, que es así como se denomina, tiene cuatro elementos principales que lo componen: un compresor, una válvula de expansión y dos intercambiadores (evaporador y condensador).

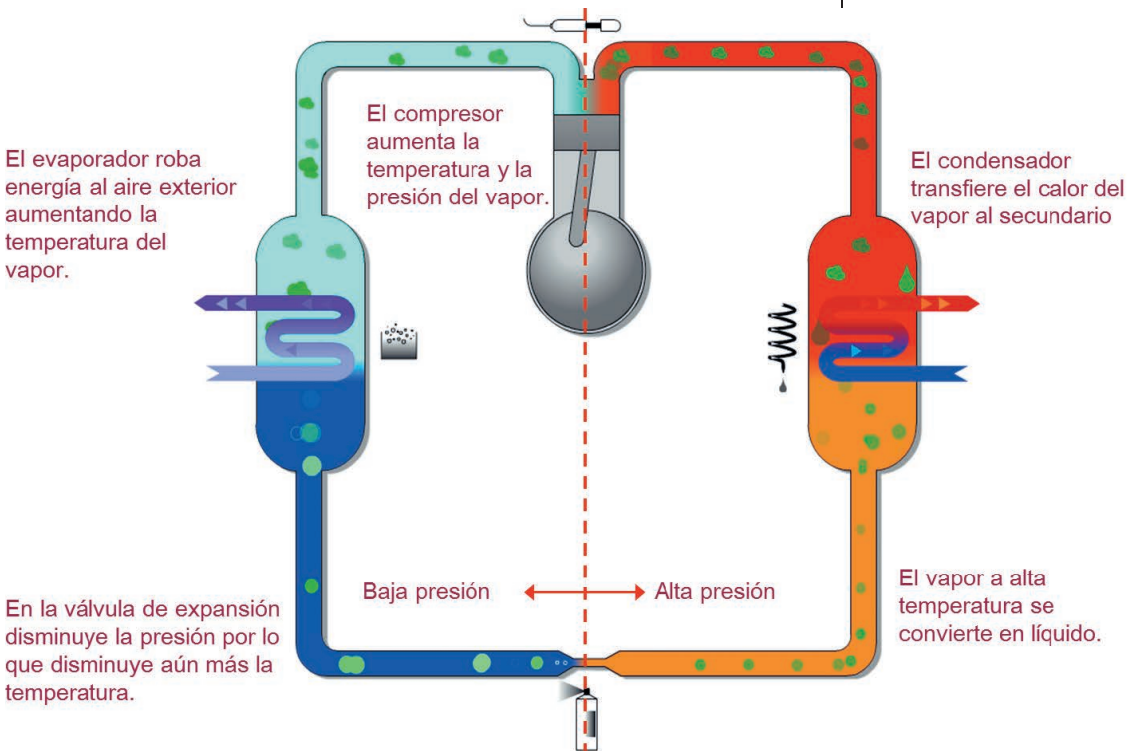


Figura 4.4. Circuito frigorífico de una bomba de calor.



## Guía sobre las claves para la optimización de las instalaciones de calefacción individuales

El refrigerante pasa de estado líquido a gaseoso en el evaporador, absorbiendo calor, y de estado gaseoso a líquido en el condensador, cediendo calor.

En este trasvase de energía que se da entre el evaporador y el condensador, hay un solo elemento que consume energía eléctrica: el compresor.

En el análisis de Mollier del ciclo de refrigeración, se puede observar gráficamente cómo el consumo del compresor es muy inferior a la energía transportada al circuito de calefacción.

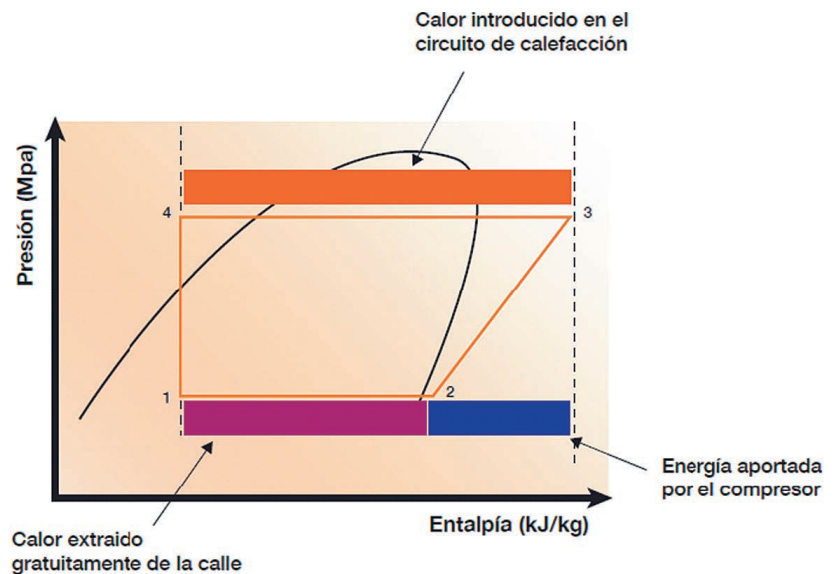


Figura 4.5. Ciclo de refrigeración.

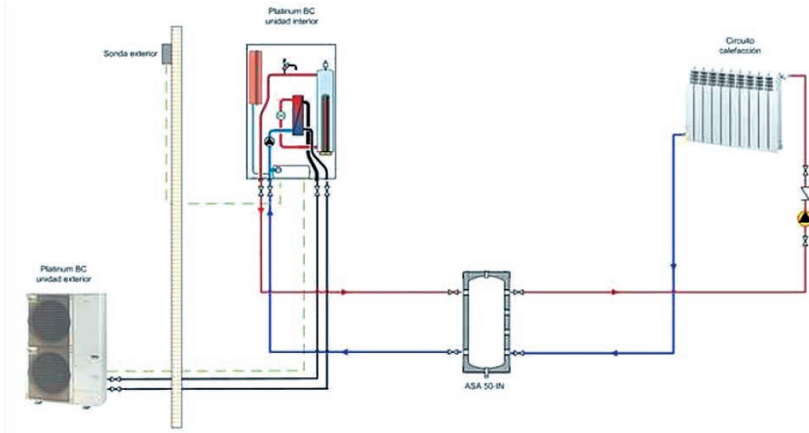
## 4.2 EJEMPLO PRÁCTICO

Supongamos una vivienda en Burgos de las siguientes características:

- Superficie de la vivienda: 90 m<sup>2</sup>
- Altura media de la vivienda: 2,8 m
- Nivel de aislamiento G: 1,1
- Temperatura de confort: 22° C

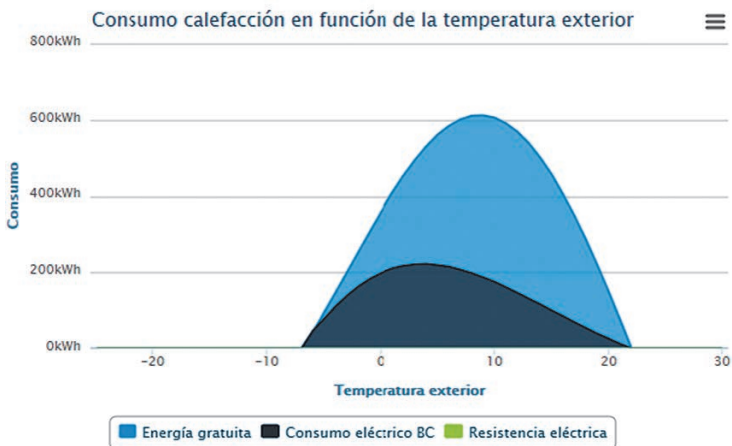
- Tipo de instalación: radiadores
- Temperatura de ida radiadores: 55° C

El esquema hidráulico de una instalación con bomba de calor y radiadores podría ser el que se muestra en la Fig. 4.6.



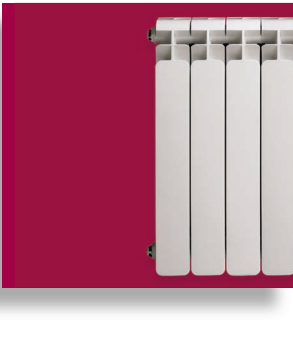
**Figura 4.6.** Esquema hidráulico de una instalación de bomba de calor con radiadores.

Si analizamos el consumo de calefacción de esta vivienda en función de la temperatura exterior durante todo un invierno, podemos observar cómo la gran mayoría de la energía aportada durante toda la temporada proviene de la energía gratuita robada al exterior (azul celeste). El consumo eléctrico de la bomba de calor (azul oscuro) es casi cuatro veces inferior.



**Figura 4.7.** Consumo de calefacción en función de la temperatura exterior.





## Guía sobre las claves para la optimización de las instalaciones de calefacción individuales

Desde el punto de vista económico, si comparamos el gasto eléctrico de la bomba de calor con el gasto que sería necesario con otros combustibles, podemos observar un gran ahorro, sobre todo cuando lo comparamos con los combustibles más caros.

Estimación de consumos anuales con diferentes combustibles

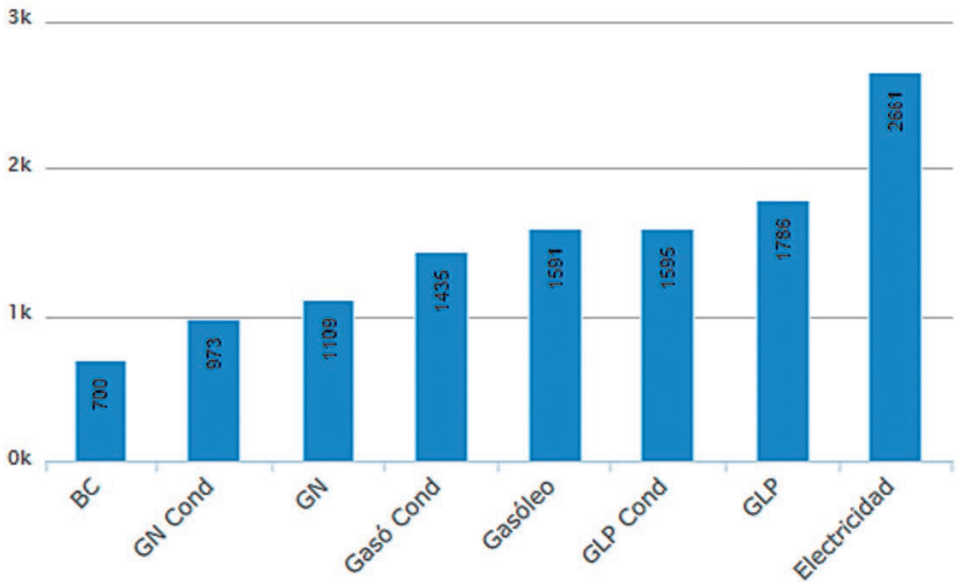


Figura 4.8. Estimación de consumos anuales con diferentes combustibles.

### 4.3. BOMBA DE CALOR Y EMISORES DE CALOR

No obstante, las bombas de calor actuales tienen una limitación tecnológica importante de reseñar y que afecta a los emisores de calor. Así, las bombas de calor, debido al refrigerante que utilizan, no pueden alcanzar temperaturas de impulsión superiores a los 55° C o 60° C.

Como todo el mundo sabe, los refrigerantes de los años 70 y 80, basados en sustancias clorofluorocarbonadas (CFC's) provocaron un cierto agotamiento de la capa protectora de ozono de la Tierra. El problema fue tal, que se establecieron protocolos internacionales para

sustituir paulatinamente estos refrigerantes por otros más amables con la capa de ozono.

En la actualidad, el refrigerante más utilizado en las bombas de calor domésticas es el R410a. Este refrigerante es una mezcla de gases compuesta de R125 y R32.

Es un producto químicamente estable, con un bajo deslizamiento (Glide) de temperatura y baja toxicidad. A pesar del carácter inflamable del R32, la formulación global del producto hace que éste no sea inflamable, incluso en caso de fugas.



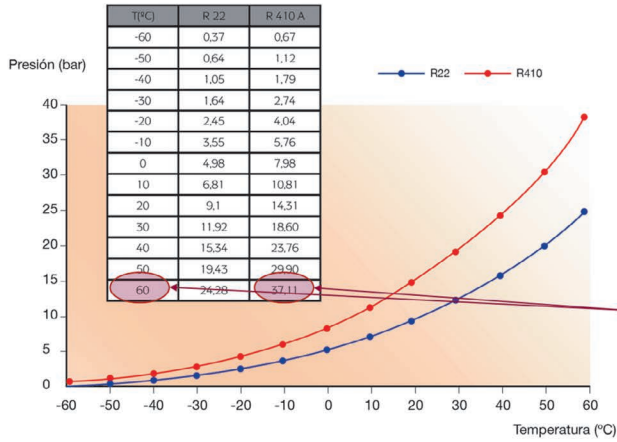
## NO AFECTA A LA CAPA DE OZONO

**Figura 4.9.** El R410a no afecta a la capa de ozono.

Por otro lado, el R410a tiene mayor capacidad de refrigeración y unas presiones mucho más elevadas que el R22, que era el refrigerante utilizado anteriormente y que en la actualidad está prohibido.

En el evaporador (condensador) de una bomba de calor, las presiones y las temperaturas de evaporación (condensación) están relacionadas. Esta relación depende del refrigerante.

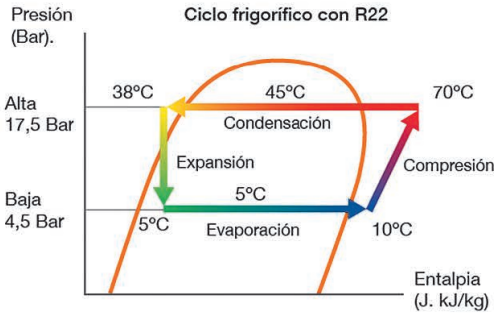
Temperaturas altas en el condensador, es decir, en el circuito de calefacción, suponen presiones muy altas. En el caso del R410a conseguir temperaturas por encima de los 60° C supondría elevar la presión muy por encima de los límites de los compresores actuales.



Para el R410a no se puede impulsar a más de 55°C o 60°C. Las presiones son muy altas

Figura 4.10. Capacidad de refrigeración y presión.

El uso de refrigerantes más ecológicos ha hecho que las presiones sean más altas en las bombas de calor, limitando de esta forma la temperatura máxima a la que se puede impulsar a los radiadores.



Al cambiar al R410a, un gas más ecológico, han aumentado las presiones en las máquinas. Limitando la temperatura máxima de funcionamiento.

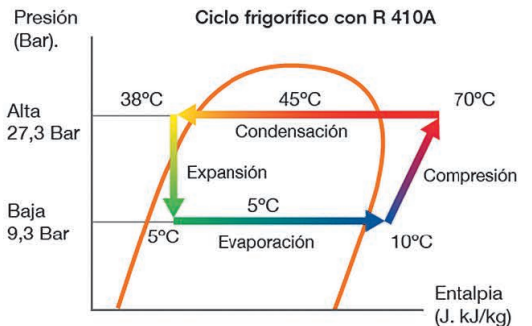


Figura 4.11. Ciclo frigorífico con R22 y con R410a.



Precisamente para potenciar el uso de las bombas de calor y de las calderas de condensación, en la modificación del RITE de abril de 2013 se estableció un nuevo criterio para el cálculo de radiadores. La temperatura media del radiador será, como máximo, de 60° C, lo que es perfecto para las bombas de calor con R410a.

Todos los emisores deberán ser calculados con un  $\Delta T = 40^\circ \text{C}$  como máximo.

Hasta ahora utilizábamos la norma UNE EN-442 para calcular los radiadores con un  $\Delta T = 50^\circ \text{C}$ . El cálculo ahora será diferente, se tendrán que instalar radiadores más grandes.

Emisión calorífica en Kcal/h según UNE EN-442  
 $\Delta t = (T. \text{media radiador} - T. \text{ambiente}) \text{ en } ^\circ\text{C}$

Radiadores de aluminio  
 Datos por elemento

Frontal con aberturas



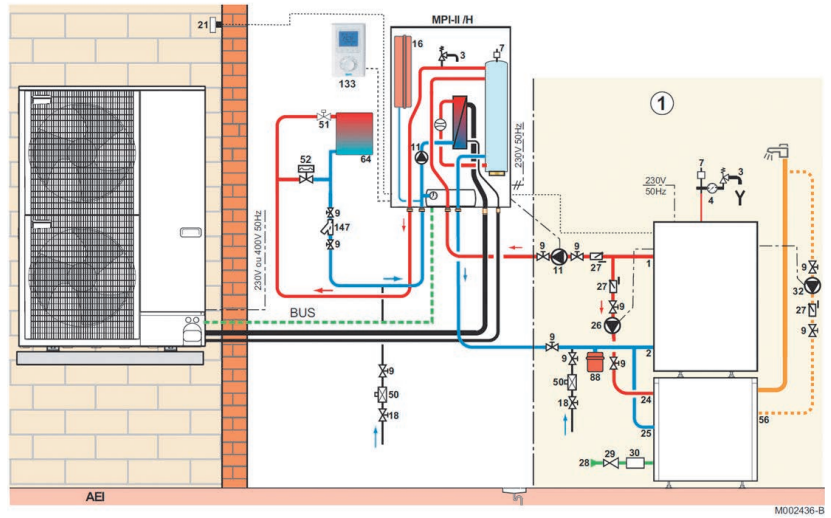
Modelos	Exponente "n"	Salto Térmico															
		30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
30	1,30	37	40	43	47	50	53	57	60	64	68	71,3	75	79	83	86	90
45	1,35	40	44	47	51	55	59	63	67	71	75	79,5	84	88	93	97	102
60	1,35	52	57	62	67	72	77	82	87	93	98	103,9	110	115	121	127	133
70	1,34	60	65	71	77	82	88	94	100	107	113	119,1	126	132	139	145	152
80	1,33	68	74	80	86	93	99	106	113	120	127	133,7	141	148	155	163	170

Figura 4.12. Emisión calorífica en kcal/h según UNE EN-442.

Para las instalaciones ya existentes, donde los radiadores fueron calculados para temperaturas de impulsión superiores, existe una solución fiable y económica de incorporar una bomba de calor.

La idea es añadir a una instalación existente con radiadores (calculados para temperaturas de más de 60° C) y un generador de calor convencional (por ejemplo, una caldera de gasóleo), una nueva bomba de calor.

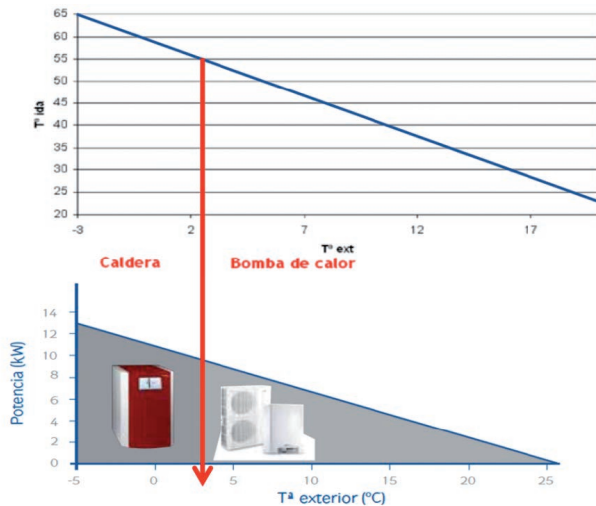




**Figura 4.13.** Esquema de instalación de generador de calor + bomba de calor.

La temperatura necesaria en los radiadores depende de la temperatura exterior. De manera que sólo los días más fríos del invierno es necesario que los radiadores alcancen su máxima temperatura.

La bomba de calor funcionará todos aquellos días en los que la temperatura exterior no haga necesario que los radiadores alcancen más de 55° C. Los días más fríos, que serán los menos durante el invierno, funcionará la caldera.



**Figura 4.14.** Sistema híbrido.

De esta forma, tendremos un sistema de calefacción híbrido, donde la bomba de calor dará eficiencia y ahorro la mayor parte del invierno, y la caldera convencional funcionará sólo los días más fríos para dar el confort necesario al usuario.

### 4.4. RESUMEN

Como resumen de este capítulo se puede destacar lo siguiente:

- Las bombas de calor aumentan la eficiencia de las instalaciones. Debido a su alta eficiencia el coste de explotación es menor.
- Se pueden instalar radiadores convencionales con bombas de calor calculados con un salto térmico de 40° C (Modificación RITE 2013).
- En instalaciones existentes se pueden instalar sistemas híbridos, manteniendo los radiadores calculados con saltos térmicos de 50° C.



# PLATINUM PLUS

Pensada para ti



**GAS INVERTER**  
Máximo ahorro de gas  
**1:10**  
**BAXI**

**think**  
intelligence within

La nueva generación de calderas murales de condensación PLATINUM PLUS es el último paso en confort, eficiencia e innovación hacia la excelencia. Por sus prestaciones y versatilidad de instalación es un producto especialmente pensado para los usuarios más exigentes.



BAXIROCA | [www.baxi.es](http://www.baxi.es) | Síguenos en:



**BAXI**  
la nueva calefacción



# Radiador de Aluminio Dubal

El radiador Baxi de diseño reversible, **único en su gama.**

Su revolucionario diseño de doble estética hace de este radiador un producto totalmente diferencial.

Belleza y funcionalidad, sin renunciar al confort y a la eficiencia.



# 5

## CONSEJOS PARA EL AHORRO DE COMBUSTIBLE



### 5.1. INTRODUCCIÓN

Nuestros hábitos y costumbres en el día a día representan un factor decisivo en la cantidad de combustible que gastamos.

Son pequeños actos que, sin aportar nada al confort, aumentan las facturas del gas, gasóleo, agua y electricidad.

Exponemos a continuación una serie de recomendaciones que nos ayuden a ahorrar, sin perder confort, en la utilización de la calefacción y el agua caliente sanitaria.

### 5.2. TEMPERATURA DE CONSIGNA

Las temperaturas de consigna más habituales en una instalación individual son:

- Temperatura de caldera o de calefacción. Temperatura a la que queremos que trabaje la calefacción.
- Temperatura del Agua Caliente Sanitaria (ACS). Temperatura a la que queremos el agua en los grifos de ACS.
- Temperatura de ambiente. Temperatura que deseamos en el interior de la vivienda.

Son valores regulables y que pueden ser ajustados tanto por el usuario como por los técnicos, los instaladores o los mantenedores de las instalaciones.



Figura 5.1. Mecanismo de regulación.

El mecanismo de regulación puede ser desde un mando giratorio en sistemas analógicos, hasta pulsadores que ajustan la temperatura deseada en una pantalla digital.



Figura 5.2. Temperatura de consigna.

### 5.2.1. Temperatura de caldera o de calefacción

Como ya se ha indicado, es la temperatura a la que queremos que trabaje la caldera cuando da el servicio de calefacción.

En instalaciones con calderas convencionales y radiadores, la temperatura adecuada de ajuste sería 70° C pues aporta:

- Menor consumo al reducir las pérdidas de energía.
- Los radiadores serán focos de calor más tenues que proporcionarán más confort.
- Menos suciedad en la pared. Las manchas negras que se ven en la pared por encima de los radiadores se producen cuando los radiadores están a más de 70° C.

El mantenedor de la instalación nos indicará si es necesario seleccionar una temperatura de consigna diferente de los 70° C.

En instalaciones con suelo radiante, la temperatura máxima de ajuste debe estar en torno a los 50° C.

En instalaciones con calderas de condensación o baja temperatura, es aconsejable que la caldera tenga capacidad de trabajar con una temperatura variable. Esto puede hacerlo con una sonda exterior o con un termostato ambiente modulante:

- No tendremos que ajustar la temperatura de la caldera, ella lo hace automáticamente por nosotros.
- La temperatura de los radiadores variará continuamente ajustándose automáticamente en función de la temperatura exterior y/o ambiente (si la temperatura exterior sube, entonces la temperatura de los radiadores baja).
- El consumo se reduce al disminuir las pérdidas de calor.
- La temperatura de retorno a la caldera será inferior, haciendo que las calderas de condensación tengan mejor rendimiento.

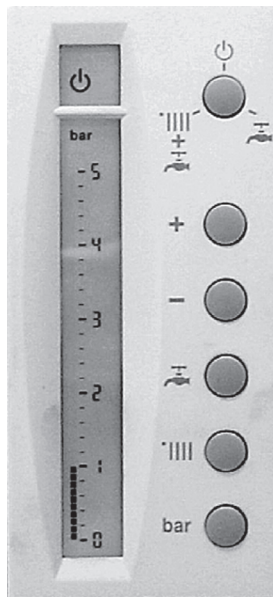


Foto 5.1. Mecanismo de regulación.

### 5.2.2. Temperatura del agua caliente sanitaria

Hay que distinguir si el sistema de producción de agua caliente sanitaria es mixto instantáneo o por acumulación. Con acumulación la temperatura de acumulación debe ser elevada para conseguir suficiente producción de agua caliente.





**Foto 5.2.** Depósitos de acumulación.

La temperatura recomendada está entre 55° C y 60° C, aunque luego se consume a 40° C. Es recomendable el uso de grifería termostática.

En el caso de haber recirculación de ACS, ésta deberá estar controlada.

Cuando la producción de ACS es mixta instantánea, la temperatura de consigna debe situarse entre 40° C y 45° C por las siguientes razones:

- Cuando la temperatura de consigna de ACS es 2 ó 3 grados superior a la deseada, no tenemos que mezclar con agua fría, proporcionando más confort al influir menos las aperturas momentáneas de otros grifos (tanto de agua fría como caliente).
- La caldera usará menos potencia para calentar el agua, lo que reduce el gasto de energía.
- Alarga la vida de la caldera reduciendo calcificaciones de componentes.
- La caldera de condensación podrá trabajar a temperaturas más bajas, con mejores rendimientos.

### **5.2.3. Temperatura de ambiente**

Se ajusta en el termostato de ambiente y su valor debería estar entre 20° C y 21° C durante el tiempo en que estemos en casa haciendo las actividades diarias. Es la llamada temperatura ambiente de confort.

Cada grado de más que pidamos en ambiente supone, aproximadamente, un 7% más de combustible.



Foto 5.3. Termostato ambiente.

Ajustar valores de temperatura ambiente por encima de 23° C puede reducir la humedad del ambiente y generar falta de confort por exceso de calor.

Para dormir, la temperatura adecuada es inferior a la ambiente diurna y estará entre 17° C y 18° C. Es la llamada temperatura ambiente reducida o económica. Además de reducir el consumo, permite un sueño de mayor calidad que ayuda a un mejor descanso.

### 5.3. PROGRAMACIÓN HORARIA

De lo indicado en el apartado de ajuste de la temperatura ambiente se desprende que la relación confort/consumo ideal consiste en solicitar una temperatura ambiente menor fuera del horario de calefacción en lugar de apagar completamente la caldera.

Podemos ajustar estas temperaturas para diferentes horarios fácilmente instalando termostatos de ambiente programables, llamados también cronotermostatos, que nos permitirán ajustar los horarios de trabajo de la calefacción a nuestra forma de vida.





Foto 5.4. Programador.

El termostato de ambiente programable, a la vez que nos aporta un elevado grado de confort, nos ofrece una reducción significativa del consumo.

Si no se va a utilizar la calefacción durante un largo periodo de tiempo (por ejemplo, en segunda residencia), debemos desconectar la calefacción, teniendo en cuenta:

- Para aumentar el confort, podemos usar equipos de encendido remoto por teléfono. Nos permitirá encender la calefacción unas horas antes de llegar a la vivienda y no tener encendida la calefacción más tiempo del necesario.
- Desconectar la calefacción no tiene por qué implicar apagar la caldera. Puede ser interesante dejar la caldera conectada a la red eléctrica y, así, mantener activas las seguridades internas de la caldera contra heladas y bloqueos de las bombas de calefacción.
- Todas las programaciones horarias son válidas cuando la instalación dispone de sonda exterior para controlar la temperatura de trabajo en función de la temperatura exterior.

#### 5.4. ACTUACIÓN SOBRE LOS EMISORES

El termostato de ambiente, como elemento que controla la temperatura ambiente en la vivienda, está colocado en un local represen-

tativo de todas las habitaciones, normalmente en el salón. Además, debe estar emplazado en un sitio adecuado que sea representativo de la temperatura del local.

Debido a que los distintos locales dentro de la casa tienen sus propias características térmicas (utilización, orientación, ventanas, n.º de paredes al exterior, etc.), es conveniente ajustar sus emisores de calor para que emitan sólo la energía necesaria.

El ajuste se realiza manualmente en las llaves de los emisores.

Las llaves termostáticas regulan automáticamente la emisión de calor del emisor en función de la temperatura ambiente. Deben instalarse en todos los radiadores de la casa excepto en la cocina, en el cuarto de baño, en los pasillos y en el local en donde instalemos el termostato de ambiente.



Foto 5.5. Llaves termostáticas.

Hay que evitar que cuando está funcionando la calefacción las cortinas u otro mobiliario tapen los radiadores, ya que se genera una concentración de calor en las llaves termostáticas que leen una temperatura ambiente errónea y cierran el radiador antes de alcanzar la temperatura ambiente deseada.

## 5.5. RENOVACIÓN DE AIRE

Entendamos que son las entradas de aire a nuestra vivienda, tanto las provocadas como las no deseables.

Todas obligan al sistema a aportar una cantidad de energía que contrarreste el frío que provoca el aire que viene del exterior.

Entradas de aire no deseables son las producidas a través de rendijas en puertas y ventanas exteriores.





## Guía sobre claves para la optimización de las instalaciones de calefacción individuales

Su eliminación, o reducción, pasa por mejorar los aislamientos o la calidad de las puertas y de las ventanas, asegurando un cierre adecuado.

Siempre se dice, y con razón, que la calefacción empieza por mejorar el aislamiento de nuestra casa.

Entradas de aire controladas o provocadas son las producidas a través de:

- Las rejillas de ventilación permanentes, inferiores y superiores, de cocinas y cuartos de baño. Provocan una entrada de aire frío y una salida de aire caliente del local.



**Foto 5.6.** Rejilla de ventilación.

- La ventilación o aireación diarias de las habitaciones a través de las ventanas.

Las rejillas de ventilación permanente son orificios que no se deben tapar, pues representan nuestra seguridad ante posibles fugas de gas o ante una chimenea que emita gases tóxicos en un local habitable.

La mejor medida de ahorro y confort en este caso consiste en mantener cerradas las puertas de cocinas y cuartos de baño, es decir, donde haya rejillas de ventilación, para evitar que el aire caliente que tenemos en el resto de la casa salga por estas ventilaciones.

Las pérdidas de calor por este concepto pueden superar el 30% del gasto en combustible.

La ventilación de los locales es otro de los factores importantes en la pérdida de calor y, por lo tanto, del aumento del gasto en combustible.

Una ventilación correcta debe servir para sustituir el aire viciado del interior de la habitación por aire nuevo limpio del exterior.

Para conseguirlo eficazmente, es suficiente con abrir la ventana y generar corriente de aire con otra habitación. En 10 minutos se habrá renovado todo el aire del local enfriando el aire interior pero no las paredes ni el mobiliario.

Al terminar la ventilación, la calefacción trabajará sólo para recuperar el calor del aire del ambiente. La temperatura ambiente se recuperará rápidamente y se gastará poca energía.

No se debe ventilar dejando la ventana abierta durante un largo periodo de tiempo, aunque mantengamos la puerta cerrada, ya que:

- Conseguiremos una peor ventilación aunque la sensación del aire frío en la habitación nos haga pensar lo contrario.
- Al terminar la ventilación habrá que calentar tanto el aire como las paredes y el mobiliario.
- Se tardará más tiempo en recuperar la temperatura ambiente y el gasto de combustible será muy superior al de la ventilación rápida con corriente.

## 5.6. USOS DEL AGUA CALIENTE SANITARIA

La utilización doméstica del ACS se centra básicamente en los servicios de:

- Higiene personal: baño, ducha y aseo.
- Limpieza de vajilla, cubertería, etc.

Unos buenos hábitos en el uso del ACS repercutirán en el ahorro de energía y de agua.

Una costumbre muy extendida es la de abrir los grifos monomando en su posición media para cualquier uso, en ocasiones sólo durante unos segundos. Este acto sólo sirve para derrochar energía sin aportarnos nada.





**Foto 5.7.** Grifo monomando.

El grifo se debe abrir en posición media sólo cuando queremos usar el agua caliente. Si no, hay que abrir el grifo en posición de sólo agua fría.

Actualmente, existen en el mercado grifos diseñados para el ahorro de energía y agua, que, por ejemplo, al abrirlos en posición media o frontal, usan sólo agua fría y no mezclan, por lo que la caldera no se enciende en esta situación

Las reglas básicas en el uso del ACS son:

- No dejar el grifo abierto en los momentos en los que no estamos usando el agua.
- No accionar el grifo en posiciones de agua caliente si no vamos a sacar un provecho de ello.



Fundación de la Energía de  
la Comunidad de Madrid

Energy Management Agency

Intelligent Energy  Europe

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

Guía patrocinada por:

