



gasNatural  
fenosa

Manual  
para centros  
docentes y culturales

# Estrategias para mejorar la eficiencia energética en los centros



Plan de  
**ahorro**  
energético

# Índice

|          |                                                                 |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Identificación de servicios y sistemas</b>                   | <b>3</b>  |
| 1.1.     | Distribución de consumos                                        | 3         |
| 1.2.     | Factores que condicionan el consumo energético                  | 3         |
| 1.3.     | Tecnologías utilizadas                                          | 4         |
| 1.4.     | Principales sistemas de consumo energético                      | 5         |
| <b>2</b> | <b>Ineficiencia energética</b>                                  | <b>8</b>  |
| 2.1.     | Ineficiencias debidas a la forma de operación y/o mantenimiento | 8         |
| 2.2.     | Equipos ineficientes                                            | 9         |
| <b>3</b> | <b>Mejoras tecnológicas y de gestión</b>                        | <b>11</b> |
| 3.1.     | Mejoras en el sistema de climatización                          | 11        |
| 3.2.     | Mejoras en el sistema de iluminación                            | 14        |
| 3.3.     | Mejoras en el sistema de agua                                   | 15        |
| 3.4.     | Cocinas y equipos de restauración                               | 15        |
| 3.5.     | Mejoras en equipos informáticos                                 | 16        |
| 3.6.     | Otros sistemas y equipos                                        | 16        |

# 1

## Identificación de servicios y sistemas



### 1.1. Distribución de consumos

En los centros culturales y en los centros docentes los consumos de energía se caracterizan por una constante en los horarios y por la similitud en las instalaciones.

**Los mayores consumidores en este tipo de edificios son los sistemas de climatización y de iluminación.**

La distribución de los consumos sería la siguiente:

- 40% iluminación.
- 37% calefacción.
- 12% refrigeración.
- 11% bombas, ventiladores y otros.

Esta distribución dependerá de los factores que se analizan en el siguiente apartado.



### 1.2. Factores que condicionan el consumo energético

Los factores que más influyen en el consumo energético de un edificio son los siguientes:

- **El clima.** La temperatura exterior, la radiación solar, el número de horas de sol etc. son factores que afectan directamente a la demanda de energía de los edificios.
- **La envolvente del edificio.** Se refiere a las características térmicas de los cerramientos que constituyen la capa envolvente del edificio: fachada, ventanas, cubierta y suelo.
- **Las condiciones de operación y funcionamiento del edificio.** Se trata del horario de funcionamiento, el número de ocupantes, la variación de los ocupantes en el tiempo, los hábitos de higiene (demanda de agua caliente sanitaria), las condiciones de confort a mantener en su interior o el tipo de actividad a realizar.
- **El rendimiento de las instalaciones térmicas y de iluminación.** El rendimiento medio estacional de las instalaciones de calefacción y aire acondicionado – que depende de los rendimientos parciales de los equipos y del sistema seleccionado en sí, junto con la fuente de energía utilizada – inciden directamente en el consumo de energía.

**En los edificios destinados a docencia, el mayor gasto energético se debe a la climatización,** seguido de la iluminación y de los equipos informáticos. Respecto a los edificios destinados a actividades culturales, debemos tener en cuenta que no es lo mismo una biblioteca, un museo o un centro cultural. Sin embargo, en general, los consumos eléctricos principales suelen ser la climatización, la iluminación y los equipos ofimáticos.

### 1.3. Tecnologías utilizadas



**En los centros docentes y culturales predominan los sistemas de climatización centralizados, mediante caldera y enfriadora, y /o bomba de calor.** En cuanto a iluminación, la tecnología más extendida es la lámpara fluorescente.

Cada vez se va extendiendo más el uso de energías renovables como la solar fotovoltaica y solar térmica para el agua caliente sanitaria.

## 1.4. Principales sistemas de consumo energético

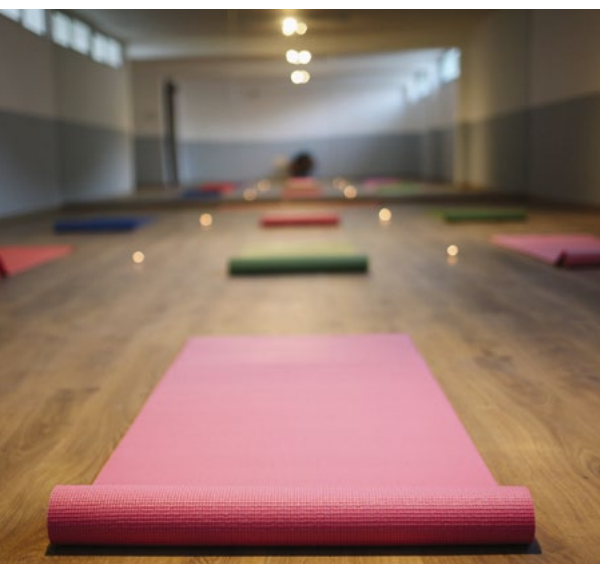


### 1.4.1. Climatización

La climatización **tiene como objeto la generación y el mantenimiento de unas condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de un proceso o actividad dentro de un recinto**. Esto implica controlar aspectos tales como la temperatura. Para el calor se utilizan calderas y en cuanto al frío, por lo general, los centros docentes no abren en verano por lo que no siempre son necesarias las instalaciones de refrigeración.

### 1.4.2. Iluminación

**El sistema de iluminación de las dependencias de un centro docente debe proporcionar un entorno visual confortable y adecuado a las actividades que se desarrollen en el centro**. La iluminación es uno de los principales consumidores de electricidad tanto en los centros docentes como en los culturales, sobre todo en aquellos en los que los horarios son más amplios.



Como consecuencia de lo anterior, las acciones dirigidas a reducir el consumo de iluminación tendrán una importante repercusión en el consumo energético del centro. Por otra parte, **la iluminación que se utilice debe ser eficiente, es decir, deben instalarse luminarias de alto rendimiento, que incorporen equipos de bajo consumo y lámparas de alta eficiencia luminosa** (lumen/watio), junto con sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del centro.

Los principales tipos de lámparas aplicables a centros docentes y centros culturales existentes en el mercado son fluorescentes para interiores, de vapor de mercurio y/o halogenuros metálicos para alumbrado exterior y led tanto para interiores como exteriores.

La tecnología led consume hasta un 80% menos que las incandescentes convencionales y halógenas y hasta un 65% menos que los tubos fluorescentes. Además se consiguen importantes ahorros en gastos de reposición y mantenimiento al ser equipos con una vida útil de hasta 50.000 horas en iluminación interior y 100.000 horas en iluminación exterior.

**Las lámparas fluorescentes tienen las siguientes ventajas:** alta eficacia luminosa (60 lum/W - 100 lum/W), reproducción cromática puede llegar a ser muy buena o excelente, gran variedad de apariencias del color, alta duración (aprox. 10.000 horas), bajo coste de adquisición, bajos costes operativos y bajo consumo energético; **y las siguientes desventajas:** requieren un equipo auxiliar, si no se usan equipos electrónicos, puede dar lugar a problemas de retardo y parpadeos, un número frecuente de encendidos y apagados acorta la vida de la lámpara (según el equipo auxiliar).



**Las lámparas de halogenuros metálicos tienen las siguientes ventajas:** alta eficacia luminosa (75 lum/W - 95 lum/W), reproducción cromática puede llegar a ser muy buena ( $R_a > 80$ ), gran duración (hasta 15.000 horas), costes de mantenimiento bajos, bajo consumo energético; **y las siguientes desventajas:** precio elevado, necesitan equipo auxiliar, requieren un tiempo de encendido alto (entre 3 y 5 minutos) y casi 15 minutos para un reencendido.

#### 1.4.2.1. Tipos de sistemas de regulación y control

En estancias de un centro docente como en salón de actos o las aulas para proyecciones es preciso que exista un sistema que regule y controle la iluminación para que se adapte a cada situación. Estos sistemas **permiten obtener importantes ahorros en el consumo energético de la iluminación** y son los siguientes:

- **Interruptores manuales.** Es preciso que exista un número suficiente de interruptores individuales para que se puedan utilizar de forma independiente las lámparas según su emplazamiento.

- **Interruptores horarios.** Son sistemas que permiten el encendido y apagado de luces en función de un horario establecido. Se suelen utilizar en exteriores.
- **Detectores de presencia.** Son sensores que apagan o encienden la iluminación de una estancia en función de la presencia o no de persona. Se utilizan en almacenes, pasillos, servicios.



- **Control del nivel de iluminación en función de la luz natural.** Para el ahorro de energía eléctrica es preciso tener en cuenta que pueden existir zonas en las que el nivel de iluminación natural es alto en determinadas horas del día, por lo que la iluminación artificial no es necesaria.

### 1.4.3. Agua

**El agua no es una fuente de energía en sí, pero el ahorro de agua supone un ahorro energético.** La disminución en el consumo de agua, supone una reducción del consumo de electricidad para calentarla o bombearla. Por ese motivo, es importante prestar atención a la eficiencia de las instalaciones de agua.

El consumo de agua en los centros docentes y culturales se debe a la existencia de aseos, cocinas y cantinas. En algunos casos existen piscinas o pequeñas instalaciones deportivas con duchas.

Los mecanismos de ahorro de agua en centros docentes y culturales se van extendiendo poco a poco, aunque todavía se pueden encontrar instalaciones que carecen de reductores de caudal o perlizadores en lavabos.

# 2

## Ineficiencia energética



A continuación, vamos a analizar las situaciones de eficiencia energética más comunes en centros docentes y culturales. **El encargado de mantenimiento es la persona que deberá identificar dichas deficiencias, evaluarlas y tomar medidas para solucionarlas.**

Se pueden distinguir dos grandes tipos de ineficiencias: las que se pueden aplicar a servicios y mantenimiento y las que se refieren a equipos energéticamente ineficientes.

### 2.1. Ineficiencias debidas a la forma de operación y/o mantenimiento

#### 2.1.1. Sistema de climatización

El sistema de climatización encargado de mantener unas condiciones óptimas de humedad y temperatura puede presentar las siguientes ineficiencias:

- **Incorrecto funcionamiento de las calderas.** La correcta realización de la combustión en la misma es un parámetro a vigilar, controlar y ajustar periódicamente.
- **No utilización de calores residuales.** El calor residual de algunos sistemas de climatización o calefacción puede ser recuperado antes de desecharse.
- **Sistema inapropiado de control y regulación.** Es preciso controlar el sistema de climatización para que no quede encendido cuando no hay nadie o para que no haga demasiado frío o calor.
- **Mantenimiento inadecuado.** Un mantenimiento inapropiado de los sistemas de climatización puede reducir su vida útil y que dejen de funcionar de forma prematura.

#### 2.1.2. Iluminación

El sistema de iluminación puede presentar las siguientes deficiencias:

- **Sistema de control y regulación inadecuado.** Este tipo de sistema permite reducir costes. Existen sistemas que regulan el flujo de luz, detectores de luz ambiental o detectores de presencia.
- **Incorrecto mantenimiento del sistema de iluminación.** Un mantenimiento adecuado del sistema de iluminación evita y reduce gastos de reposición de equipos e incide en la mejora de la iluminación del centro.



### 2.1.3. Puntos terminales de consumo de agua

En muchas ocasiones por desconocimiento o falta de conciencia se hace un mal uso de los puntos terminales de consumo de agua. **Un grifo abierto más de lo necesario o el uso incorrecto de los sistemas de doble pulsador en los sanitarios pueden suponer un gasto innecesario de agua y energía.**

### 2.1.4. Equipos ofimáticos y otros equipos

Un ordenador apagado, pero en stand by sigue consumiendo energía, por lo que supone un gasto totalmente superfluo que puede eliminarse desenchufándolo o utilizando una regleta con interruptor. Lo mismo sucede con otros equipos como impresoras, escáner, proyector etc.



## 2.2. Equipos ineficientes

A continuación, vamos a analizar las principales ineficiencias debidas a equipos:

### 2.2.1. Sistemas de climatización

- **Sistema de climatización inadecuado.** Debemos partir de la base de que no es lo mismo climatizar una biblioteca, un museo o un aula de un colegio. Por ese motivo **es preciso elegir el tipo de climatización adecuado para cada caso y tener en cuenta aspectos como el clima.** Por ejemplo, en las Islas Canarias habrá centros que no requieran calefacción.
- **Calderas convencionales.** Estos equipos pueden ser sustituidos por otros más eficientes como los de funcionamiento a baja temperatura o de condensación. Este cambio requiere una importante inversión, pero también un ahorro a medio plazo.

### 2.2.2. Sistemas de iluminación

En la instalación de alumbrado de un centro docente se pueden encontrar las siguientes deficiencias:

- **Luminarias que producen deslumbramientos directos o indirectos.** Lámparas de temperatura de color y potencia no adecuadas a la instalación que, tanto por exceso como por efecto, pueden dificultar el desarrollo de las tareas. El color de la luz emitida tiene gran importancia en el comportamiento de los alumnos y en su aprovechamiento escolar. Por ejemplo, las lámparas de luz blanca proporcionan un ambiente similar al aire libre.



- **Lámparas incandescentes.** Son las más baratas y las más ineficientes puesto que las pérdidas por calor ascienden aproximadamente al 90%.
- **Balastos electromagnéticos para fluorescentes.** Estos equipos producen un importante gasto energético puesto que emiten calor y pueden influir en la climatización, proporcionan una calidad de iluminación inferior y disminuyen la vida de la lámpara si se utilizan en lugar del equipo electrónico.
- **Luminarias inapropiadas.** Aunque se utilicen lámparas adecuadas una mala elección de luminarias puede provocar que la luz se dirija donde no debe y cree reflejos, malos efectos visuales y desaprovechamiento de energía.

### 2.2.3. Puntos terminales de agua

La inexistencia de equipos como los limitadores de caudal o los grifos con pulsador en el lavabo supone un despilfarro de agua y de energía.

### 2.2.4. Otros equipos y sistemas

El uso de pequeños electrodomésticos o equipos musicales no suele producir un gasto elevado de energía, salvo que produzcan calor como la plancha, los secadores o los aspiradores, pero su uso será puntual por lo que el consumo no será excesivo.

# 3

## Mejoras tecnológicas y de gestión



### 3.1. Mejoras en el sistema de climatización

Algunas de las soluciones recomendadas para la generación de calor son la **caldera de alto rendimiento alimentada por gas natural y la bomba de calor geotérmica**. En grandes centros educativos, donde el clima es más frío, puede ser interesante analizar la viabilidad de la instalación de una planta de cogeneración, que resultará más rentable cuantas más horas de calefacción se demanden al año.

En áreas más pequeñas o que requieran calefacción solo de forma ocasional, es aconsejable instalar equipos autónomos de calefacción eléctrica.



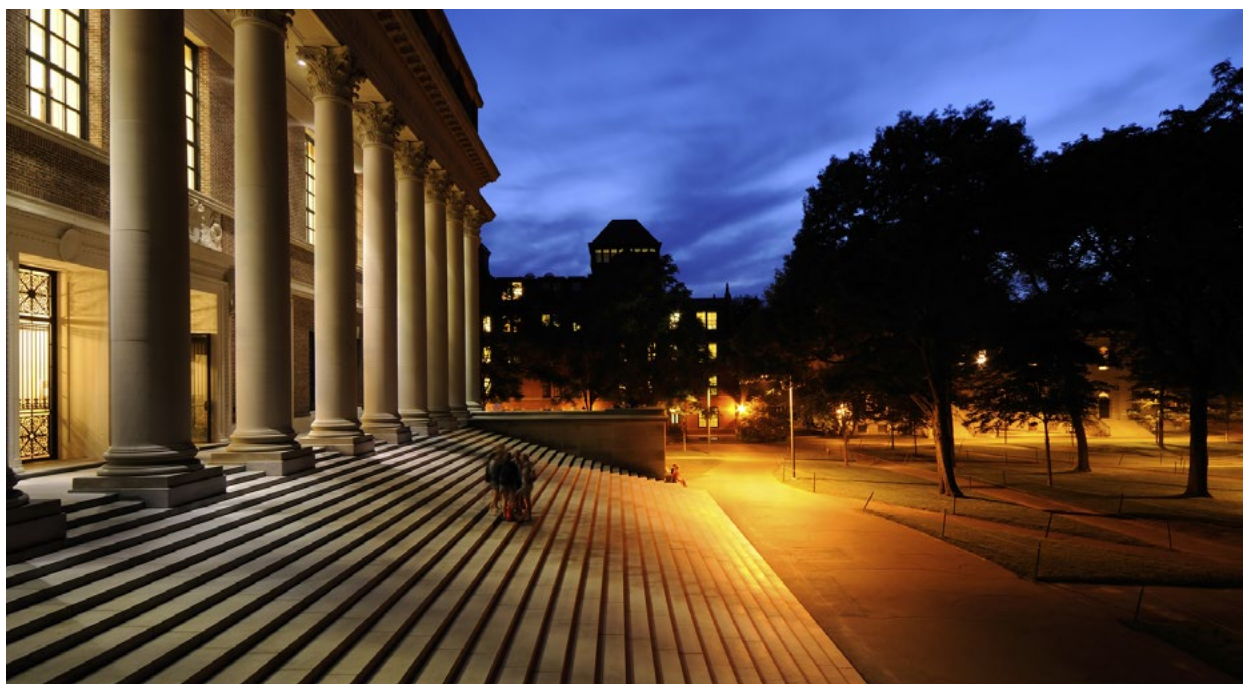
Una vez generado el calor es preciso transportarlo y **que esa red de transporte garantice un correcto aislamiento**. Por ese motivo cuanto más baja sea la temperatura de transporte, más eficiente será el funcionamiento de la climatización.

También se puede reducir el nivel de calefacción en zonas de tránsito o donde las cargas térmicas aportadas por el personal, la iluminación o los equipos informáticos sean altas.

### 3.1.2. Mejora del aislamiento

La regla esencial para un buen rendimiento térmico es **reducir las pérdidas de calor en invierno y las ganancias de calor en verano**. Estas pérdidas y ganancias dependen del aislamiento del edificio en muros, ventanas, suelo y cubierta.

**Las fachadas deberían disponer de una cámara de aire entre el material exterior de acabado y el cerramiento interior.** Una solución muy interesante consiste en plantar árboles de hoja caduca en la fachada sur (protegen del calor en verano y permiten el paso de la luz y el calor solar en invierno) y de hoja perenne en la fachada norte (protegen del frío en invierno).



En cuanto a las puertas han de ser de madera o aglomerados y con material aislante en su parte media. **Las puertas que den al exterior deben disponer de cintas o selladores en su marco.** En cuanto a las ventanas es aconsejable el uso de doble vidrio con cámara de aire.

Otro aspecto que incide en la ganancia térmica de un centro educativo y cultural es la **existencia de protecciones solares, tanto interiores como exteriores**. Existen diversos tipos de protección y el más adecuado dependerá de la orientación del edificio.

### 3.1.3. Control y regulación

**Es frecuente ver en los centros educativos que los escolares para compensar el exceso de calor abran las ventanas.** Para evitar esta situación, es conveniente instalar un sistema de regulación y control que permita controlar el modo de operación en función de la demanda de cada momento, teniendo en cuenta la entrada de calor a una estancia si ésta tiene ventanas o puertas abiertas.

Además, es recomendable **instalar un termostato en cada estancia** que permita encender o apagar la calefacción automáticamente en función de que la temperatura suba o baje respecto a la de consigna, generalmente entre 20 °C y 22 °C.



### 3.1.4. Free cooling

Es aconsejable que la instalación de ventilación vaya provista de un sistema de free-cooling para **poder aprovechar, de forma gratuita, la capacidad de refrigeración del aire exterior para entrar al edificio cuando las condiciones así lo permitan.**

Esta medida requiere la instalación de un sistema de control del aire introducido, en función de la entalpía del aire exterior y del aire interior, y con ello, **se consiguen importantes ahorros energéticos en las máquinas de generación de frío.**

### 3.1.5. Recuperación de calor del aire de ventilación

Esta mejora consiste en la instalación de recuperadores de calor/frío contenido en aire de extracción. En el recuperador se produce un intercambio de calor entre el aire extraído del edificio y el aire exterior que se introduce para la renovación del aire interior.

De esta manera, **se consigue disminuir el consumo de calefacción o de refrigeración**, ya que el aire exterior de renovación se precalienta o se preenfía en el recuperador.

### 3.1.6. Bomba de calor

La bomba de calor puede ser un sistema reversible que puede suministrar calor o frío a partir de una fuente externa cuya temperatura es inferior o superior a la del local a calentar o refrigerar, utilizando para ello una cantidad de trabajo (electricidad) comparativamente pequeña.

**La Agencia Internacional de la Energía (AIE) sostiene que, tanto la bomba de calor eléctrica como la de gas, emiten considerablemente menos CO<sub>2</sub> que las calderas.** Una bomba de calor que funcione con electricidad procedente de energías renovables no desprende CO<sub>2</sub>.

### 3.1.7. Bomba calor geotérmica

**Es un sistema basado en bomba de calor que intercambia calor con el subsuelo a través de un conjunto enterrado de colectores.** Independientemente de la época del año, a partir de cierta profundidad, el subsuelo se encuentra a una temperatura prácticamente constante durante todo el año. Entre 15 m y 20 m, la temperatura del subsuelo se estabiliza alrededor de los 17 °C.

En invierno, las bombas de calor geotérmicas absorben el calor del subsuelo y funcionan como calefacción. En verano, capturan la temperatura más fría del subsuelo para refrigerar el ambiente. De este modo las bombas de calor obtienen rendimientos mucho más elevados que en los sistemas con bomba de calor convencionales.

### 3.1.8. Optimización del rendimiento de calderas

**El primer paso para obtener un buen rendimiento en las calderas es un correcto dimensionado**, adecuando la potencia a la demanda y evitando sobredimensionados innecesarios. Es importante también utilizar un buen sistema de control para evitar pérdidas de calor cuando la caldera está en posición de espera, así como la revisión periódica.

En el momento en que se realice una revisión periódica de la caldera es recomendable llevar a cabo un análisis de la combustión, para ver si se está realizando en condiciones óptimas de rendimiento. Por otro lado, también **es aconsejable la conservación y reparación de los depósitos acumuladores y de los conductos de transporte de agua caliente.**

**El rendimiento de una caldera disminuye considerablemente a los 15 años por lo que es aconsejable sustituirla por una caldera más eficiente** como la caldera de baja temperatura o la de condensación. Existe también la posibilidad de las calderas de biomasa o los sistemas de cogeneración que producen calor y electricidad a la vez.

### 3.1.9. Mantenimiento adecuado

Para reducir el consumo de energía y minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero, es aconsejable **realizar un adecuado mantenimiento de los sistemas de climatización**, revisando la instalación, comprobando los niveles de líquido y el sistema de aislamiento, los filtros de aire y el rendimiento de la caldera.

Es preciso comprobar regularmente que no haya radiadores tapados o puertas y ventanas abiertas, salvo el tiempo necesario para ventilar.

## 3.2. Mejoras en el sistema de iluminación

Son medidas fáciles y baratas de implementar que suponen un ahorro:

- Sustitución de los sistemas tradicionales de reactancia-cebador-condensador por balastos electrónicos se obtienen ahorros de energía superiores al 25%.
- **Cambio de fluorescentes de 38 mm de diámetro por lámparas de 26 mm.** El ahorro energético que supone está en torno a un 10%.
- **Sustitución de lámparas incandescentes por lámparas de bajo consumo** o led. Estas sustituciones disminuyen el gasto energético hasta en un 80% del consumo medio de una lámpara incandescente estándar.
- Cambio de lámparas de vapor de mercurio por lámparas de vapor de sodio a alta presión.
- **Instalación de superficies reflectoras para direccionar e incrementar la iluminación.**
- Si no existen interruptores suficientes para posibilitar el control independiente de grupos de luminarias, conviene sectorizar la instalación, para independizar las lámparas más cercanas a las ventanas de las más alejadas.
- Para el control de encendido del alumbrado exterior es muy recomendable el uso de **relojes astronómicos y células fotoeléctricas**, de forma que se ajuste el apagado y el encendido a las horas necesarias.
- En zonas de uso esporádico (almacenes, archivos, aseos y vestuarios), instalar interruptores con pulsadores dotados de temporizador.

Para el funcionamiento correcto de las instalaciones de iluminación, no solo hay que tener en cuenta la instalación de unos buenos equipos, sino la **reducción del rendimiento luminoso de los sistemas por la acumulación de polvo y suciedad.**

### 3.3. Mejoras en el sistema de agua

**La demanda de agua caliente sanitaria (ACS) tanto en centros docentes como en centros culturales suele ser pequeña**, por lo que los paneles solares térmicos pueden cubrir esas necesidades en los meses con horas de sol abundantes. Otras opciones pueden ser el precalentamiento de agua mediante el aprovechamiento de calores residuales o la geotermia de baja entalpía.



Algunas medidas de eficiencia energética que van a permitir reducir el consumo son las siguientes:

- **Establecer aireadores y limitadores de caudal en los grifos de lavabos, duchas y cocinas**
- Instalar cisternas y fluxores de doble descarga, o sustituir las cisternas por fluxores.
- Sensores de presencia para accionar el agua de los grifos y lavabos.
- Cerrar bien las llaves.
- Evitar instalaciones centralizadas si el consumo no es elevado.
- **Regular la temperatura para obtener unos 40 grados a la salida de los grifos.**
- Instalar temporizadores en los lavabos.



### 3.4. Cocinas y equipos de restauración

Como medidas de ahorro y eficiencia energética se proponen las siguientes:

- **Aprovechar el calor residual de los equipos calentadores de agua (baño maría)**, de manera que se apaguen los aparatos con anterioridad al servicio de la comida.
- Efectuar operaciones de limpieza en los equipos frigoríficos, eliminando el hielo producido.

- **Mantener en buen estado las puertas y juntas de cierre de los equipos frigoríficos.**
- Informar al personal de cocina del tiempo necesario para calentar los equipos.
- **Situar los frigoríficos lejos de los focos de calor.**
- Instalación de placas de inducción.
- Es aconsejable que, tanto para los lavavajillas como para los trenes de lavado, se utilicen equipos bitérmicos que emplean agua previamente calentada procedente del circuito general de ACS.
- **Utilizar frigoríficos de bajo consumo con etiqueta energética A.**



### 3.5. Mejoras en equipos informáticos

Por lo que respecta al uso eficiente de los equipos informáticos se pueden implantar las siguientes medidas para lograr ahorrar en el consumo:

- Utilizar pantallas planas TFT que consumen menos energía que las convencionales y ocupan menos espacio.
- Comprar ordenadores con etiqueta Energy Star, que tiene la capacidad de pasar a un estado de reposo, con un consumo máximo del 15% del consumo normal, cuando haya transcurrido un cierto tiempo sin utilizar el equipo.
- Evitar mantener encendidos los equipos informáticos durante todo el tiempo.
- Apagar la pantalla si no se va a utilizar el equipo durante menos de media hora.
- Programar el apagado automático de la pantalla tras diez minutos de inactividad.
- Pasar las fotocopiadoras a estado de stand by cuando no se utilicen por periodos largos.

### 3.6. Otros sistemas y equipos

Las televisiones y equipos de sonido consumen energía, aunque se encuentren en estado de stand by por lo que es recomendable **apagarlos y desenchufarlos**. En este sentido es aconsejable utilizar una regleta con interruptor para evitar que se quede algún aparato encendido por la noche.



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