

# Guía de Ahorro Energético

Guía de Ahorro Energético en Residencias y Centros de Día



## Residencias y Centros de Día

Madrid Vive Ahorrando Energía

# Guía de Ahorro Energético en Residencias y Centros de Día



Madrid **Ahorra** con Energía

**Madrid, 2005**

Depósito Legal: M. 49.852-2005

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

# Presentación

La innovación de las Residencias de Ancianos y Centros de Día está íntimamente relacionada con la capacidad del sector para identificar las posibilidades de mejora en la gestión.

En este sentido, es importante tomar conciencia de la importancia que supone el gasto energético, que representa uno de los capítulos más relevantes de los costes de toda instalación.

Por otra parte, en la estrategia energética de la Comunidad de Madrid juega un papel central la promoción de la eficiencia energética, al objeto de minimizar el impacto ambiental que supone el uso de energía y aumentar la competitividad de las empresas madrileñas. Estas líneas estratégicas están en concordancia con los objetivos de la política energética nacional y europea, y con el cumplimiento de los compromisos del Protocolo de Kyoto.

Por ello, la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica en colaboración con la Asociación de Residencias de Tercera Edad y Centros de Día (AMRTE) han decidido publicar esta Guía para informar a los empresarios y a otros profesionales relacionados con el sector de las ventajas de la adopción de medidas para la mejora de la eficiencia energética y de los incentivos existentes para ello.

**Carlos López Jimeno**

Director General de Industria, Energía y Minas

# Prólogo

Estamos pasando una situación delicada debido al aumento del consumo energético con los efectos nocivos que ello produce; por tanto, para preservar el medio Ambiente y cumplir con el Protocolo de Kyoto, se hace necesario adoptar medidas encaminadas al ahorro y eficaz utilización de las diversas fuentes de energía.

Consideramos medidas de ahorro y mejora en la eficiencia energética la utilización de fuentes o tecnologías que permiten una mejora del rendimiento energético a la vez que contribuyan directa o indirectamente a la reducción de emisiones a la atmósfera.

Por otra parte, constituyen medidas de eficiencia energética la utilización de fuentes de energía renovables, en el alumbrado, calefacción, climatización, agua caliente sanitaria, mejora en el aislamiento térmico, etc.

Si esto, además, supone una mejora respecto a cualquier limitación impuesta por la normativa sectorial de aplicación, las distintas administraciones proporcionan ayudas para la implantación de sistemas de ahorro y eficiencia energética.

Desde la Asociación de Residencias de Tercera Edad y Centros de Día (AMRTE), informamos a nuestros asociados de la ventaja que supone la adopción de estas medidas; para ello organizamos seminarios y acudimos a las conferencias que diversos organismos realizan.

Estoy convencido que esta Guía supone un instrumento de gran utilidad a la hora de construir nuevos centros y para las Residencias y Centros de Día que hay funcionando en la actualidad, pues veremos como utilizar la energía solar fotovoltaica o la energía solar térmica o la implantación de sistemas avanzados de gestión energética.

**Pascual Berlanga Sarmentera**  
Presidente de AMRTE

# Autores

- Capítulo 1. **Eficiencia energética. Índice de eficiencia**  
Centro de Eficiencia Energética de Unión Fenosa  
[www.unionfenosa.es](http://www.unionfenosa.es)
- Capítulo 2. **Medidas para la eficiencia energética**  
Endesa. Dirección Empresas. Marketing Empresas.  
[www.endesa.es](http://www.endesa.es)
- Capítulo 3. **Ahorro de energía eléctrica en el alumbrado**  
Philips División Comercial Alumbrado  
[www.philips.es](http://www.philips.es)
- Capítulo 4. **Sistemas de ahorro de agua y energía**  
D. Luis Ruiz Moya  
Tecnología Energética Hostelera y Sistemas de Ahorro, S.L (Tehsa)  
[www.ahorraragua.com](http://www.ahorraragua.com)
- Capítulo 5. **Ahorro energético en la climatización de residencias y centros de DIA**  
D. José J. Vílchez. Ingeniero Industrial  
Product Manager de Equipos Comerciales y Sistemas  
Departamento de Marketing  
Carrier España S.L.  
[www.carrier.es](http://www.carrier.es)
- Capítulo 6. **Energía solar fotovoltaica**  
D. Luís Gordo  
Acciona Solar  
[www.acciona-energia.com](http://www.acciona-energia.com)  
[www.aesol.es](http://www.aesol.es)
- Capítulo 7. **La energía solar térmica: agua caliente sanitaria, calefacción y climatización (Viessman)**  
D. Juan Manuel Rubio Romero  
Product Manager Energía Solar  
Viessmann, S.L.  
[www.viessmann.es](http://www.viessmann.es)

# Índice

CAPÍTULO 1. Eficiencia energética. Índice de eficiencia	17
1.1. Introducción	17
1.2. Estudio de eficiencia energética de la PYME	18
1.2.1. Introducción y metodología	18
1.2.2. Índice de Eficiencia Energética	20
1.2.3. Resultados por Comunidad Autónoma	20
1.2.4. Resultados por sector de actividad	22
1.2.5. Resultados por tamaño de la empresa	24
1.2.6. Componentes del Índice de Eficiencia Energética	25
1.2.6.1. Cultura Energética	27
1.2.6.2. Mantenimiento	29
1.2.6.3. Control	32
1.2.6.4. Innovación	35
1.2.7. Conclusiones	37
1.2.7.1. Cultura Energética	38
1.2.7.2. Mantenimiento	39
1.2.7.3. Control	39
1.2.7.4. Innovación	40
CAPÍTULO 2. Medidas para la eficiencia energética	41
2.1. Introducción	41
2.2. Optimización tarifaria	43
2.2.1. Mercado Liberalizado: Gas y Electricidad	44
2.3. Optimización de instalaciones	44
2.3.1. Estudio del consumo	44
2.3.1.1. Consumo de energía en Residencias de Mayores	45
2.3.1.2. Distribución del consumo energético	45
2.3.2. Parámetros de eficiencia energética	48
2.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en Residencias de Mayores	49

2.3.3.1. Iluminación	50
2.3.3.2. Calefacción y aire acondicionado	57
2.3.3.3. Agua caliente sanitaria	63
2.3.4. Gestión y mantenimiento energético	66
2.3.5. Eficiencia energética de edificios. Análisis de la Directiva 2002/91/CE	68
2.3.5.1. Certificado de eficiencia energética	70
2.3.5.2. Inspección de calderas y de los sistemas de aire acondicionado	71
2.4. Conclusiones	72
CAPÍTULO 3. Ahorro de energía eléctrica en el alumbrado	75
3.1. Introducción	75
3.2. Directivas, Códigos, Leyes y Reglamentos sobre la Eficiencia Energética	75
3.2.1. Norma UNE 12464-1 relativa a "Iluminación de los lugares de trabajo en interior"	76
3.2.2. Real Decreto 208/2005, relativo a la Directiva RAEE sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos	77
3.3. Cómo se puede ahorrar energía en instalaciones de alumbrado	78
3.3.1. Fase de Proyecto	80
3.3.1.1. La predeterminación de los niveles de iluminación	80
3.3.1.2. Elección de los componentes de la instalación	81
3.3.1.3. Elección de sistemas de control y regulación	87
3.3.2. Ejecución y explotación	88
3.3.2.1. Suministro de energía eléctrica	89
3.3.2.2. Cumplimiento de los niveles proyectados	89
3.3.2.3. Respeto de las soluciones y sistemas proyectados	89
3.3.2.4. Establecimiento de los encendidos y apagados	89
3.3.2.5. Regulación de los niveles de luz artificial	90
3.3.2.6. Uso flexible de la instalación	90
3.3.3. Mantenimiento	91
3.3.3.1. Previsión de operaciones programadas	91

3.3.3.2. Respeto de las frecuencias de reemplazo de los componentes	92
3.3.3.3. Reemplazo llevado a cabo con componentes correctos	92
3.3.3.4. Recogida, transporte y reciclaje de los elementos sustituidos	93
3.3.4. Diseño de la iluminación de un residencia: sala polivalente, pasillo, sala de estar y habitación	93
3.3.4.1. Residencia	94
CAPÍTULO 4. Sistemas de ahorro de agua y energía	111
4.1. ¿Por qué ahorrar agua?	111
4.1.1. Objetivos de un Plan de Reducción del Consumo de Agua	114
4.2. ¿Cómo ahorrar agua y energía?	115
4.2.1. Acciones y consideraciones para ahorrar agua y energía	116
4.3. Tecnologías y posibilidades técnicas para ahorrar agua y energía	120
4.4. Clasificación de Equipos	122
4.4.1. Grifos monomando tradicionales	123
4.4.2. Grifos de volante tradicionales	126
4.4.3. Grifos termostáticos	127
4.4.4. Grifos electrónicos de activación por infrarrojos	127
4.4.5. Grifos de ducha y torres de prelavado en cocinas	129
4.4.6. Grifos temporizados	130
4.4.7. Fluxores para inodoros y vertederos	132
4.4.8. Regaderas, cabezales y regaderas de duchas	134
4.4.9. Inodoros (WC)	136
4.4.10. Tecnología para las redes de distribución	140
4.5. Ejemplo de consumo, inversión, ahorros y beneficios por implementación de medidas correctoras del consumo de agua	144
4.6. Beneficios ecológicos de este tipo de inversiones	145
4.7. Consejos generales para economizar agua y energía	146
CAPÍTULO 5. Ahorro energético en la climatización de residencias y centros de día	153
5.1. Introducción	153
5.2. Diseño y utilización de las instalaciones	153

5.3. Tecnología del ciclo frigorífico aplicable al ahorro energético	157
5.3.1. Ahorro energético por el avance tecnológico en nuevos equipos	157
5.3.2. La bomba de calor: una máquina frigorífica como fuente de calor	158
5.3.3. Recuperación de calor para producción de agua caliente en unidades de condensación por aire	163
5.3.4. Ahorro energético con válvulas de expansión electrónica. Economizadores	166
5.3.5. Ahorro energético con turbina de expansión	167
5.3.6. Cogeneración más unidades de producción de agua fría por ciclo de absorción	168
5.4. Utilización de sistemas de control de ahorro energético más eficaces	171
5.4.1. Gestión de componentes del sistema: cambio de modo de operación	172
5.4.2. Gestión de enfriamiento gratuito por aire exterior (ITE 02.4.6) y recuperación de calor	173
5.4.3. Gestores energéticos para distribución de agua fría con múltiples enfriadoras	175
5.5. Consideraciones finales	176
CAPÍTULO 6. Energía solar fotovoltaica	181
6.1. Introducción	181
6.2. La energía solar fotovoltaica	182
6.2.1. Características y conceptos básicos de la energía solar fotovoltaica	182
6.2.2. Usos de la energía solar fotovoltaica	185
6.2.3. Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica conectada a red	188
6.2.3.1. Sobre tejados y cubiertas existentes	188
6.2.3.2. Sobre el terreno	190
6.2.3.3. Integración en edificios	190
6.2.4. Mantenimiento de las instalaciones fotovoltaicas	193
6.2.5. Garantía de los equipos	193

6.3. Desarrollo de la energía solar fotovoltaica	194
6.4. Legislación y Normativa	197
6.5. Rentabilidad	199
CAPÍTULO 7. La energía solar térmica: agua caliente sanitaria, calefacción y climatización	205
7.1. Introducción	205
7.2. Posibilidades de ahorro solar en Residencias de Ancianos	207
7.3. Funcionamiento de las instalaciones solares térmicas.	209
Componentes	
7.3.1. Subsistema de Captación	210
7.3.2. Subsistema de Acumulación	214
7.3.3. Subsistema de Intercambio	215
7.3.4. Subsistema de Regulación y Control	216
7.3.5. Subsistema de Energía Auxiliar o Convencional	216
7.4. Principales aplicaciones de la energía solar térmica	218
7.4.1. Producción de ACS con energía solar térmica	219
7.4.2. Producción de ACS y climatización de piscinas con energía solar térmica	220
7.4.3. Conexión al retorno de los sistemas de calefacción con energía solar térmica	220
7.5. Conexión al retorno en sistemas de absorción con energía solar térmica	222
7.6. Caso ejemplo: residencia de ancianos con energía solar para la producción de ACS	224
7.6.1. Objetivo	224
7.6.2. Selección de opciones	224
7.6.3. Características de la instalación	225
7.6.3.1. Descripción general	225
7.6.3.2. Funcionamiento del esquema hidráulico	226
7.6.3.3. Cálculos energéticos y económicos	227
7.6.3.4. Ahorro de emisiones de CO <sub>2</sub>	230
7.7. Resumen de los beneficios de solarizar una Residencia de Ancianos	231

## 1.1. Introducción

La energía es un factor de gran relevancia en el desarrollo económico de cualquier país. Las importaciones, las exportaciones y el modo de utilización de los recursos energéticos influyen en gran medida en la tipología de la estructura financiera de un estado.

La eficiencia energética es un instrumento fundamental para dar respuesta a los cuatro grandes retos del sector energético mundial: el cambio climático, la calidad y seguridad del suministro, la evolución de los mercados y la disponibilidad de fuentes de energía.

Por eficiencia energética se entiende el conjunto de actividades encaminadas a reducir el consumo de energía en términos unitarios, mejorando la utilización de la misma, con el fin de proteger el medio ambiente, reforzar la seguridad del abastecimiento y crear una política energética sostenible. Se trata de utilizar mejor la energía. El objetivo de una política de eficiencia energética es fomentar comportamientos, métodos de trabajo y técnicas de producción que consuman menos energía.

El objetivo básico de la política energética de España, al igual que el resto de los países, es llevar la economía a una situación de máxima competitividad. Sin embargo, en los últimos tiempos, están surgiendo varias trabas en el camino:

- ✿ Elevada dependencia energética exterior: España importa el 75 % de la energía primaria que utiliza frente al 50 % de media en la UE, cifra considerada ya elevada por las instituciones comunitarias. Además, esa

dependencia va en aumento, con las implicaciones no sólo económicas y comerciales que ello supone, sino también con unos efectos medioambientales significativos al tratarse mayoritariamente de productos fósiles con un elevado nivel de emisiones de efecto invernadero.

- ✿ La economía española está evolucionando durante los últimos años hacia tasas de crecimiento anual superiores a la media europea, lo que está permitiendo un avance significativo en convergencia real. No obstante, esta evolución también se ha visto acompañada por crecimientos importantes de la demanda energética, con tasas de incremento anual superiores, algunos años, a las de la economía. De ahí que el indicador de Intensidad Energética muestre tendencias de ligero crecimiento durante los últimos años.
- ✿ Hay una preocupación por llevar a cabo una reducción significativa de emisiones de contaminantes atmosféricos, en concordancia con las Directivas europeas y orientaciones internacionales.

## 1.2. Estudio de eficiencia energética de la PYME

### 1.2.1. Introducción y metodología

UNION FENOSA está comprometida con el ahorro y la eficiencia energética porque entiende firmemente que *"la energía más limpia es la que no se consume"*. Una de las contribuciones a este principio básico es la construcción de una métrica: el *'Índice de Eficiencia Energética'*, que permite a las empresas conocer y gestionar su perfil de eficiencia energética.

Para ello se ha definido el perfil de eficiencia energética de la empresa a través del análisis detallado de los cuatro factores clave que lo determinan.

Los cuatro factores analizados son:



- ✿ **Cultura Energética:** en este apartado se analiza el nivel de información existente en la organización, la formación interna y la política de empresa en el ámbito de la eficiencia energética.
  
- ✿ **Mantenimiento:** se determina el nivel de sensibilidad existente en la empresa en el mantenimiento de los diferentes equipamientos utilizados, con objeto de alcanzar el óptimo rendimiento desde el punto de vista de la eficiencia energética.
  
- ✿ **Control Energético:** se analiza el nivel de gestión del gasto energético, a través de la aplicación de métodos de medición y la implantación de procesos administrativos adecuados.
  
- ✿ **Innovación Tecnológica:** se valora el grado de actualización de la empresa en lo que se refiere a los medios técnicos aplicados en las instalaciones, tanto de producción, como de servicios generales.

El Índice de Eficiencia Energética viene definido por una evaluación ponderada de los cuatro factores analizados, que son los que determinan la eficiencia en el uso de la energía.

Para la realización de este primer estudio de 'Eficiencia energética de la Pyme', se han realizado 2421 entrevistas telefónicas, lo que ofrece una precisión de +2 % en un intervalo de confianza del 95 %.

La muestra ha sido escogida sobre empresas de entre 6 y 199 empleados, pertenecientes a los sectores de Comercio, Industria, Hoteles, Servicios Profesionales, Restaurantes y cafeterías, Resto de Actividades (engloba a las empresas no incluidas en los sectores anteriores), buscando representatividad nacional, sectorial y autonómica.

## 1.2.2. Índice de Eficiencia Energética

La primera edición del estudio sobre 'Eficiencia Energética de la PYME', conforma un índice de Eficiencia Energética de **3,1** puntos sobre 10.

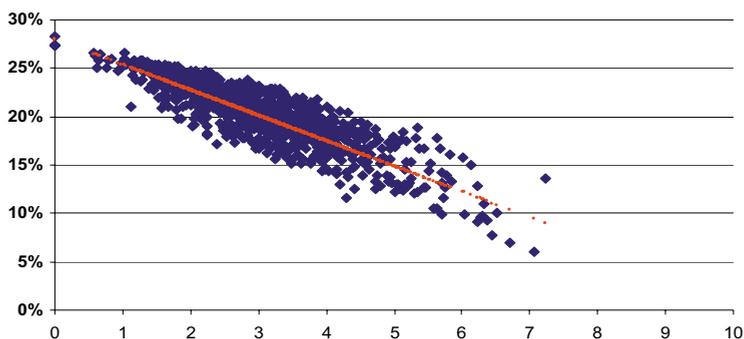
Este resultado, que en principio puede parecer bajo, refleja un importante potencial de mejora en la competitividad de las empresas y supone un primer punto de partida para comprobar la evolución del perfil de eficiencia energética de la pyme a lo largo de las sucesivas ediciones de este estudio.

Del estudio se desprende que el gasto energético de las pymes se podría optimizar modificando tan sólo algunos hábitos de consumo y el equipamiento básico de las empresas.

Si se trasladan los resultados del Índice de Eficiencia Energética a términos de ahorro, el estudio refleja que las pequeñas y medianas empresas españolas pueden ahorrar una media del 19,4 % de la energía que consumen. En la Fig.1 se muestra la distribución del ahorro estimado en función del Índice de Eficiencia Energética.

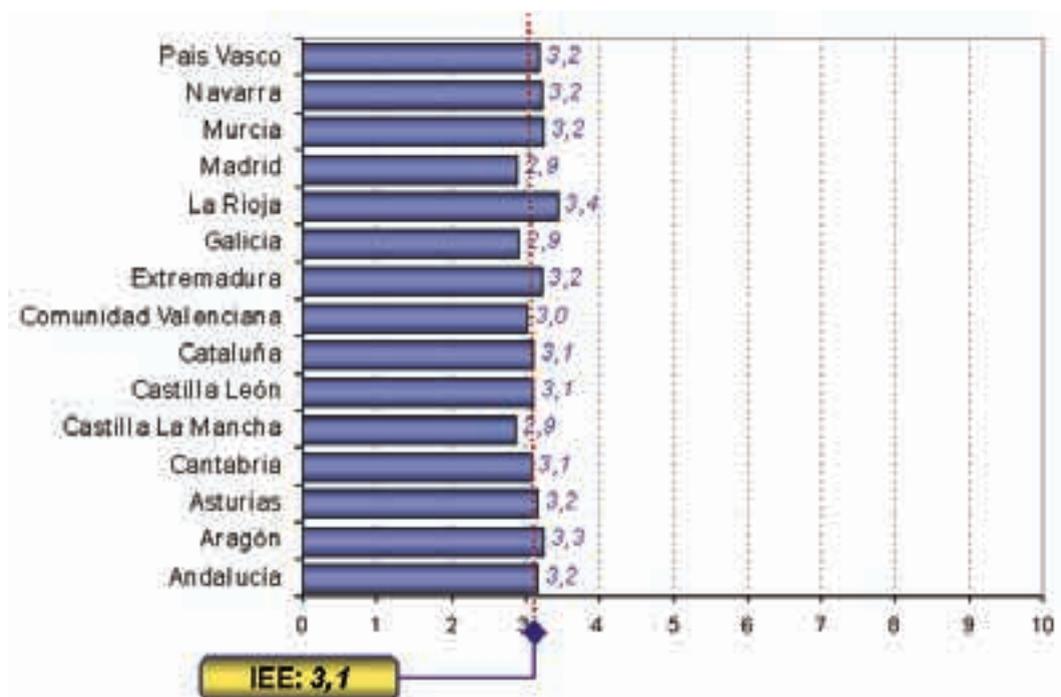
## 1.2.3. Resultados por Comunidad Autónoma

En las Fig. 2 y Fig. 3 se muestran los resultados del Índice de Eficiencia Energética de la Pyme en cada una de las Comunidades Autónomas donde se ha realizado el estudio, tanto en términos de valoración del índice como en términos de ahorro energético.



**Figura 1.** Distribución del ahorro en función del Índice de Eficiencia.

Como se desprende de la lectura de los gráficos, los resultados que se obtienen son muy homogéneos en todas las Comunidades Autónomas, lo que lleva a concluir que no existen grandes diferencias geográficas en los hábitos de consumo ni en los equipamientos energéticos de las pymes españolas.



**Figura 2.** Índice de Eficiencia Energética por CCAA.

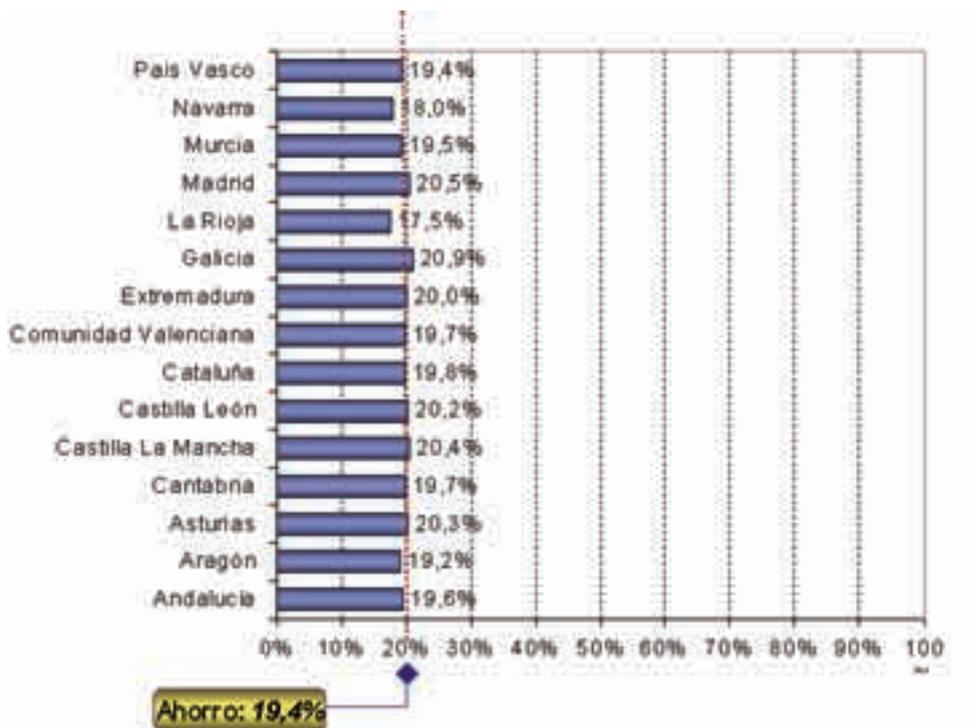


Figura 3. Ahorro potencial estimado por CCAA.

### 1.2.4. Resultados por sector de actividad

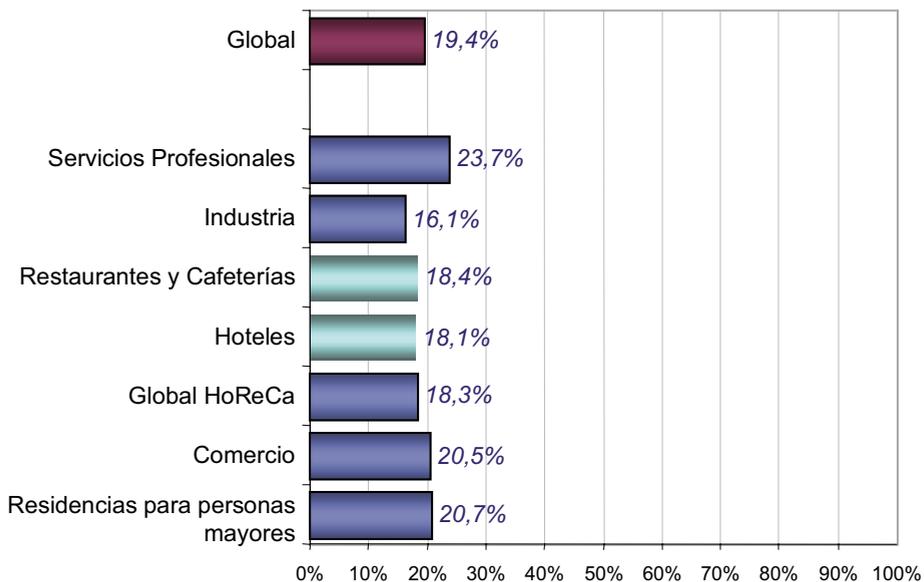
El análisis de los resultados del Índice por sector de actividad muestra diferencias significativas entre los mismos. El sector 'Hoteles' obtiene la mejor valoración (4,1 puntos sobre 10), mientras que el sector 'Servicios Profesionales' obtiene la puntuación más baja, 2,7 puntos, obteniendo 'Residencias' la segunda puntuación más baja con 2,9.

La dispersión, en términos de ahorro, también es significativa y oscila entre el 23,7 % de ahorro en el sector de 'Servicios Profesionales' y el 16,1 % del sector 'Industria'. Como se desprende del estudio de los dos gráficos, no existe una relación lineal entre el valor del índice y el potencial de ahorro que se puede alcanzar, es decir, mayor/menor valoración del índice no implica necesariamente menor/mayor potencial de ahorro respectivamente.



**Figura 4.** Valoración del Índice de Eficiencia Energética por sectores.

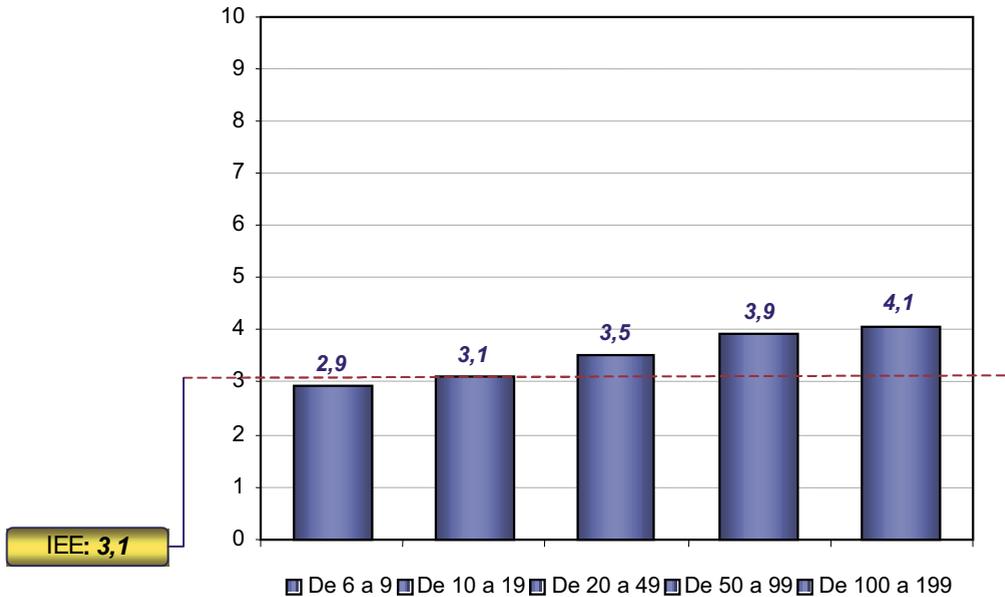
Nota: HoReCa. Agrupa a los sectores de actividad: Hoteles, Restaurantes y Cafeterías



**Figura 5.** Ahorro potencial estimado por sectores.

## 1.2.5. Resultados por tamaño de la empresa

La Fig. 6 representa la distribución del índice según el número de empleados de la empresa.



**Figura 6.** Índice de eficiencia energética por tamaño.

Son señalables las sensibles diferencias que existen entre los hábitos de consumo y utilización de la energía según el tamaño de las pymes analizadas. El índice refleja que las pymes con más empleados (entre 100 y 199) son las que tienen unos hábitos energéticos más eficientes y las empresas con menos trabajadores (entre 6 y 9) son las menos eficientes.

Por otra parte, el segundo segmento de empresas analizadas (de entre 10 y 19 empleados) obtiene la misma puntuación que la media del estudio (3,1 puntos sobre 10).

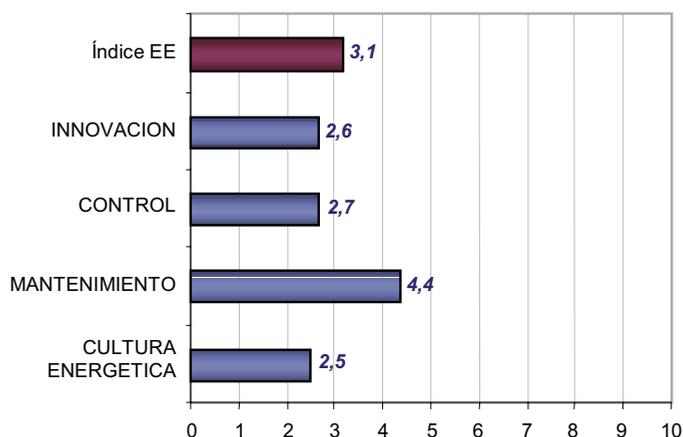
Se puede comprobar a lo largo del Estudio que esta tendencia se repite, de forma generalizada, en todos los indicadores estudiados.

## 1.2.6. Componentes del Índice de Eficiencia Energética

El Índice de Eficiencia Energética viene definido por una evaluación ponderada de cuatro subíndices. Estos subíndices se corresponden con los cuatro factores analizados que determinan la eficiencia en el uso de la energía.

- ❁ **Cultura Energética.**
- ❁ **Mantenimiento.**
- ❁ **Control Energético.**
- ❁ **Innovación Tecnológica.**

La Fig. 7, muestra la valoración del Índice de Eficiencia Energética y su desglose en los cuatro componentes que lo conforman.



**Figura 7.** Componentes del Índice de Eficiencia.

Del análisis de estos resultados, se desprende que la pyme española está muy poco concienciada de los beneficios que le reportaría implantar políticas sobre el uso eficiente de la energía.

Como se puede apreciar, el subíndice de Mantenimiento es el que obtiene mejor puntuación (4,4 puntos sobre 10) mientras que el apartado de Cultura Energética es el que obtiene la menor de las valoraciones (2,5 puntos sobre 10). Por

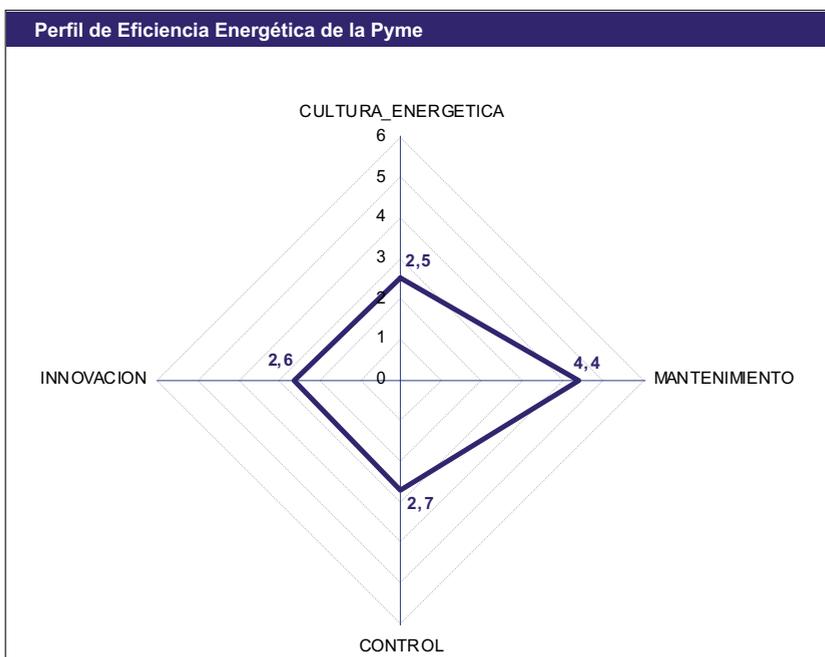
otra parte, salvo 'Mantenimiento', no existen grandes diferencias entre el resto de subíndices.

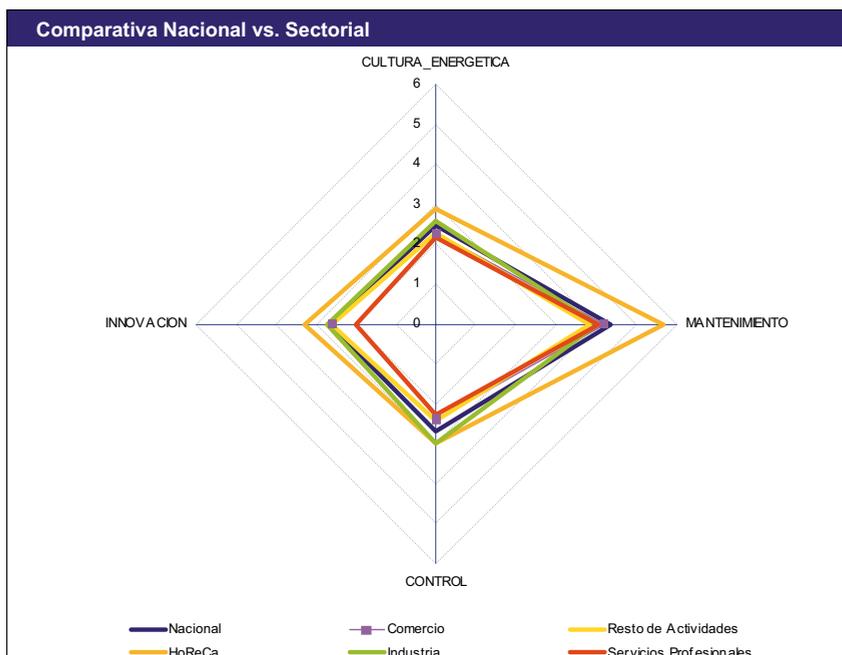
Una vez evaluadas las cuatro áreas que conforman el nivel de eficiencia energética de la pyme, se puede establecer el siguiente perfil de la empresa española:

**La empresa española presenta un perfil de Cultura Energética bajo y, por lo tanto, muy adecuado para poder desarrollar acciones encaminadas a mejorar la eficiencia energética de sus organizaciones.**

**No está especialmente concienciada de los beneficios de implementar políticas de control energético ni de introducir innovaciones (tanto en los aspectos de metodologías de trabajo como en lo que a equipos energéticamente eficientes se refiere).**

**Sin embargo, sí dedica recursos a la realización de acciones de mantenimiento, generalmente mantenimiento correctivo, de las instalaciones y equipos energéticos.**





### 1.2.6.1. Cultura Energética

El subíndice de 'Cultura Energética' mide el nivel de sensibilidad de la empresa hacia los temas relacionados con la eficiencia energética. En concreto se valora la formación, la información y el grado de compromiso de la Dirección con estos temas.

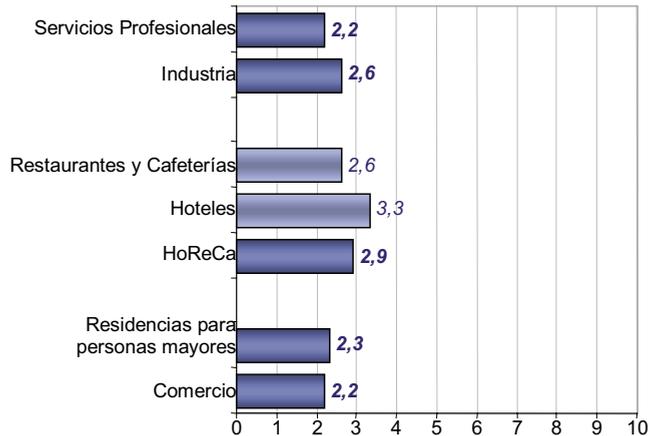
El subíndice de Cultura Energética alcanza un valor de 2,5 puntos sobre 10, siendo el subíndice que obtiene la puntuación más baja.

A la vista de estos resultados, se puede concluir que existe una muy escasa concienciación y, por lo tanto, un bajo nivel de compromiso en las pymes para mejorar su rendimiento energético.

Si se analiza el apartado de Cultura Energética por sector de actividad, se observa, en primer lugar, que son los sectores 'HoReCa' e 'Industrial' los que obtienen las mejores valoraciones, mientras que 'Comercio' y 'Servicios

Profesionales' se sitúan en las posiciones más bajas con, tan sólo, 2,2 puntos sobre 10.

Por otra parte, si se desglosa el sector 'HoReCa' en los dos subsectores que lo componen, se puede observar una diferencia significativa entre el sector 'Hoteles' (3,3 puntos) y el sector 'Restaurantes y Cafeterías' (2,6 puntos).



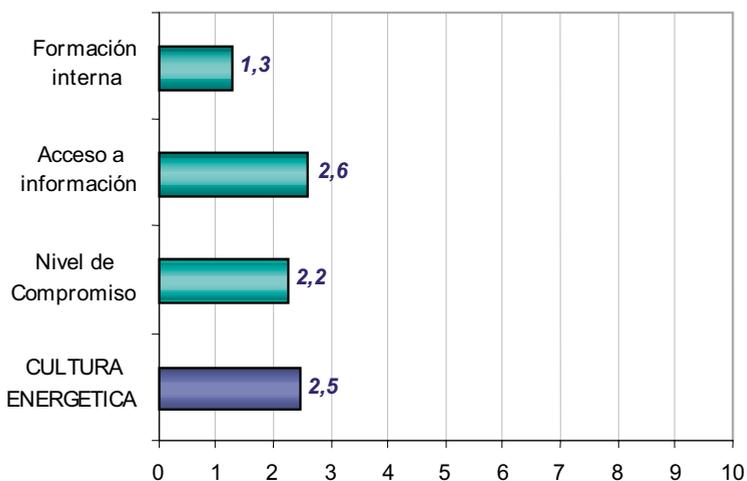
**Figura 8.** Cultura Energética, valoración por sectores.

El análisis del perfil de Cultura Energética muestra, de nuevo, las grandes diferencias en el comportamiento de las pymes según sea su tamaño, el valor del subíndice de cultura energética aumenta conforme al número de empleados de la empresa.

Se detecta un salto cuantitativo en las empresas de más de cincuenta empleados.

Dentro del apartado de Cultura Energética se han analizado tres factores:

- El nivel de compromiso de la empresa con la eficiencia energética.
- La posibilidad de acceso a información relacionada con la eficiencia energética.
- La formación interna en materia de eficiencia energética.



**Figura 9.** Índice de Cultura Energética por factores.

Una primera lectura de los resultados obtenidos por estos tres indicadores permite extraer las siguientes conclusiones:

- ❁ La formación interna en temas de hábitos y usos eficientes de la energía es prácticamente inexistente, se convierte, por lo tanto, en la asignatura pendiente de la pyme. La valoración de este indicador es de sólo 1,3 puntos sobre 10, siendo la puntuación más baja de todos los indicadores del estudio.
- ❁ Como era de esperar, una escasa formación en materia de eficiencia energética, se materializa en un bajo nivel de compromiso (2,2 puntos sobre 10). Lógicamente, si no existe formación no puede haber una puesta en práctica de los conceptos y hábitos energéticamente eficientes.
- ❁ Por último, el acceso a información relacionada con la eficiencia energética, es el indicador que obtiene la mejor valoración de los tres. Aún así, su puntuación es de tan sólo 2,6 puntos sobre 10.

### 1.2.6.2. Mantenimiento

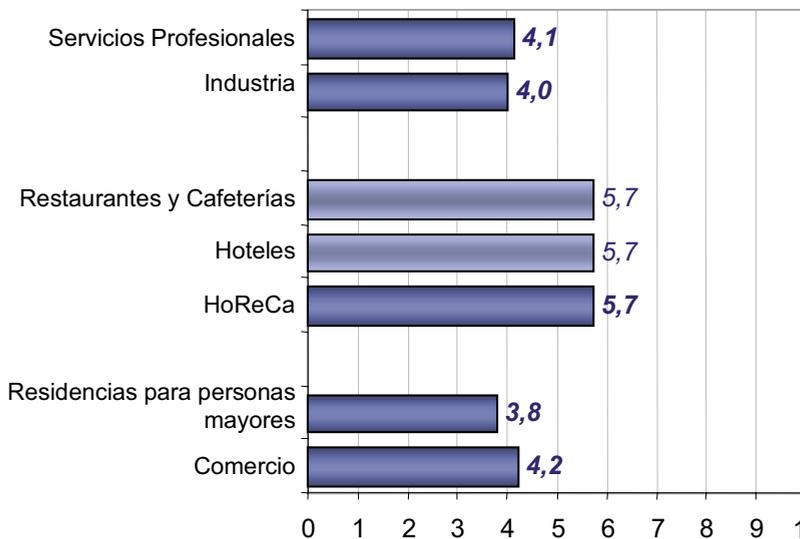
Para conseguir una máxima eficiencia energética en la empresa, se necesita que todos los equipos existentes dentro de ella, desde la más sencilla de las

lámparas que iluminan un puesto de trabajo hasta la más complicada de los equipos robotizados que puedan existir en la actualidad, funcionen de la forma más eficiente posible. Esto se logrará siempre que se realice el mantenimiento adecuado de dichos equipos, minimizando así averías, bajos rendimientos, etc.

El indicador de 'Mantenimiento' trata de medir en qué medida se realiza el mantenimiento de los equipos e instalaciones de energía.

De los cuatro subíndices que conforman el Índice de Eficiencia Energética el subíndice de 'Mantenimiento' obtiene la puntuación más alta (4,4 puntos sobre 10). Cabe destacar que la mayoría de las empresas entrevistadas realizan algún tipo de mantenimiento. Destacan las pymes que realizan un mantenimiento correctivo (52 %) frente a las que realizan un mantenimiento preventivo (33 %).

Como se puede comprobar en la Fig. 10, el análisis sectorial de este subíndice muestra el gran salto cuantitativo que existe entre el sector que obtiene la mayor puntuación 'HoReCa' (5,7 puntos sobre 10) y el resto de sectores de actividad.



**Figura 10.** Índice de Mantenimiento por sectores.

Cabe destacar también la igualdad obtenida entre los sectores que se engloban dentro del sector 'HoReCa'. Por otra parte, tampoco existen grandes diferencias entre el resto de sectores de actividad.

A la vista de estos resultados se puede concluir que, tanto el sector 'Hotelero' como los 'Restaurantes y cafeterías', son los sectores más concienciados de las ventajas que suponen desarrollar acciones de mantenimiento de sus instalaciones de energía.

Si se observa la puntuación del subíndice de 'Mantenimiento', atendiendo al tamaño de las empresas, se puede comprobar que todas las empresas, independientemente de su tamaño, realizan acciones de mantenimiento y están, por lo general, muy concienciadas sobre los beneficios de realizar este tipo de acciones.

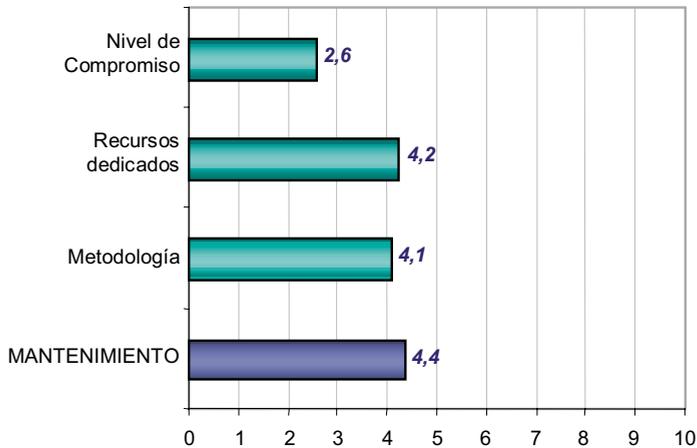
Para realizar el estudio del subíndice Mantenimiento, se han analizado los siguientes factores:

- El conjunto de técnicas y procesos empleados en las acciones de mantenimiento, es decir, la **metodología** de mantenimiento utilizada.
- La cantidad de **recursos** dedicados a tareas de mantenimiento, tanto personales como técnicos.
- El grado de importancia que se otorga a las acciones de mantenimiento por parte de la empresa, es decir, su **nivel de compromiso** con este tipo de acciones.

La Fig. 11 muestra las puntuaciones obtenidas por los tres componentes del subíndice 'Mantenimiento'.

Como se desprende de la figura, las empresas realizan acciones de mantenimiento aplicando cierto nivel de metodología y dedicando un determinado número de recursos. Sin embargo, el indicador del 'Nivel de compromiso' de los tres indicadores analizados en este apartado es el que menor puntuación obtiene, 2,6 puntos sobre 10. Por lo tanto, se puede concluir que

aunque las empresas otorgan mucha importancia a las tareas de mantenimiento, este hecho no se ha sido bien comunicado o transmitido al resto de la organización.



**Figura 11.** Puntuaciones de los factores de mantenimiento.

### 1.2.6.3. Control

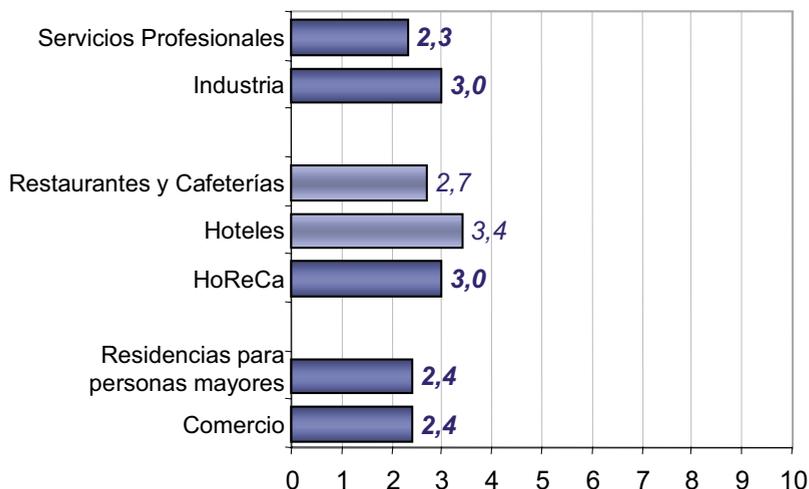
El indicador de 'Control', mide el grado de disponibilidad que tienen las empresas sobre una serie de datos acerca de cuánto, cómo, dónde y por qué se produce el gasto energético/económico en cada uno de los equipos o procesos consumidores de energía que existan en las empresas.

El conocimiento de estos datos supone conocer dónde se encuentran las posibilidades de mejora en el ámbito de la eficiencia energética y, por lo tanto, donde aplicar los esfuerzos.

La puntuación obtenida por este indicador es de 2,7 puntos.

En el análisis sectorial de este subíndice, el sector 'Hotelero' es el que mejor valoración obtiene (3,4 puntos sobre 10) seguido del sector 'Industria' con 3,0 puntos.

Estos dos sectores son, por lo tanto, los sectores que más concienciados están respecto a los beneficios que supone implantar políticas de control adecuadas sobre las instalaciones energéticas.



**Figura 12.** Índice de Control por sectores.

Respecto al análisis según el tamaño de la empresa, sigue la tendencia general del estudio, a mayor número de empleados mayor control.

Son las empresas de más de veinte empleados las que se sitúan con puntuaciones por encima de la media del indicador 'Control', 2,7 puntos sobre 10.

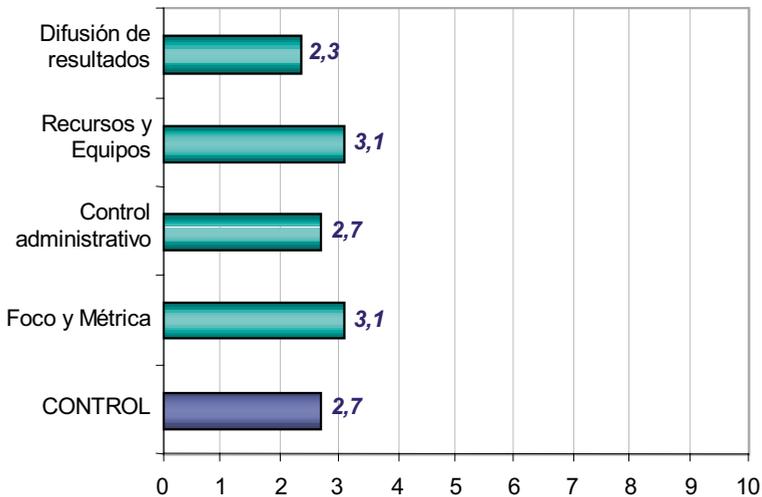
Dentro del apartado de 'Control' se han analizado los siguientes aspectos:

- ❁ **Foco y Métrica.** Mide el nivel de adopción del concepto 'ahorro energético' por parte de la Dirección de la empresa, es decir, la mayor o menor importancia que la Dirección de la empresa otorga al ahorro energético.
- ❁ **Control Administrativo.** Indicador muy relacionado con el anterior. Es un indicador operativo. Trata de medir en qué manera se controla, maneja y procesa la información sobre consumos desde el punto de vista administrativo.

- ❁ **Recursos y Equipos.** Mide la adecuación de los recursos, humanos y técnicos, dedicados a la tarea de monitorización de consumos.
- ❁ **Difusión de Resultados.** Este indicador trata de valorar en qué medida los resultados obtenidos gracias al control, se utilizan para concienciar a los empleados de la utilidad de llevar a cabo acciones de control y medidas de eficiencia energética.

Como se puede observar en la Fig. 13, el indicador 'Difusión de Resultados' es el que obtiene la valoración más baja (2,3 puntos sobre 10), por debajo de la media del subíndice 'Control' (2,7).

A la vista de las valoraciones obtenidas por los indicadores que componen el subíndice 'Control', se puede concluir que las empresas, generalmente, están poco concienciadas de los beneficios que les reportaría desarrollar una política de control de la energía en sus instalaciones (3,1), dedican pocos medios y recursos a actividades de control (3,1) y al control administrativo de los consumos (2,7) y no incluyen, por lo general, en su política de comunicación interna menciones sobre los beneficios obtenidos gracias a las medidas de ahorro y eficiencia energética (2,3).



**Figura 13.** Índice de control por factores.

### 1.2.6.4. Innovación

Los avances tecnológicos, en todos los campos, implican una mejora en la eficiencia energética ya que suponen mejoras de rendimientos con el fin de conseguir una disminución en los costes de producción.

El subíndice de innovación está relacionado con el grado de actualización de los medios técnicos aplicados en las instalaciones de la empresa, tanto de producción como de servicios generales (iluminación, climatización, etc.).

La puntuación obtenida por el subíndice 'Innovación' es de 2,6 puntos.

En el análisis sectorial de este subíndice, el sector 'Hotelero' es el que mejor valoración obtiene (3,6 puntos sobre 10). Por el contrario el sector 'Servicios Profesionales' es el que se sitúa a la cola de los sectores de actividad en cuanto a la introducción de innovaciones se refiere. No existen diferencias significativas entre el resto de sectores de actividad.

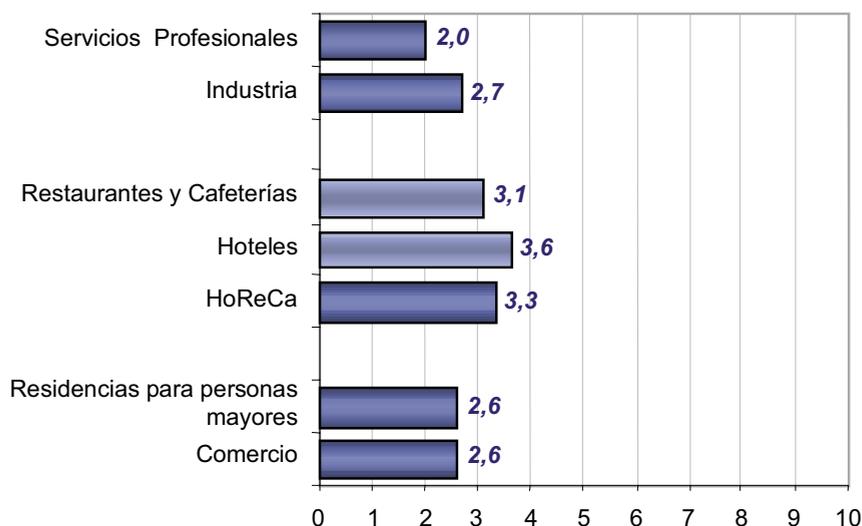


Figura 14. Índice de Innovación por sectores.

Los valores obtenidos por el subíndice 'Innovación' según el número de empleados de la empresa, siguen un comportamiento muy lineal, no existen grandes diferencias de un segmento a otro.

El comportamiento del subíndice sigue la tendencia general, pero en este caso, no se puede definir un salto cuantitativo en ninguno de los intervalos analizados.

El subíndice de 'Innovación' lo componen los siguientes cuatro indicadores:

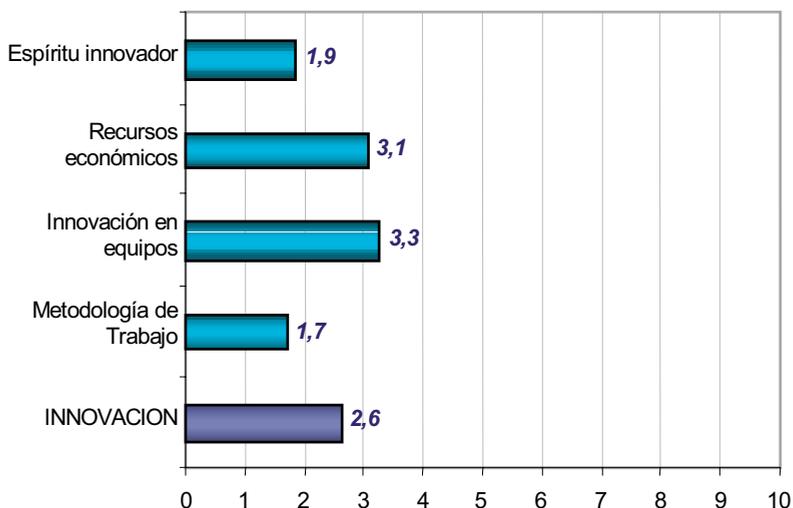
- ❁ **Metodología.** Mide la capacidad de adopción de nuevas metodologías de trabajo, o la flexibilidad de la empresa para adaptar sus metodologías a los cambios.
- ❁ **Innovación** en equipos. Valora el grado de modernización e innovación tecnológica de los equipamientos consumidores de energía.
- ❁ **Inversión.** Representa la cantidad de recursos económicos invertidos en la modernización de equipos e instalaciones.
- ❁ **Espíritu innovador.** Mide el compromiso por parte de la Dirección de la empresa de estar a la vanguardia tecnológica.

La Fig. 15 muestra las puntuaciones obtenidas por los cuatro componentes de este subíndice.

Como se puede observar, las empresas por lo general no adoptan nuevas metodologías de trabajo (o son poco flexibles para adaptarse a los cambios) (1,7 puntos sobre 10), mientras que el nivel de compromiso por estar en la vanguardia tecnológica es bajo (1,9).

Por otra parte, aunque las puntuaciones obtenidas también son bajas, los indicadores mejor valorados están relacionados con la inversión. 'Recursos

económicos' obtiene una puntuación de 3,1 puntos sobre 10 mientras que el indicador de 'Innovación en equipos' llega a 3,3 puntos.



**Figura 15.** Índice de Innovación por factores.

### 1.2.7. Conclusiones

Las principales conclusiones que se desprenden de la Edición 2005 del estudio de 'Eficiencia Energética de la Pyme' son:

- ✿ Los resultados reflejan un importante potencial de mejora en la competitividad de las empresas trabajando los puntos débiles identificados en el estudio.
- ✿ El mantenimiento y la explotación de equipos consumidores de energía son las áreas analizadas con mejor valoración, que podrían mejorarse aún más incorporando criterios de ahorro energético.
- ✿ La contabilidad energética de las empresas es un área de mejora claramente identificada.

- ☀ La formación en materia energética es un factor clave para afianzar la cultura energética y realizar un uso más racional de la energía.
- ☀ Se detecta una baja utilización de servicios energéticos (auditorías y diagnósticos) y tecnologías eficientes (iluminación de bajo consumo, baterías de condensadores, etc.) que permitan optimizar el uso de la energía.

A continuación se presentan las conclusiones por cada subíndice analizado.

### 1.2.7.1. Cultura Energética

- ☀ Existe un desconocimiento generalizado, en todos los sectores de actividad analizados, del tipo de contrato 'contratado' en materia energética (tarifa/mercado). El 44 % de los entrevistados desconoce el tipo de contrato de electricidad que tiene. Este desconocimiento se hace todavía más latente en el caso del gas, (el 91,4 % desconoce qué tipo de contrato de gas tiene).
- ☀ Sólo el 20 % de las empresas analizadas están realizando acciones de ahorro energético. Un 60 % de las empresas no tiene previsto hacerlo en el corto/medio plazo. El sector hotelero destaca del resto con un 35 % de empresas que manifiesta tener en marcha acciones de ahorro energético.
- ☀ Menos de un 20 % de los empleados de las empresas entrevistadas tiene conocimientos de eficiencia energética.
- ☀ El grado de conocimiento sobre programas y subvenciones en materia de ahorro energético es bajo (4 puntos sobre 10). Sólo el 7 % de las empresas ha intentado participar en estos programas y subvenciones en los últimos tres años. El sector hotelero (17 %) e Industrial (11 %) destacan al alza frente a Servicios Profesionales (5 %).
- ☀ El grado de implantación de los sistemas de gestión de calidad/medio ambiente en las empresas analizadas es muy bajo: ISO 9001 (11 % de las

empresas manifiestan tenerlo implantado), ISO 14001 (6 %), Reglamento EMAS (1 %).

### 1.2.7.2. Mantenimiento

- ✿ El 52 % de las empresas realiza un mantenimiento correctivo, un 33 % mantenimiento preventivo, sólo un 11 % realiza mantenimiento predictivo, mientras que los mantenimientos RCM (Mantenimiento Basado en la Fiabilidad) (3 %) y TPM (Mantenimiento Productivo Total) (2 %) son prácticamente marginales. Llama la atención el sector hotelero donde el porcentaje de mantenimiento preventivo (44 %) supera al correctivo (41 %).
- ✿ Sólo un 14 % de las empresas dedican herramientas informáticas para gestionar y controlar el consumo energético. No existen grandes diferencias significativas en el análisis sectorial.
- ✿ Respecto al estado general de las instalaciones, la valoración otorgada por las empresas es de 7,5 puntos sobre 10. Todos los sectores obtienen la misma puntuación, por lo que se puede concluir que las empresas consideran el estado actual de sus instalaciones como bastante satisfactorio.

### 1.2.7.3. Control

- ✿ El 80 % de las empresas entrevistadas manifiesta que no ha realizado optimización alguna de su tarifa energética o ha pasado a suministro liberalizado durante el último año. El sector Servicios Profesionales parece ser el sector que demuestra menor preocupación por el tema (90 % no ha realizado optimización) y el sector Hotelero el más concienciado, (27 % de los entrevistados manifiestan haber realizado optimización de su tarifa durante el último año).
- ✿ Únicamente el 9 % de las empresas han contratado una auditoría o asesoría energética en los últimos tres años. Los sectores de Industria (11 %) y Hoteles (17 %) destacan al alza, mientras que Servicios Profesionales (5 %) a la baja.

- ✿ Un 74 % de las empresas manifiesta no realizar control alguno para identificar excesos de consumo. No existen grandes diferencias sectoriales, salvo en el sector hotelero donde el porcentaje de empresas que no identifica los excesos desciende hasta el 58 %.
- ✿ Únicamente un 45 % de las empresas entrevistadas dispone de personal encargado de planificar, controlar y evaluar el consumo energético. En el sector hotelero, este porcentaje alcanza el 59 % mientras que en el sector Servicios Profesionales, únicamente llega al 38 %. Si analizamos este aspecto por el tamaño de la empresa, se puede comprobar como el número de empresas que dispone de personal encargado para estas tareas aumenta conforme aumenta.

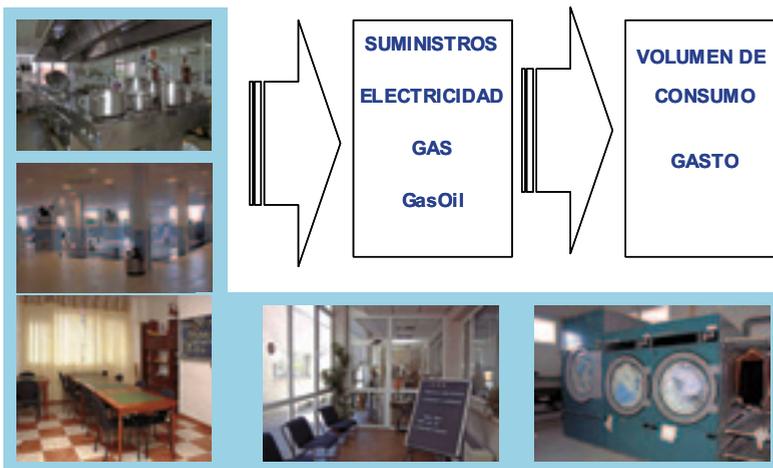
#### 1.2.7.4. Innovación

- ✿ Las empresas, por lo general, no utilizan sistemas de regulación de la iluminación:
  - Detectores de presencia: 10 %
  - Interruptores temporizados: 25 %
  - Dimmer* (variador de intensidad de luz): 3 %
  - Sensor de luz ambiental: 3 %
  - Reloj astronómico para alumbrado exterior: 7 %
- ✿ Cabe destacar la muy escasa utilización de energías renovables:
  - Energía solar térmica: 2,1 %
  - Energía solar fotovoltaica: 0,5 %
  - Eólica: 0,3 %
  - Biomasa: 0,2 %.

## 2.1. Introducción

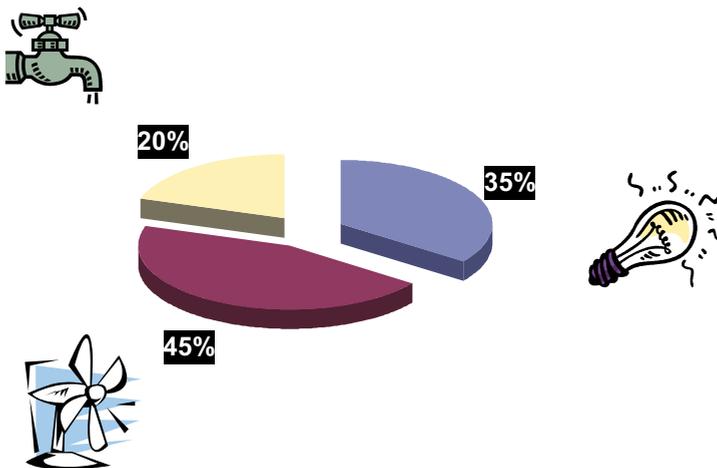
Para una correcta gestión energética de las Residencias de Mayores, es necesario conocer los aspectos que determinan cuáles son los elementos más importantes a la hora de lograr la optimización energética, conocimiento que nos permita un mejor aprovechamiento de nuestros recursos y un ahorro tanto en el consumo como en el dimensionamiento de las instalaciones.

De la diversidad de instalaciones que pueden acoger las Residencias de Mayores, así como el catálogo de servicios que en ellos se ofrecen depende el suministro de energía.



Las aplicaciones que más consumo de energía concentran son: Iluminación y Climatización.

El consumo de energía como una variable más dentro de la gestión de un negocio adquiere relevancia cuando de esa gestión se pueden obtener ventajas que se traducen directamente en ahorros reflejados en la cuenta de resultados.



Se han de contemplar dos aspectos fundamentales que permiten optimizar el coste de la energía y por lo tanto maximizar el beneficio.

### Residencias de mayores

<b>INSTALACIONES</b>	COCINA REHABILITACIÓN
<b>APLICACIONES ENERGÉTICAS</b>	ILUMINACIÓN ACS CLIMATIZACIÓN OTROS
<b>ENERGÍAS</b>	ELECTRICIDAD GAS
<b>CONSUMO</b> (* ) MEDIA SECTORIAL	40.000 kWh/año
<b>COSTE</b> (* ) MEDIA SECTORIAL	<b>4.300 € / año</b>

#### □ OPTIMIZACIÓN DE TARIFA

##### REVISIÓN DE LOS CONTRATOS DE ENERGÍA.

- ✓ ELECTRICIDAD
- ✓ GAS

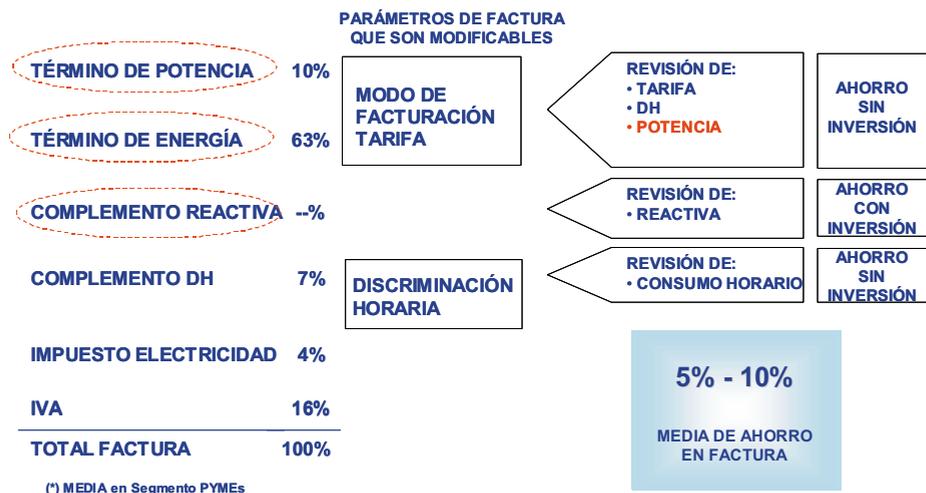
#### □ OPTIMIZACIÓN DE INSTALACIONES

##### ANÁLISIS DE LAS INSTALACIONES.

- ✓ DETECCIÓN DE PUNTOS DE MEJORA
- ✓ ESTABLECIMIENTO DE PLANES DE MEJORA
- ✓ VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA MEJORA

## 2.2. Optimización tarifaria

Para conseguir una adecuada optimización en las tarifas en la factura eléctrica, se han de identificar los conceptos en los cuales se pueden obtener mayores ahorros, en el caso de la energía eléctrica:



Para conseguir una adecuada optimización en las tarifas en la factura del gas, se han de identificar los conceptos en los cuales se pueden obtener mayores ahorros, en el caso del gas:

### TÉRMINOS EN FACTURA:

- TÉRMINO FIJO: FUNCIÓN DE LA PRESIÓN Y EL GRUPO TARIFARIO.**
- TÉRMINO VARIABLE: FUNCIÓN DEL CONSUMO Y EL GRUPO TARIFARIO.**
- IVA: 16%**



- LA TARIFA DEPENDE DEL CONSUMO.  
 A MAYOR CONSUMO, MEJOR TARIFA.

## 2.2.1. Mercado Liberalizado: Gas y Electricidad

Aspectos más relevantes de la contratación en el Mercado liberalizado:

- ❁ PRECIO: el precio no está fijado por la administración y la oferta varía en cada comercializadora.
- ❁ ELECCIÓN: la elección de la comercializadora debe basarse en el Catálogo de Servicios adicionales, además del Precio.
- ❁ CÓMO CONTRATO?: la comercializadora elegida gestiona el alta del nuevo contrato.

En todo caso se ha de tener en cuenta:

- ❁ Con el cambio de comercializadora **NO** se realiza ningún corte en el suministro.
- ❁ Los contratos suelen ser anuales.
- ❁ Se puede volver al mercado regulado.
- ❁ La comercializadora gestiona las incidencias de suministro, aunque es la distribuidora la responsable de las mismas.

## 2.3. Optimización de instalaciones

### 2.3.1. Estudio del consumo

El coste derivado del consumo de energía es susceptible de ser minorado a través de la optimización de las instalaciones que se encuentran en las Residencias de Mayores o Centros de Día.

Para ello, es necesario conocer el consumo y cuáles son las características de las instalaciones.

En este apartado, se pretende establecer la estructura de consumo energético de las Residencias de Mayores, analizando las fuentes de energía utilizadas, y los usos finales a los que se destina.

### 2.3.1.1. Consumo de energía en Residencias de Mayores

En este apartado se van a utilizar los datos derivados de distintos trabajos realizados y los datos de consumo extraídos de la bibliografía disponible.

La distribución del consumo energético, entre energía eléctrica y energía térmica, demandada por una Residencia de Mayores, depende de varios factores: de su situación, los servicios que ofrece, etc.

En la Tabla 1 se muestra la distribución de consumo típico, aunque hay que tener en cuenta que a nivel individual existen grandes diferencias respecto de esta distribución, en función de los factores mencionados. Especialmente entre Residencias de Mayores y Centros de Día.

**TABLA 1.** Instalaciones, consumos y costes medios.

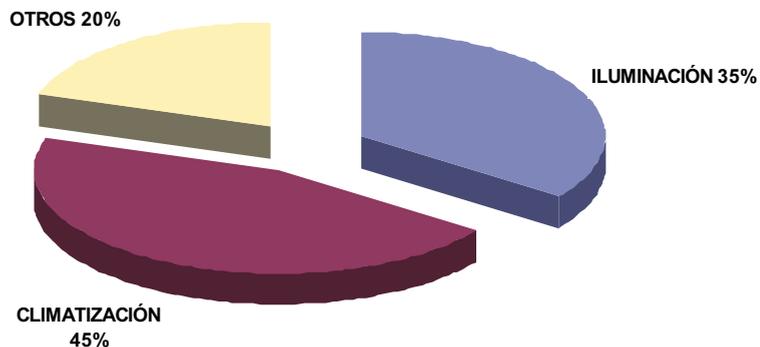
	<b>INSTALACIÓN RESIDENCIAS DE MAYORES Y CENTROS DE DÍA</b>
<b>INSTALACIONES</b>	COCINA ASEOS SALA DE REHABILITACIÓN
<b>APLICACIONES ENERGÉTICAS</b>	ILUMINACIÓN ACS CLIMATIZACIÓN OTROS
<b>ENERGÍAS</b>	ELECTRICIDAD GAS
<b>CONSUMO</b> (* ) MEDIA SECTORIAL	40.000 kWh/año
<b>COSTE</b> (* ) MEDIA SECTORIAL	<b>4.300 € / año</b>

### 2.3.1.2. Distribución del consumo energético

Generalmente las Residencias de Mayores consumen, por una parte, energía eléctrica, para su consumo en alumbrado, bombeo de agua, aire acondicionado,

maquinaria eléctrica, etc. También se están implantando, cada vez con mayor frecuencia, las bombas de calor eléctricas, que permiten el suministro de calefacción durante los meses fríos. Por otra parte, las Residencias de Mayores consumen algún combustible, que se utiliza para la producción de agua caliente para calefacción (si no dispone de bomba de calor), para la producción de agua caliente sanitaria, etc.

A la hora de realizar la distribución del consumo energético en las Residencias de Mayores, se observa que debido a la gran variedad de tipos de establecimientos, situación geográfica, combustibles y fuentes de energía utilizadas, es difícil hacer una distribución estándar del consumo de energía en las Residencias de Mayores, ya que existe una gran variedad en los porcentajes de consumo de los diferentes servicios que suministra debido a estos factores. No obstante, en cualquier caso el grueso principal en el consumo energético de este tipo de instalaciones corresponde a la iluminación y climatización. La iluminación por la cantidad de horas que se utiliza y, los gastos de climatización por la importancia que esto tiene en una instalación de carácter sanitario.



Por lo tanto, los principales esfuerzos de los empresarios a la hora de realizar inversiones en ahorro energético, han de ir dirigidos a la reducción del consumo en iluminación y climatización, bien mediante la utilización de tecnologías más eficientes, bien mediante la reducción de la demanda, como veremos más adelante.

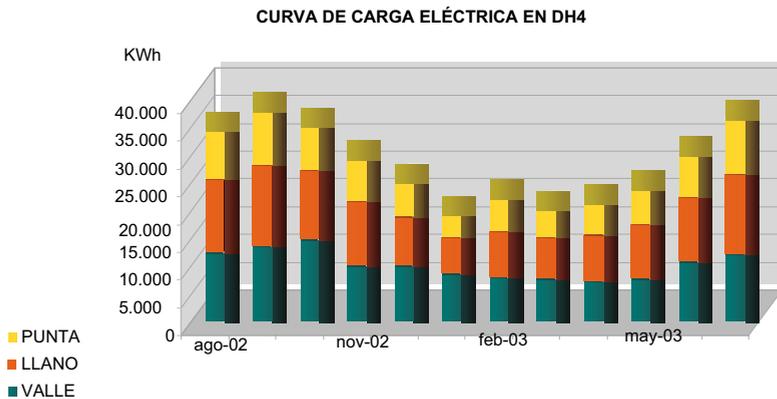


## Consumo de energía eléctrica

Como se ha mencionado anteriormente, el consumo de energía eléctrica, es generalmente la principal partida del consumo energético de una Residencia de Ancianos. Este consumo de energía eléctrica es variable a lo largo del año, presentando generalmente las Residencias de Mayores una demanda ligada a la demanda de aire acondicionado.

En las figuras siguientes se muestra la curva de demanda de energía eléctrica a lo largo del año, para una Residencia con las siguientes características:

HORARIO PARA EL PÚBLICO:	<b>24 h / DÍA</b>
APERTURA SEMANAL:	<b>7 DÍAS / SEM</b>
APERTURA INSTALACIONES/ AÑO:	<b>12 MESES / AÑO</b>
HORAS FUNCIONAMIENTO/ AÑO:	<b>2.016 h / AÑO</b>



- Calefacción.
- Agua caliente sanitaria (ACS).

Por lo general, estas demandas se satisfacen mediante el uso de calderas de agua caliente. En aquellas Residencias de Mayores donde la demanda de calefacción se suministra mediante el empleo de bombas de calor eléctricas, no se consume combustible para este fin.

La demanda térmica de las Residencias de Mayores es también variable a lo largo del año, y en los meses de invierno es cuando generalmente se produce mayor demanda, debido a la demanda de calefacción del edificio.

### 2.3.2. Parámetros de eficiencia energética

Por su particular finalidad, una Residencia de Mayores es un área sanitaria creada para atender todas las necesidades de los ancianos que en ella residen. Por ello es absolutamente necesario contribuir a crear un ambiente confortable.

Sin embargo, no siempre un mayor consumo energético equivale a un mayor confort o a un mejor servicio. Se conseguirá un grado de eficiencia óptima cuando el confort de los distintos ambientes y el consumo estén en la proporción adecuada.



Desde este punto de vista, mediante una pequeña contabilidad energética a partir de los consumos anuales de energía eléctrica como de combustible y agua, se pueden obtener los ratios de consumo energético de la Residencia.

A partir de estos ratios, los profesionales del sector pueden clasificar su establecimiento desde el punto de vista de la eficiencia energética, y tomar las medidas necesarias para reducir el consumo y coste de la energía.

### 2.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en Residencias de Mayores

Como ya se ha comentado anteriormente, la creciente preocupación por el confort en las Residencias de Mayores, debido al actual concepto de residencia, entendida como centro integral polivalente, ha producido un incremento considerable en el consumo energético de los mismos. Esto se traduce en un notable aumento de la participación de la factura energética en la estructura de costes.



Para reducir el coste de los consumos de energía podemos:

- ☀ Optimizar el contrato.
- ☀ Optimizar los Centros .

A continuación se presentan algunas posibilidades de optimización de las instalaciones.

**TABLA 2.** Mejoras potenciales y estimación del ahorro en sistemas de equipamiento.

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
<b>Calderas (Gas/Gas- Oil)</b>	Optimización de la combustión.	Mediante análisis de la composición de los humos de escape.	Ahorro en combustible. Reducción de la factura.	15
	Aprovechamiento calores residuales.		Utilización del calor para ACS/Calefacción.	25
<b>Calderas de vapor</b>	Optimización de la combustión.	Mediante análisis de la composición de los humos de escape.	Ahorro combustible.	15
	Recuperación de calor y automatización de purgas.	Recuperación de calor de humos según combustible.	Utilización de ACS/calefacción o frío por absorción.	10
	Reinyección de condensados.	Reinyección de condensados.	Ahorro de agua y combustible.	15
<b>Climatización (bombas de calor)</b>	Aumento del rendimiento de la máquina y recuperación de calor para ACS.	Mediante balance energético (energía entrante = saliente).	Reducción en el consumo eléctrico. Producción de ACS para consumo.	40
<b>Motores eléctricos</b>	Disminución de la potencia de arranque (Mediante curva de arranque controlado por rampa).	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Optimización de la potencia de contrato, reduciendo el coste de la factura.	15
Bombas agua climatización	Optimización del consumo eléctrico, según la diferencia de temperatura ida y retorno.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste de la factura eléctrica.	15
Máquinas de frío industrial	Reaprovechamiento del calor que se lanza a la atmósfera, para ACS, climatización, etc.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste de la factura.	15
		Colocación de intercambiadores de calor.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica, gas, Gas- Oil.	25

### 2.3.3.1. Iluminación

La iluminación es un apartado que representa un importante consumo eléctrico dentro de una Residencia de Mayores, dependiendo su porcentaje de su tamaño, del uso principal a que se destina, y el clima de la zona donde está ubicado. Este consumo puede llegar a alcanzar cerca del 50 % de la facturación.

Es por ello que cualquier medida de ahorro energético en iluminación tendrá una repercusión importante en los costes.

Se estima que podrían lograrse reducciones de entre el 20 % y el 85 % en el consumo eléctrico de alumbrado, merced a la utilización de componentes más eficaces, al empleo de sistemas de control y a la integración de la luz natural.



Además puede haber un ahorro adicional si el Centro Geriátrico tiene aire acondicionado, ya que la iluminación de bajo consumo energético presenta una menor emisión de calor.

Los elementos básicos de un sistema de alumbrado son:

- ☀️ **Fuente de luz o lámpara:** es el elemento destinado a suministrar la energía lumínica.
- ☀️ **Luminaria:** aparato cuya función principal es distribuir la luz proporcionada por la lámpara.
- ☀️ **Equipo auxiliar:** muchas fuentes de luz no pueden funcionar con conexión directa a la red, y necesitan dispositivos que modifiquen las características de la corriente de manera que sean aptas para su funcionamiento.

Estos tres elementos constituyen la base del alumbrado y de ellos va a depender esencialmente su eficiencia energética.

Para una instalación de alumbrado existe un amplio rango de medidas para reducir el consumo energético, entre las que destacamos las siguientes:

#### ☀️ **Lámparas fluorescentes con balastos electrónicos**

Las lámparas fluorescentes son generalmente las lámparas más utilizadas para las zonas donde se necesita una luz de buena calidad, y pocos

encendidos. Este tipo de lámpara necesita de un elemento auxiliar que regule la intensidad de paso de la corriente, que es la reactancia o balasto.

Los balastos electrónicos no tienen pérdidas debidas a la inducción ni al núcleo, por lo que su consumo energético es notablemente inferior.

En la Tabla 3 se muestra como varía el consumo energético en un tubo fluorescente de 58 W, al sustituir el balasto convencional por un balasto de alta frecuencia.

**TABLA 3**

<b>COMPARACIÓN ENTRE BALASTO CONVENCIONAL Y BALASTO ELECTRÓNICO</b>			
<b>Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto <b>convencional</b></b>		<b>Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto <b>electrónico</b></b>	
POTENCIA ABSORBIDA		POTENCIA ABSORBIDA	
Lámparas (2 x 58 W)	116 W	Lámparas (2 x 51 W)	102 W
Balasto Convencional	30 W	Balasto electrónico	11 W
TOTAL	146 W	TOTAL	113 W
<b>DISMINUCIÓN CONSUMO ENERGÉTICO</b>		<b>22,60 %</b>	

La tecnología de los balastos energéticos de alta frecuencia permite además la regulación de la intensidad de la lámpara, lo cual a su vez permite adaptar el nivel de iluminación a las necesidades.

### **BALASTOS ELECTRÓNICOS**

- Mejoran la eficiencia de la lámpara y del sistema.
- Mejoran el confort y reducción de la fatiga visual al evitar el efecto estroboscópico.
- Optimizan el factor de potencia.
- Proporcionan un arranque instantáneo.
- Incrementan la vida de la lámpara.
- Permiten una buena regulación del flujo luminoso de la lámpara.
- No producen zumbido ni otros ruidos.

El inconveniente de la aplicación del balasto electrónico está en su inversión, que es mayor que la de uno convencional, lo que hace que se recomiende la sustitución en aquellas luminarias que tengan un elevado número de horas de funcionamiento.

En el caso de instalación nueva es recomendable a la hora de diseñar el alumbrado, tener en cuenta la posibilidad de colocar luminarias con balasto electrónico, ya que en este caso el coste de los equipos no es mucho mayor y se amortiza con el ahorro que produce.



### Lámparas de descarga

Las lámparas de descarga a alta presión son hasta un 35 % más eficientes que los tubos fluorescentes con 38 mm de diámetro, aunque presentan el inconveniente que su rendimiento de color no es tan bueno.

Es por ello que su aplicación resulta interesante en los lugares donde no se requiere un elevado rendimiento de color, como en los gimnasios o salas de rehabilitación.



### Lámparas fluorescentes compactas

Las lámparas fluorescentes compactas resultan muy adecuadas en sustitución de las lámparas de incandescencia tradicionales, pues presentan una reducción del consumo energético del orden del 80 %, así como un aumento en la duración de la lámpara de entre 8 y 10 veces respecto a las lámparas de incandescencia.

Tienen el inconveniente de que no alcanzan el 80 % de su flujo luminoso hasta pasado un minuto de su encendido.

**TABLA 4.** Equivalencia entre fluorescentes compactas e incandescentes.

EQUIVALENCIAS ENTRE FLUORESCENTES COMPACTAS E INCANDESCENTES		
Lámpara Fluorescente Compacta	Lámpara Incandescencia	Ahorro Energético %
3 W	15 W	80
5 W	25 W	80
7 W	40 W	82
11 W	60 W	82
15 W	75 W	80
20 W	100 W	80
23 W	150 W	84

A continuación se expone un ejemplo práctico de la rentabilidad económica de esta medida.

**TABLA 5.** Comparativa de los costes y rentabilidad entre lámparas compactas e incandescentes.

COSTES COMPARATIVOS ENTRE LÁMPARA COMPACTA E INCANDESCENCIA		
	LÁMPARA INCANDESCENCIA DE 75 W	LÁMPARA COMPACTA DE 15 W
Potencia consumida	75 W	15 W
Flujo luminoso	900 lm	960 lm
Duración	1000 horas	8000 horas
Precio de la energía eléctrica	0,072 €/kWh	
Precio de compra estimado	0,60 €	18 €
Costes funcionamiento (8000 horas)	49,20 €	16,60 €
<b>AHORRO ECONÓMICO</b>	66 %	
<b>PLAZO DE AMORTIZACIÓN</b>	2800 horas de funcionamiento	

A continuación se muestra una tabla orientativa sobre el porcentaje de ahorro aproximado que se puede conseguir por sustitución de lámparas por otras más eficientes.

**TABLA 6.** Ahorro energético por sustitución de lámparas.

AHORRO ENERGÉTICO POR SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS		
ALUMBRADO EXTERIOR		
SUSTITUCIÓN DE	POR	% AHORRO
Vapor de mercurio	Vapor de Sodio Alta Presión	45 %
Vapor de Sodio Alta Presión	Vapor de Sodio Baja Presión	25 %
Halógena Convencional	Halogenuros Metálicos	70 %
Incandescencia	Fluorescentes Compactas	80 %
ALUMBRADO INTERIOR		
SUSTITUCIÓN DE	POR	% AHORRO
Incandescencia	Fluorescentes Compactas	80 %
Halógena Convencional	Fluorescentes Compactas	70 %

## ☀ Sustituciones luminarias

La luminaria es el elemento donde va instalada la lámpara y su función principal es la de distribuir la luz producida por la fuente, en la forma más adecuada a las necesidades.

Muchas luminarias modernas contienen sistemas reflectores cuidadosamente diseñados para dirigir la luz de las lámparas en la dirección deseada. Por ello, la remodelación de Centros, utilizando luminarias de elevado rendimiento generalmente conlleva un sustancial ahorro energético, así como una mejora de las condiciones visuales.

## ☀ Aprovechamiento de la luz diurna

El uso de la luz diurna tiene un impacto considerable en el aspecto del espacio iluminado, y puede tener implicaciones importantes al nivel de la eficiencia energética. Los ocupantes de un edificio generalmente prefieren un espacio bien iluminado con luz diurna, siempre que se eviten los problemas de deslumbramiento (orientación correcta) y de calentamiento (doble ventana climallit).

Los principales factores que afectan a la iluminación de un interior, mediante luz diurna, son la profundidad de la habitación, el tamaño y la localización de ventanas y claraboyas, de los vidriados utilizados y de las sombras externas. Estos factores dependen generalmente del diseño original del edificio. Un diseño cuidadoso puede producir un edificio que será más eficiente energéticamente y que tendrá una atmósfera en su interior más agradable.



Hay que tener en cuenta que para un máximo aprovechamiento de la utilización de la luz natural es importante asegurar que la iluminación eléctrica se apaga cuando con la luz diurna se alcanza una iluminación adecuada. Esto se consigue mediante el uso de sistemas de control apropiados, y puede requerir un cierto nivel de automatización.

Es también muy conveniente pintar las superficies de las paredes de colores claros con una buena reflectancia, de forma que se maximice la efectividad de la luz suministrada. Colores claros y brillantes pueden reflejar hasta un 80 % de la luz incidente, mientras que los colores oscuros pueden llegar a reflejar menos de un 10 % de la luz incidente.

En nuestro caso, las áreas de mayor consumo eléctrico son las de uso común (salas de estar, comedor, rehabilitación, etc.). Por tanto son en las que, con mayor interés deberemos cuidar, en la medida de lo posible, el aprovechamiento de la luz natural.



### Sistemas de control y regulación

Un buen sistema de control de alumbrado asegura una iluminación de calidad mientras es necesario y durante el tiempo que sea preciso. Con un sistema de control apropiado pueden obtenerse sustanciales mejoras en la eficiencia energética de la iluminación de un edificio.

Un sistema de control de la iluminación completo combina sistemas de control de tiempo, sistemas de control de la ocupación, sistemas de aprovechamiento de la luz diurna y sistemas de gestión de la iluminación.



### 2.3.3.2. Calefacción y aire acondicionado

Los sistemas de calefacción y climatización representan generalmente el principal apartado en cuanto al consumo energético de una instalación sanitaria. Como hemos visto, podemos encontrar ahorros entre un 10 % y un 40 % gracias a la optimización de las instalaciones.

**TABLA 7.** Ahorros de energía en las instalaciones de calefacción con aplicaciones de mejora de eficiencia energética.

AHORROS DE ENERGÍA EN LAS INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN		
MEJORAS	AHORRO DE ENERGÍA (%)	AMORTIZACIÓN
OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES		
<i>Aislamiento caldera no calorifugada</i>	3	Inferior a 1,5 años
<i>Mejora calorifugado insuficiente</i>	2	Inferior a 3 años
OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE		
<i>Aislamiento tuberías</i>	5	Inferior a 1,5 años
<i>Descalcificación tuberías</i>	5 - 7	Inferior a 3 años
CAMBIOS DE ELEMENTOS DE REGULACIÓN DEFECTUOSOS		
	3 - 5	Inferior a 4,5 años
CAMBIOS DE ELEMENTOS DE REGULACIÓN OBSOLETOS O DEFECTUOSOS		
<i>Quemador</i>	9	Inferior a 3 años
<i>Caldera</i>	7	Inferior a 6 años
<i>Caldera y quemador</i>	16	Inferior a 6 años

#### Características constructivas

Para unas condiciones climatológicas determinadas, la demanda térmica de una Residencia de Mayores dependerá de sus características constructivas: la ubicación y orientación del edificio,



los cerramientos utilizados en fachadas y cubiertas, el tipo de carpintería, el acristalamiento y las protecciones solares.



## Control y regulación

Otra mejora importante a la hora de reducir la demanda energética de calefacción y aire acondicionado, consiste en la implantación de un buen sistema de control y regulación de la instalación, que permita controlar el modo de operación en función de la demanda de cada momento y en cada zona del edificio.

Se pueden obtener ahorros del 20-30 % de la energía utilizada en este apartado mediante:

la sectorización por zonas, el uso de sistemas autónomos para el control de la temperatura en cada zona o habitación, la regulación de las velocidades de los ventiladores o la regulación de las bombas de agua.



Los sistemas de gestión centralizada permiten un control de la temperatura en función de que la sala se encuentre desocupada, reservada u ocupada. De este modo, el sistema permite controlar los parámetros de temperatura y humedad, que son los que influyen en la sensación de confort, desde el momento de la reserva, manteniendo los equipos en modo de espera mientras. Esta temperatura de espera se determina de modo que la temperatura de la habitación pueda llevarse a la temperatura de confort en pocos minutos.

Con este sistema se obtiene un importante ahorro energético, ya que por cada grado que se disminuye la temperatura ambiental, el consumo energético disminuye en un 5-7 %, por lo que el ahorro de energía que se consigue con el empleo de estos controles es del 20-30 % del consumo de climatización durante esas horas.



## Free-cooling

Es conveniente también que la instalación vaya provista de un sistema de *free-cooling*, para poder aprovechar, de forma gratuita, la capacidad de

refrigeración del aire exterior para refrigerar el edificio cuando las condiciones así lo permitan.

Esta medida requiere en las instalaciones de un sistema de control del aire introducido, en función de la entalpía del aire exterior y del aire interior, consiguiendo de esta forma importantes ahorros energéticos.

Ejemplo: un comedor 150 m<sup>2</sup>, en una Residencia de Mayores:

**TABLA 8.** Ahorros energéticos con free-cooling.

AHORRO ENERGÉTICO CON FREE-COOLING	
APLICACIÓN	COMEDOR DE 150 m <sup>2</sup>
Potencia frigorífica instalada	125.000 frig/h
Horas funcionamiento Free-cooling	1.600 h/año
Ahorro energético	93.023 kWh/año
Coste energía eléctrica	0,078 € kWh
<b>AHORRO ECONÓMICO</b>	<b>7.256 €/año</b>



### Aprovechamiento del calor de los grupos de frío

En los aparatos de aire acondicionado, el calor del condensador que extraen los equipos frigoríficos puede ser utilizado, mediante intercambiadores de calor, para la producción de agua caliente que puede ser requerida en otra parte de las instalaciones.



Este aprovechamiento puede suponer por un lado un ahorro importante de energía para la producción de agua caliente sanitaria y por otro, un ahorro por menor consumo eléctrico del condensador.



## Recuperación de calor del aire de ventilación

Esta mejora consiste en la instalación de recuperadores de calor del aire de ventilación. 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, durante los meses de invierno, ya que el aire exterior de renovación se precaliente en el recuperador, y en verano se disminuye el consumo eléctrico asociado al aire acondicionado.



## Bombas de calor

La bomba de calor es 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 comparativamente pequeña.

El rendimiento de las bombas de calor (COP) es del orden de entre 2.5 y 4, rendimiento que está muy por encima del de una caldera de combustible, por lo que, aunque la electricidad tiene un precio más elevado, estos equipos en muchos casos representan una alternativa más competitiva que la utilización de calderas para la producción del calor, dependiendo del coste del combustible utilizado.

**TABLA 9.** Clasificación de las bombas de calor según el medio de origen y destino de la energía.

CLASIFICACIÓN BOMBAS DE CALOR		
	MEDIO DEL QUE SE EXTRAE LA ENERGÍA	MEDIO AL QUE SE CEDE ENERGÍA
Según medio de origen y de destino de la energía	AIRE	AIRE
	AIRE	AGUA
	AGUA	AIRE
	AGUA	AGUA
	TIERRA	AIRE
	TIERRA	AGUA

La utilización de bombas de calor puede resultar especialmente interesante en Residencias de Mayores de nueva construcción emplazados en zonas con inviernos suaves; con una inversión menor que en un sistema mixto de refrigeración y calefacción, permite además un ahorro de espacio y se simplifican las operaciones de mantenimiento.

Algunos tipos de bombas de calor pueden producir simultáneamente frío y calor.

Otra posibilidad dentro de este apartado es la utilización de bombas de calor con motor de gas.

Por otra parte, las bombas de calor ofrecen una clara ventaja en relación con el medio ambiente, si las comparamos con los equipos de calefacción convencionales.

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>.



### **Optimización del rendimiento de las calderas**

Las calderas de agua caliente son el sistema más utilizado para la calefacción de las Residencias de Mayores. El primer paso para obtener un buen rendimiento de estos sistemas es un buen dimensionamiento de las calderas, adecuando su potencia a la demanda y evitando sobredimensionamientos innecesarios.

Es también conveniente un buen sistema de control de la instalación para evitar excesivas pérdidas de calor cuando la caldera está en posición de espera, y también la revisión periódica de las calderas, de forma que se mantenga funcionando en sus niveles óptimos de rendimiento.

Se estima que la combinación de sobredimensionamiento, pérdidas en posición de espera y bajo rendimiento, resulta en un rendimiento global anual inferior en un 35 % al de las calderas nuevas, correctamente dimensionada e instalada.



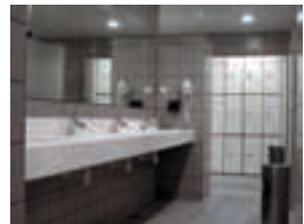
Cuando se realice la revisión periódica de las calderas, es también recomendable realizar un análisis de la combustión, para ver si está funcionando en condiciones óptimas de rendimiento.

También es importante la conservación y reparación de los aislamientos de las calderas, de los depósitos acumuladores y en las tuberías de transporte del agua caliente.



### Calderas de baja temperatura y calderas de condensación

Las calderas convencionales trabajan con temperaturas de agua caliente entre 70 °C y 90 °C y con temperaturas de retorno del agua superiores a 55 °C, en condiciones normales de funcionamiento.



Una caldera de baja temperatura, en cambio, está diseñada para aceptar una entrada de agua a temperaturas menores a 40 °C. Por ello, los sistemas de calefacción a baja temperatura tienen menos pérdidas de calor en las tuberías de distribución, que las calderas convencionales.

Las calderas de condensación están diseñadas para recuperar más calor del combustible quemado que una caldera convencional, y en particular, recupera el calor del vapor de agua que se produce durante la combustión de los combustibles fósiles.

La diferencia estriba en la mayor inversión de este tipo de calderas, que suele ser entre un 25-30 % más alta para las bajas temperaturas y hasta duplicar la inversión en el caso de las calderas de condensación.

### **Sustitución de gasóleo por gas natural**

Como se ha comentado anteriormente, el combustible utilizado principalmente por las Residencias para Mayores es el gasóleo. A medida que van extendiéndose las redes de distribución de gas natural, este combustible va adquiriendo una mayor implantación, debido a las claras ventajas de su aplicación, tanto a nivel energético y económico, como a nivel medioambiental.

#### **CAMBIOS DE GASÓLEO A GAS NATURAL**

- Ahorro energético debido al mejor rendimiento energético de las calderas a gas.
- Menor coste de combustible.
- Utilización de un combustible más limpio, con el que se eliminan las emisiones de SO<sub>2</sub> y se reducen las de CO<sub>2</sub> responsables del efecto invernadero.
- Menor mantenimiento de la instalación.

### **2.3.3.3. Agua caliente sanitaria**

Las necesidades de agua caliente sanitaria (ACS) representan una parte importante del consumo energético de las Residencias de Mayores.

La producción de ACS se realiza generalmente mediante calderas de agua caliente, por lo que en este apartado son de aplicación las mejoras mencionadas para las calderas de calefacción. También es conveniente que la temperatura de almacenamiento no sea muy alta para minimizar las pérdidas, sin que en ningún caso sea inferior a 60 °C.

La instalación de sistemas de bajo consumo de duchas y baños, que reducen el caudal suministrado sin perjuicio de la calidad del suministro, también conllevan

importantes ahorros energéticos debido a que disminuye notablemente el caudal de agua a calentar, con una reducción que en algunos de estos equipos alcanza valores del orden del 50-60 % del consumo de agua.

Otra medida de ahorro en este concepto consiste en la instalación de válvulas termostáticas para la limitación y regulación de la temperatura del ACS, con lo cual se evitan las pérdidas de agua caliente por ajuste de la temperatura del grifo.

**TABLA 10.** Porcentaje de ahorro de energía en una instalación de agua caliente.

AHORROS DE ENERGÍA EN LAS INSTALACIONES DE AGUA SANITARIA		
ACCIONES ECONOMIZADORAS	AHORRO DE ENERGÍA (%)	AMORTIZACIÓN
AISLAR EL DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO	10	Inferior a 1,5 años
AISLAR LAS TUBERÍAS	15	Inferior a 1,5 años
INDIVIDUALIZAR LA PRODUCCIÓN	25	Inferior a 6 años
DIMENSIONAMIENTO DEL APROVECHAMIENTO	Variable	Inferior a 6 años
SUSTITUCIÓN DE ELEMENTOS OBSOLETOS		
<i>Quemador (de más de 8 años)</i>	9	Inferior a 4,5 años
<i>Caldera (de más de 8 años)</i>	7	Inferior a 6 años
<i>Caldera y quemador</i>	16	Inferior a 6 años
CONTROLAR LA COMBUSTIÓN, LIMPIAR LAS SUPERFICIES DE INTERCAMBIO	8	Inferior a 3 años
LIMPIEZA DEL INTERCAMBIADOR	12	Inferior a 1,5 años
CONTROL DE LA TEMPERATURA DEL AGUA CALIENTE	5	Inferior a 1,5 años
COLOCACIÓN DE CONTADORES	15	Inferior a 4,5 años

#### RECOMENDACIONES DE AHORRO EN LA PRODUCCIÓN DE ACS

- Minimizar todas las fugas de agua caliente con un mantenimiento apropiado de las conducciones y los grifos de duchas y lavabos.
- Evitar temperaturas de almacenamiento muy altas, con el fin de limitar las pérdidas.
- Aislar adecuadamente las conducciones y depósitos de almacenamiento.
- Instalar grifos temporizados en lavabos y servicios de las zonas de servicios generales.
- Instalación de sistema de bajo consumo en duchas y baños, sin reducción de la calidad de suministro.
- Instalar contadores del consumo de agua caliente para tener un seguimiento adecuado de las condiciones de la instalación.



## Ahorro de agua

La disminución del consumo de agua no solamente reduce en una distribución del gasto por este concepto, sino que además conlleva un ahorro energético importante debido a la disminución del consumo del combustible necesario para su calentamiento.

El consumo de agua debido a las pérdidas en la instalación debe ser eliminado. Estas pérdidas, además de un mayor consumo de agua, provocan además un mayor número de horas de funcionamiento de los equipos de bombeo, con el consiguiente incremento del gasto energético, y un mayor gasto en productos de tratamiento del agua.

Para disminuir el consumo de agua en las diferentes instalaciones, se proponen las siguientes medidas:

### MEDIDAS PARA EL AHORRO DE AGUA

- Trabajar con presiones de servicio moderadas: 15 mm c.a. en el punto de consumo son suficientes.
- La instalación de grifos con sistemas de reducción de caudal sin merma del servicio ofrecido al cliente, los cuales permiten reducciones de caudal de entre el 30 % y el 65 %. Existe en el mercado una gran variedad de modelos, para todos los puntos de utilización (lavabos, duchas, fregaderos, fuentes, etc.).
- El empleo del sistema WC Stop para cisternas, el cual economiza hasta un 70 % de agua, pudiendo el usuario utilizar toda la descarga de la cisterna si fuera necesario.

La Tabla 11 recoge los consumos de agua por persona y día para los usos más frecuentes, una estimación del coste anual por ambos conceptos (agua y energía) y del posible ahorro económico anual que se obtendría con la aplicación de las anteriores medidas.

**TABLA 11.** Ahorro económico de los diferentes sistemas de agua.

VALORACIÓN ECONÓMICA SISTEMAS DE AHORRO DE AGUA				
	DUCHA	LAVABO	WC	TOTAL
Consumo diario por persona (litros)	200	50	72	322
Consumo anual (m <sup>3</sup> )	55	14	20	88
Energía necesaria	1.643	411	0	2.053
Coste Agua (€/año)	49	12	18	79
Coste Energía (€/año)	89	22	0	111
<b>COSTE TOTAL (€/año)</b>	<b>138</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>190</b>
<b>Ahorro estimado</b>	<b>50 %</b>	<b>40 %</b>	<b>50 %</b>	<b>40-50 %</b>
<b>AHORRO ECONÓMICO (€/año)</b>	<b>69</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>92</b>



### Ahorro en bombeo

El consumo eléctrico para el bombeo de agua puede llegar a ser una partida importante dentro del consumo energético de una Residencia, sobretodo en edificios altos. Para que una instalación de bombeo funcione satisfactoriamente desde el punto de vista energético, es necesario que haya sido dimensionada correctamente.

Para poder variar la velocidad de los motores, se utilizan reguladores eléctricos. Mediante la aplicación de reguladores de velocidad a los motores que accionan las bombas, se pueden conseguir ahorros de hasta el 40-50 % del consumo eléctrico de los mismos.

A continuación se expone un ejemplo de la aplicación práctica de un variador de frecuencia a una bomba de suministro de agua, Tabla 12.

## 2.3.4. Gestión y mantenimiento energético

El correcto mantenimiento consigue los estándares de calidad y reduce los costes energéticos. Si se realiza un mantenimiento preventivo bueno, disminuirá la necesidad de un mantenimiento correctivo y como resultado se obtendrá un mejor rendimiento de la instalación, una reducción de costes y una mejor calidad de servicio.

**TABLA 12.** Variaciones en el bombeo de agua.

<b>EJEMPLO VARIADOR DE VELOCIDAD EN BOMBEO DE AGUA</b>	
<b>MÁQUINA A ACCIONAR</b>	<b>Bomba de Agua 7,5 kW</b>
<b>SITUACIÓN INICIAL</b>	
Regulación mecánica	Válvula de estrangulamiento
Régimen medio funcionamiento	70 %
Horas de trabajo	2.920 horas/año
Consumo eléctrico anual	19.864 kWh/año
Coste energía eléctrica	0,072 €/kWh
Coste eléctrico anual	1.430 €/año
<b>SITUACIÓN CON VARIADOR</b>	
Coste energía eléctrica	9.244 kWh/año
Coste eléctrico anual	666 €/año
<b>AHORRO ENERGÉTICO</b>	<b>10.620 kWh/año</b>
<b>% AHORRO</b>	<b>53,50 %</b>
<b>AHORRO ECONÓMICO</b>	<b>764 €/año</b>
<b>INVERSIÓN</b>	<b>2.050 €/año</b>
<b>PERIODO RETORNO SIMPLE</b>	<b>2,7 años</b>

Como consecuencia de un mal funcionamiento de las instalaciones se pueden producir consumos excesivos de energía. Por ello se debe establecer un programa regular de mantenimiento que incluya los siguientes puntos:

#### **PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO**

- Sustituir los filtros según las recomendaciones del fabricante, mantener limpias las superficies de los intercambiadores, así como rejillas y venteos en las conducciones de aire.
- Verificar los controles de funcionamiento de forma regular.
- Verificar que todas las electroválvulas y compuertas abren y cierran completamente sin atascos.
- Verificar que termostatos y humidostatos trabajan adecuadamente.
- Verificar el calibrado de los controles.
- Revisar la planta de calderas y los equipos de combustión regularmente.
- Detectar fugas de agua en conducciones, grifos y duchas y repararlas inmediatamente.
- Limpiar las ventanas para obtener la máxima luz natural.
- Limpiar lámparas y luminarias regularmente, y reemplazar según los intervalos recomendados por el fabricante.

Por otra parte, las nuevas técnicas de comunicación permiten la implantación de sistemas de gestión de energía y otros más sofisticados como los sistemas expertos, que son capaces de gestionar gran cantidad de datos y controlar las instalaciones. Cuando se instala un sistema de gestión o un sistema experto, el objetivo es obtener un uso más racional de las instalaciones, ahorrar energía, reducir mano de obra, reducir averías y prolongar la vida útil de los equipos como medidas principales. Estos sistemas expertos son capaces de controlar el consumo de energía optimizando los parámetros de forma que se obtenga un mínimo coste energético.

Normalmente, el sistema de gestión está basado en un ordenador y en un *software* de gestión. No obstante, el elemento del programa debe ser siempre el operador o persona encargada de la gestión energética.

#### **BENEFICIOS DE LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL**

- Gestión racional de las instalaciones.
- Aumento del confort.
- Ahorro energético.
- Reducción de averías.
- Prolongación de la vida útil de los equipos.
- Ahorro en mantenimiento.

Uno de los resultados más inmediatos de la instalación de un sistema de gestión es la disminución del consumo de energía, obteniéndose unos ahorros que oscilan entre el 10 % y el 30 %.

### **2.3.5. Eficiencia energética de edificios. Análisis de la Directiva 2002/91/CE**

El 16 de Diciembre de 2002 se aprobó la Directiva 2002/91/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, con el objeto de fomentar la eficiencia energética de los edificios de la Comunidad Europea. De esta manera se pretende limitar el consumo de energía, y por lo tanto,

de las emisiones de dióxido de carbono del sector de la vivienda y de los servicios. Este sector, compuesto en su mayoría por edificios, absorbe el 40 % del consumo final de energía de la Comunidad Europea.

**TABLA 13.** Demanda final de energía de la UE por sectores y combustible en 1997.

DEMANDA FINAL DE ENERGÍA DE LA UE POR SECTORES Y COMBUSTIBLES EN 1997								
Demanda final de energía por sectores y combustibles	Edificios (vivienda+ terciario)	Nº demanda final total de energía	Industria	Nº demanda final total de energía	Transporte	Nº demanda final total de energía	TOTAL	Nº demanda final total de energía
Combustibles sólidos	8,7	0,9 %	37,2	4,0 %	0,0	0,0 %	45,9	4,9 %
Petróleo	101	10,8 %	45,6	4,9 %	283,4	30,5 %	429,9	46,2 %
Gas	129,1	13,9 %	86,4	9,3 %	0,3	0,0 %	215,9	23,2 %
Electricidad (14% procedente de energías renovables)	98	10,5 %	74,3	8,0 %	4,9	0,5 %	177,2	19,0 %
Calor derivado	16,2	1,7 %	4,2	0,5 %	0,0	0,0 %	20,4	2,2 %
Energías renovables	26,1	2,8 %	15	1,6 %	0,0	0,0 %	41,1	4,9 %
<b>TOTAL</b>	<b>379,04</b>	<b>40,7%</b>	<b>262,72</b>	<b>28,2%</b>	<b>288,6</b>	<b>31,0%</b>	<b>930,4</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: "Energy in Europe - European Union Energy Outlook to 2020". Comisión Europea.

Los requisitos de eficiencia energética que se establezcan en cada país tendrán en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como los requisitos ambientales interiores, y la relación entre el coste y la eficacia en cuanto a ahorro energético de las medidas que se exijan. Esta Directiva establece requisitos en relación con:

- El marco general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada en los edificios.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios nuevos.
- La aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de grandes edificios existentes que sean objeto de reformas importantes.
- La certificación energética de edificios.
- La inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado de edificios y además, la evaluación del estado de las instalaciones de calefacción con calderas de más de 15 años.

En los edificios con una superficie útil total de más de 1000 m<sup>2</sup>, la Directiva establece que se considere y se tenga en cuenta la viabilidad técnica, medioambiental y económica de sistemas alternativos como:

- Sistemas de producción de energía basados en energías renovables.
- Sistemas de cogeneración.
- Calefacción o refrigeración central o urbana, cuando ésta esté disponible.
- Bombas de calor, en determinadas condiciones.

Para los existentes, la Directiva establece que se han de tomar las medidas necesarias para que, cuando se efectúen reformas importantes en edificios con una superficie útil total superior a 1000 m<sup>2</sup>, se mejore su eficiencia energética para que cumplan unos requisitos mínimos, siempre que ello sea técnica, funcional y económicamente viable.



### 2.3.5.1. Certificado de eficiencia energética

La Directiva establece que cuando los edificios sean construidos, vendidos o alquilados, se ponga a disposición del posible comprador o inquilino por parte del propietario, de un certificado de eficiencia energética. Este certificado tendrá una validez máxima de 10 años.

El certificado de eficiencia energética de un edificio ha de incluir valores de referencia, como la normativa vigente y valoraciones comparativas, con el fin de que los consumidores puedan comparar y evaluar la eficiencia energética del

edificio. El certificado ha de ir acompañado de recomendaciones para la mejora de la relación coste-eficacia de la eficiencia energética.



### 2.3.5.2. Inspección de calderas y de los sistemas de aire acondicionado

La Directiva exige que se establezcan inspecciones periódicas de las calderas que utilicen combustibles no renovables, líquidos o sólidos, y tengan una potencia nominal efectiva comprendida entre 20 y 100 kW.

Las calderas con una potencia nominal de más de 100 kW se han de inspeccionar al menos cada dos años. Para las calderas de gas, este período podrá ampliarse a cuatro años.

Para calefacciones con calderas de una potencia nominal superior a 20 kW y con más de 15 años de antigüedad, se ha de establecer una inspección única de todo el sistema de calefacción. A partir de esta inspección, los expertos asesorarán a los usuarios sobre la sustitución de la caldera, sobre otras modificaciones del sistema de calefacción, y sobre soluciones alternativas.

En las instalaciones de aire acondicionado, se realizará una inspección periódica de los sistemas con una potencia nominal efectiva superior a 12 kW.

La inspección incluirá una evaluación del rendimiento del aire acondicionado y de su capacidad comparada con la demanda de refrigeración del edificio. Se asesorará a los usuarios sobre la sustitución del sistema de aire acondicionado, las mejoras que se pueden aportar, o soluciones alternativas.

Esta Directiva establece la obligatoriedad por parte de los Estados miembros de dar cumplimiento a esta directiva antes del 4 de Enero de 2006.

## 2.4. Conclusiones

El beneficio empresarial es el objetivo de toda actividad económica privada. El incremento de la competencia hace cada vez más difícil el incremento en las ventas, sin embargo no es el único camino para conseguir mejoras en el ansiado beneficio. El recorte de costes -en particular los de componente fijo o semifijo- se convierte en un arma estratégica para aumentar la competitividad y el éxito de la empresa a medio y largo plazo.

Sin embargo, antes de encaminar nuestros pasos para lograr reducir nuestros costes, es necesario pararse a pensar cuáles son las variables sobre las que debemos actuar para conseguir mayor eficacia en nuestra misión. Por ello, las Residencias de Mayores deben tener en cuenta que, pese a ser una actividad no industrial sino de servicios, están sometidos a elevados consumos energéticos para mantener no sólo las instalaciones sino un elevado nivel de confort en consonancia con dichos servicios. El ahorro energético que se puede conseguir con una combinación de actuaciones sobre diferentes puntos ayudará al gestor a incrementar la rentabilidad de su empresa y a su vez, a conseguir una mejora en los efectos medioambientales producidos por su actividad.

En este capítulo se ha recogido, intentando evitar complicaciones técnicas excesivas, la idea de que un estudio pormenorizado de consumos y demandas energéticas nos indicará las variables sobre las que hay que actuar prioritariamente, a fin de conseguir la mayor efectividad con el menor esfuerzo económico.

Las actuaciones recomendadas en este documento se han fundamentado sobre la propia tarifa energética, sobre los Centros de Mayores y Centros de Día y sobre otros aspectos de calidad y seguridad en el suministro. Se han propuesto diferentes opciones y se propone un Plan de Gestión de la Demanda.

Parece una obviedad el recomendar antes de nada una revisión de la factura eléctrica, pero es fundamental conocer el punto de partida para establecer un objetivo. Y ese objetivo tiene una sola finalidad: el ahorro. Las necesidades varían a lo largo de la vida empresarial y es muy probable que una atenta revisión nos permita una selección de Tarifa más adecuada para el momento actual, que no tiene por qué ser la misma que la que se seleccionó al inicio de la actividad empresarial. Por otra parte, el consumo diario no es constante a lo largo de la jornada por lo que el componente horario determinará las necesidades reales en cada momento del día. Una adecuada asesoría tarifaria nos ayudará en la detección de oportunidades de ahorro. El ahorro producido por una adecuada selección tarifaria es inmediato y lo notaremos en la primera factura.

No hay que olvidar que la instalación y, por tanto, el entorno, debe ser el adecuado para los servicios prestados y la potencia contratada, en consecuencia, debe responder a las necesidades buscando siempre la eficiencia energética en las instalaciones. Dicha eficiencia proporcionará ahorros que sumados a los conseguidos con una adecuada selección tarifaria rebajará de modo ostensible los costes energéticos.

Además, el uso de otras posibilidades como la energía solar térmica puede ser una opción interesante para reducir nuestro consumo de manera limpia, segura, rentable y sin causar daños medioambientales.

En cualquier caso, hemos conocido sólo unas pocas de las posibilidades que existen en el mercado para ahorrar en nuestra factura energética, así como para mejorar la calidad y garantizar el suministro. Una *Auditoría Energética* es el vehículo más adecuado para conocer nuestras limitaciones, nuestras necesidades reales y las posibilidades que ENDESA pone a su disposición. Esta inquietud por la realización de *Auditorías Energéticas* es compartida por el propio Ministerio de Industria, Turismo

y Comercio que establece subvenciones para la promoción y realización de las mismas, así como para la implantación de las mejoras propuestas en ellas.

Endesa, con las *Auditorías Energéticas* propone una solución Integral, desde el Asesoramiento Técnico económico, la solicitud gratuita de subvenciones y la puesta en marcha de las mejoras consecuencia de ese estudio. Dichas mejoras algunas de las cuales han sido introducidas en este documento significarán de manera inmediata el ahorro en los costes energéticos de la empresa y con ello la mejora de la cuenta de resultados y el incremento del beneficio.

## 3.1. Introducción

La escasez de recursos naturales en nuestro planeta dicta una serie de medidas de precaución que el ser humano debe adoptar para evitar el agotamiento prematuro de los mismos, y preservar el medio ambiente en el que se desarrolla, tanto su vida, como la de las especies que coexisten con él.

De entre esos recursos, los combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural), son de los más preciados, dado que son los más utilizados en múltiples instalaciones y dispositivos que el hombre emplea para: uso residencial, la industria y el transporte, tanto propio, como de mercancías.

Esta escasez hace que el hombre deba prestar una especial atención a preservar dichos recursos, pero además viene a añadirse a esta circunstancia, el hecho de que cada vez que utiliza los mismos, en su combustión se producen sustancias tóxicas tales como el dióxido de carbono, los anhídridos sulfurosos, etc., y en cantidades tan importantes que ni la contribución de las especies vegetales al equilibrio natural del medio ambiente es capaz de contrarrestar. De la generación de dichas sustancias tóxicas se derivan perjuicios de muy diversa índole para el ser humano y las especies animales y vegetales. De sobra conocidos son los fenómenos del efecto invernadero, la formación de suspensiones de agentes tóxicos en la atmósfera (lluvia ácida) y otros contaminantes.

## 3.2. Directivas, Códigos, Leyes y Reglamentos sobre la Eficiencia Energética

A la vista de lo anterior, resultaba evidente que la Sociedad tenía que protegerse y proteger a las especies que conviven con el hombre, y consciente de

ello, ha redactado una serie de Directivas, Códigos, Leyes, Reglamentos y Normas para acomodar el consumo excesivo de los recursos escasos a las verdaderas necesidades, evaluando, limitando y primando el empleo de fuentes de energía alternativas y sobre todo renovables, a la par que desarrollando sistemas eficientes energéticamente para responder a las necesidades vitales.

Pero no debe nunca olvidarse que en paralelo con este deseo de ahorrar energía coexiste una obligación, que es la de conseguir satisfacer los criterios de calidad precisos para que las instalaciones de iluminación proporcionen no sólo los niveles suficientes, sino también la satisfacción de todos aquellos parámetros que contribuyen a crear un ambiente confortable y seguro en los lugares de trabajo.

### **3.2.1. Norma UNE 12464-1 relativa a “Iluminación de los lugares de trabajo en interior”**

Afortunadamente, en Septiembre de 2002 se aprobó la redacción por parte de la Comisión de Normalización Europea de la Norma UNE 12464-1 relativa a “Iluminación de los lugares de trabajo en interior”, por lo que a finales de Mayo de 2003 han tenido que ser retiradas todas aquellas normas nacionales que pudieran entrar en conflicto con la nueva norma.

Esta nueva norma, a la que debe acudir en el origen de todos los proyectos de iluminación para lugares de trabajo en interiores, recomienda el cumplimiento no sólo cuantitativo, sino cualitativo de dos aspectos de la tarea visual que se resumen brevemente:

- ☀ Confort visual.
- ☀ Rendimiento de colores.

Dentro del confort visual estarán englobados parámetros tales como la relación de luminancias entre tarea y entorno, o el control estricto del deslumbramiento producido por las fuentes de luz, o incluso el modo de evitar deslumbramientos reflejados en las pantallas de ordenadores.

Pero lo que de verdad introduce una novedad notable, por lo que significa de mejora para el usuario de las instalaciones, es el aspecto relativo al rendimiento de color. Como todo el mundo probablemente conoce existen una serie de fuentes de luz, masivamente empleadas en la iluminación de interiores, por razones exclusivamente crematísticas que no cumplen con unos índices mínimos de reproducción cromática, y lo que esta norma plantea es la prohibición de dichas fuentes de luz en iluminaciones de tareas visuales.

Así, por ejemplo, se exige un índice de rendimiento en color superior a 80 ( $Ra > 80$ ) en la conocida escala de 0 a 100 para iluminar cualquier tarea visual en salas o recintos en los que la ocupación sea de duración prolongada o permanente, y no ocasional como podría suceder en corredores o pasillos.

Estas prescripciones recogidas convenientemente en esta nueva norma contribuirán a diseñar y ejecutar instalaciones de iluminación en interiores mucho más "humanas" y protectoras de la calidad de vida y condiciones de trabajo en el quehacer cotidiano.

Seguir estas pautas es cumplir con las recomendaciones de calidad y confort visual y al mismo tiempo crear ambientes agradables y confortables para los usuarios de las instalaciones.

### **3.2.2. Real Decreto 208/2005, relativo a la Directiva RAEE sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos**

La aplicación de la Directiva europea 2002/96/CE, de 27 de enero de 2003 y la Directiva 2003/108/CE de 8 de diciembre de 2003 mediante el Real Decreto 208/2005 de 25 de Febrero de 2005, tiene como objetivo reducir la cantidad de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) y la peligrosidad de sus componentes, fomentar su reutilización y valorización, mejorando así el comportamiento medioambiental de todos los agentes implicados en el ciclo de vida del producto, es decir, desde el productor hasta el propio usuario final.

Los productos de lámparas que se ven afectados en esta Directiva en la categoría 5, aparatos de alumbrado, del Anexo I B son las siguientes:

- ☀ Lámparas fluorescentes rectas.
- ☀ Lámparas fluorescentes compactas.
- ☀ Lámparas de descarga de alta intensidad, incluidas las lámparas de sodio de presión y las lámparas de halogenuros metálicos.
- ☀ Lámparas de sodio de baja presión.

El coste externalizado de la recogida, reciclado y valorización del residuo histórico es responsabilidad de los fabricantes desde el 13 de agosto de 2005.

### 3.3. Cómo se puede ahorrar energía en instalaciones de alumbrado

La luz es una necesidad humana elemental y una buena luz, por tanto, es esencial para el bienestar y la salud.

La iluminación en una residencia debe servir a dos objetivos fundamentales: garantizar las óptimas condiciones para desarrollar las tareas correspondientes, y contribuir a una atmósfera en la que el usuario se sienta confortable. Todo esto garantizando la máxima eficiencia energética posible.

La iluminación tiene unas características complejas de diseño, de prestaciones técnicas, y de cumplimientos de regulaciones y normativas muy específica, que pocas veces se dan en otro tipo de instalaciones.

La adecuada iluminación puede influenciar el estado de ánimo, y por tanto, combinada con otros elementos, contribuye significativamente a la salud de las personas. En definitiva creando entornos más hogareños para el enfermo, se han conseguido reducir significativamente los tiempos de recuperación, contribuyendo de una forma efectiva al bienestar del paciente, creando los requerimientos de confort para el paciente y de prestación visual para el profesional.

Las instalaciones de iluminación de las distintas dependencias que componen una residencia, deben estar dotadas de sistemas que proporcionen un entorno visual confortable y suficiente, según las muy variadas tareas y actividades que se desarrollan. Aplicando criterios de calidad adecuados al diseño, instalación y mantenimiento de todos aquellos elementos que intervienen en la obtención de una buena iluminación, obtendremos los resultados de confort visual requeridos, todo esto garantizando la máxima eficiencia energética y, por tanto, los mínimos costes de explotación.

En una instalación de alumbrado de una residencia, podemos encontrar una problemática específica, tal como:

- ❁ Luminarias que producen deslumbramientos directos o indirectos.
- ❁ Lámparas de temperatura de color y potencia inadecuada a la instalación, que tanto por defecto como por exceso, pueden dificultar las tareas. El color de la luz emitida por las lámparas tiene también una gran importancia en el comportamiento de las personas; así las lámparas de luz fría, proporcionan un ambiente similar al aire libre, mientras que las lámparas de colores cálidos, proporcionan ambientes más relajados.

Por otro lado, es muy importante la utilización de iluminación eficiente, mediante luminarias de alto rendimiento, que incorporen equipos de bajo consumo y lámparas de alta eficacia luminosa (lumen/vatio), unidas al uso de sistemas de regulación y control adecuados a las necesidades del local a iluminar, lo que permitirá tener unos buenos niveles de confort sin sacrificar la eficiencia energética.

Para realizar un buen Proyecto de Alumbrado en una residencia, tendremos que tener en cuenta los requisitos de los diversos usuarios de dicha instalación.

Conociendo los requisitos generales del usuario, es posible determinar los criterios de alumbrado para cada uno de los diferentes niveles de actividad.

A continuación se analizan cuáles son las fases de una instalación de alumbrado para interiores en las que se puede ahorrar energía, en cantidades muy

considerables, analizando detenidamente dónde, cómo y cuándo adoptar las medidas más eficaces para llevar a la práctica la consecución del ahorro deseado.

### 3.3.1. Fase de Proyecto

En esta fase se debe prestar una especial atención a elegir y cuantificar aquellos criterios que realmente son fundamentales para conseguir una instalación de iluminación eficiente y de alta calidad. De entre todos los parámetros cuantitativos y cualitativos, hay que prestar una especial atención a:

- la predeterminación de los niveles de iluminación,
- la elección de los componentes de la instalación,
- la elección de sistemas de control y regulación.

#### 3.3.1.1. La predeterminación de los niveles de iluminación

Deben tenerse muy en cuenta las necesidades visuales del observador tipo, convenientemente recogidas en las Recomendaciones y Normas relativas a tareas visuales a realizar por el ser humano. En resumen todo se reduce a la apreciación de un objeto contra un fondo, ya sean objetos físicos, letras u otros elementos.

##### A) Niveles de iluminación mantenidos

Cuando se realiza el proyecto de iluminación normalmente se establece un nivel de Iluminación inicial superior, según los ciclos de mantenimiento del local, que dependerá de la fuente de luz elegida, de las luminarias así como de la posibilidad de ensuciamiento del local. Con el tiempo el nivel de iluminación inicial va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad acumulada en luminarias, paredes, techos y suelos.

Los ciclos de mantenimiento y limpieza se deben realizar para mantener un nivel de iluminación adecuado a la tarea que se realiza en local y se tendrán que sustituir las lámparas justo antes de alcanzar este nivel mínimo, de este

modo aseguraremos que la tarea se pueda realizar según las necesidades visuales.

Por supuesto se satisfarán otros criterios cualitativos simultáneamente, tales como la reproducción de colores, el color aparente de la luz, el ambiente en que se encuentren las personas que realizan la tarea visual en su interior, el control del deslumbramiento, la simultaneidad con la luz natural, etc.

#### **B) Tiempo de ocupación del recinto**

En una tarea visual que se desarrolla dentro de un edificio, o recinto cerrado el tiempo de ocupación tiene mucho que ver con el consumo de energía eléctrica. Así, la permanencia de la instalación encendida cuando no hay personas dentro de dicho recinto es uno de los mayores despilfarros energéticos.

#### **C) Aportación de luz natural**

Deberá estudiarse muy detenidamente la superficie acristalada, la orientación del edificio respecto al sol, la proximidad de otros edificios, en resumen todo aquello que suponga una aportación de luz natural, no sólo vital desde el punto de vista psicológico, sino sobre todo desde el punto de vista de ahorro de energía.

#### **D) Flexibilidad de la actividad que se realice**

El análisis de los supuestos de partida no debe despreciar nunca la realización de actividades variadas en una misma sala, para lo que será preciso flexibilizar la instalación y no duplicarla o triplicarla.

### **3.3.1.2. Elección de los componentes de la instalación**

Otro de los elementos básicos en la fase de proyecto es el proceso de estudio y elección de los elementos componentes, tales como las fuentes de luz, los

equipos eléctricos precisos para el funcionamiento de las fuentes de luz, las luminarias, que alojan a unas y otros.

Tanto la cantidad como la calidad de la iluminación, son factores decisivos cuando se escoge un sistema de alumbrado.

Sea como sea, cuando se comparan sistemas que son equivalentes en términos luminotécnicos, el análisis de costes hace la elección más sencilla. Al realizar tal análisis se debe calcular no sólo el coste inicial sino también los costes de explotación previstos, entre otras razones, porque los costes de la energía son uno de los factores más importantes del coste global de la instalación.

Para realizar un análisis de costes, se necesitan los siguientes datos:

- ✿ Número y tipo de luminarias/proyectores necesarios.
- ✿ Precio de la luminaria/proyector.
- ✿ Número y tipo de lámparas necesarias.
- ✿ Precio de la lámpara y equipo auxiliar.
- ✿ Consumo por luminaria/proyector, incluyendo las pérdidas de los equipos.
- ✿ Tarifas de electricidad.
- ✿ Vida útil de la lámpara.
- ✿ Horas de funcionamiento anual de la instalación.
- ✿ Financiación y amortización.

## A) Lámparas

Además de por sus características cromáticas, tanto de reproducción de colores, como de apariencia de su luz, las lámparas se diferencian sobre todo en términos de eficiencia energética por un parámetro que la define: la **eficacia luminosa**, o cantidad de luz medida en lúmenes dividida por la potencia eléctrica consumida medida en vatios. Nada mejor que una gráfica como la de la Fig. 1 para representar de una forma simple y rápida la diferencia entre las distintas fuentes de luz artificial.

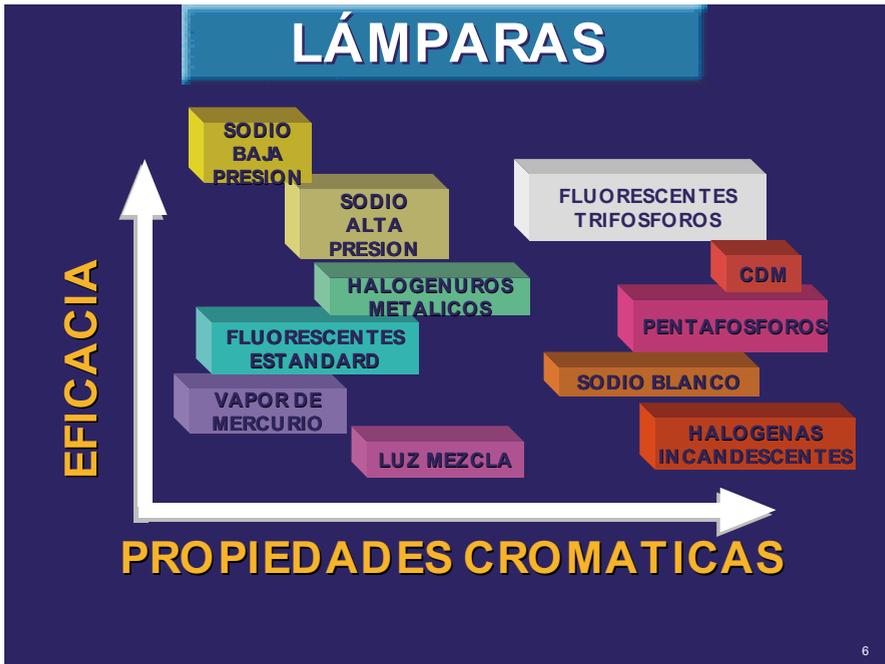


Figura 1. Cuadro comparativo de eficacia de las lámparas.

Es importante para las prestaciones visuales y la sensación de confort y bienestar, que los colores del entorno, de objetos y de la piel humana sean reproducidos de forma natural, correctamente y de tal modo que haga que las personas parezcan atractivas y saludables.

Para proporcionar una indicación objetiva de las propiedades de rendimiento en color de una fuente luminosa se ha definido el **Índice de Rendimiento en Color** (Ra o I.R.C.). El Ra se obtiene como una nota de examen; esta nota es el resultado sobre la comparación de 8 ó 14 colores muestra. Un 100 significa que todos los colores se reproducen perfectamente, y conforme nos vamos alejando de 100, podemos esperar una menor definición sobre todos los colores.

Ra < 60	Pobre
60 < Ra < 80	Bueno
80 < Ra < 90	Muy Bueno
Ra > 90	Excelente

Las lámparas con un índice de rendimiento en color menor de 80 no deberían ser usadas en interiores en los que las personas trabajen o permanezcan durante largos períodos.

La "apariencia de color" o **Temperatura de color** de una lámpara se refiere al color aparente (cromaticidad) de la luz emitida. La luz blanca puede variar desde tonalidades cálidas a frías en función de las sensaciones psicológicas que nos producen.

Para las aplicaciones generales la Comisión Internacional de Iluminación divide las fuentes de luz en tres clases según su temperatura de color:

Blanco Cálido	$T_c < 3300 \text{ K}$
Blanco Neutro	$3300 \text{ K} < T_c < 5300 \text{ K}$
Blanco Frío	$T_c > 5300 \text{ K}$

La elección de apariencia de color es una cuestión psicológica, estética y de lo que se considera como natural. La elección dependerá del nivel de iluminancia, colores de la sala y muebles, clima circundante y la aplicación. En climas cálidos generalmente se prefiere apariencia de color de la luz más fría, mientras que en climas fríos se prefiere una apariencia de color de la luz más cálida.

## B) Balastos

Las lámparas incandescentes y las halógenas directas a red son las únicas que no necesitan de un equipo auxiliar (transformador o reactancia o balasto electrónico) para funcionar. Las lámparas de descarga se utilizan en combinación con diferentes tipos de balastos. Éstos pueden ser *Eléctricos* (también llamados Electrónicos de alta frecuencia) o *Electromagnéticos*. Bajo la categoría de balastos electromagnéticos se encuentran los de cobre-hierro tradicionales para lámparas fluorescentes. Estos balastos deben combinarse con cebadores y habitualmente con condensadores de corrección del factor de potencia.

Los *balastos electrónicos* ofrecen numerosas e importantes ventajas en comparación con los balastos electromagnéticos tradicionales:

- ❖ Las pérdidas de potencia en los balastos tradicionales (electromagnéticos) oscilan entre un 6-7 % hasta un 20 %, mientras en los balastos electrónicos son de 0 vatios.
- ❖ Ahorros de coste: reducción del consumo de energía en aproximadamente un 25 %, duración de la lámpara considerablemente mayor y reducción notable de los costes de mantenimiento.
- ❖ Al confort general de la iluminación, añaden lo siguiente: no produce parpadeos; un interruptor de seguridad automático desconecta el circuito al acabar la vida de la lámpara evitando los intentos de encendido indefinidos. El encendido de la lámpara rápido y fluido está garantizado y se evita el potencialmente peligroso efecto estroboscópico.
- ❖ Mayor seguridad mediante la detección de sobrecargas de voltaje, una temperatura de funcionamiento significativamente inferior y en la mayoría de los tipos, un control de protección de la tensión de red de entrada.
- ❖ Más flexibilidad: con los balastos de regulación, las instalaciones con lámparas fluorescentes pueden regularse, lo que permite el ajuste de los niveles de iluminación de acuerdo a las preferencias personales, además de proporcionar un ahorro adicional de energía.
- ❖ Las unidades de balastos electrónicos son más ligeras y relativamente sencillas de instalar comparadas con los balastos electromagnéticos y requieren menos cableado y componentes de circuito (no hay cebadores).
- ❖ El funcionamiento de los balastos electrónicos a alta frecuencia, por encima de 16 kHz, que hace aumentar la eficacia del tubo en un 10 %.

Los **balastos de precaldeo** calientan los electrodos antes de aplicar la tensión de arranque. El precalentamiento del electrodo de la lámpara es posible en todas las lámparas fluorescentes. El precalentamiento tiene dos ventajas:

- ❁ Los electrodos de la lámpara sufren muy poco con cada arranque.
- ❁ La tensión de arranque necesaria es inferior que en un circuito de arranque frío.

Por lo tanto, con el precaldeo se pueden realizar tantas conmutaciones como sea necesario.

En la Fig. 2 se ofrece una imagen de algunos balastos electrónicos.



**Figura 2.** Algunos tipos comunes de balastos electrónicos.

### C) Luminarias

La eficiencia energética de las luminarias está basada en el máximo aprovechamiento del flujo luminoso emitido por la lámpara, con un tope del 100 %, pero que en casos muy especiales se aproxima al 90 % como máximo. A esta eficiencia contribuyen de modo muy importante el tamaño físico de la lámpara (cuanto más se aproxima a un foco luminoso puntual mayor será su eficiencia dentro de un sistema óptico).

No obstante, no hay que olvidar que además de estas prestaciones iniciales las luminarias tienen como exigencia la conservación de sus prestaciones el mayor tiempo posible, ya sea evitando el ensuciamiento interno del sistema óptico, o evitando la degradación de las superficies reflectoras o de las superficies transmisoras o refractoras.

Los deslumbramientos pueden provocar cansancio y dolores oculares pudiendo llegar a producir irritación de ojos y dolores de cabeza. Se debe tener especial atención al deslumbramiento en aquellos lugares donde la estancia es prolongada o donde la tarea es de mayor precisión.

El **Índice de deslumbramiento Unificado** (UGR), es el nuevo sistema que la Comisión Internacional de Iluminación recomienda para determinar el tipo de luminaria que debe usarse en cada una de las aplicaciones atendiendo a la posibilidad de deslumbramiento que ésta puede provocar debido a la construcción de la óptica y la posición de las lámparas. El sistema utiliza una serie de fórmulas para determinar, en función de la luminaria la posición de instalación de la misma, las condiciones del local, y nivel de iluminación, el posible deslumbramiento producido en los ojos de una persona que esté trabajando en el local. El resultado final es un número comprendido entre 10 y 31, siendo mayor el deslumbramiento cuanto más alto sea el valor obtenido.

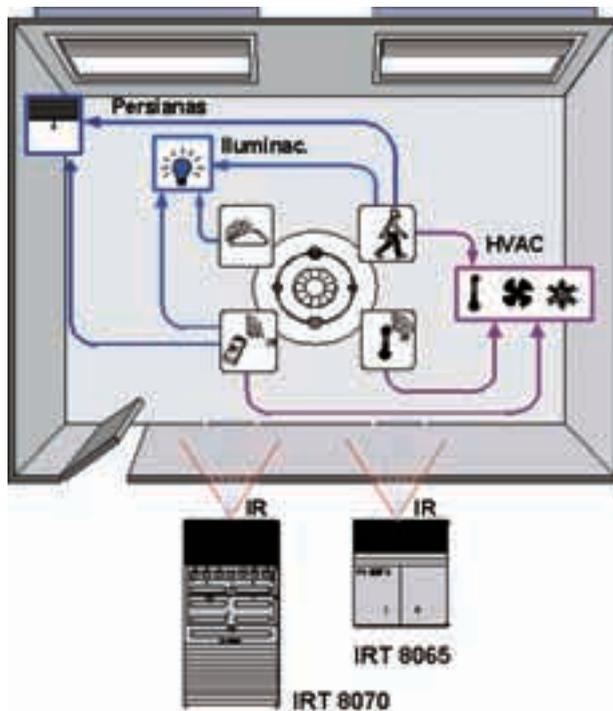
### 3.3.1.3. Elección de sistemas de control y regulación

Además del conjunto formado por lámpara, balasto y luminaria que debe ser lo más eficiente posible, hay una serie de dispositivos, denominados genéricamente sistemas de regulación y control, que tratan de simplificar y automatizar la gestión de las instalaciones de alumbrado. Entre los diferentes sistemas, se pueden destacar:

- ❁ Sistemas automáticos de encendido y apagado.
- ❁ Sistemas de regulación y control bajo demanda del usuario por interruptor, pulsador, mando a distancia, etc.

- Sistemas de regulación de la iluminación artificial de acuerdo con la aportación de luz natural a través de acristalamientos de diversa índole.
- Sistemas de detección de presencia o ausencia para encender o apagar la luz, o incluso regular su flujo luminoso.
- Sistemas de gestión centralizada, automatizada o no.

Dichos sistemas pueden o no combinarse con el resto de las instalaciones del recinto cerrado, tal y como se muestra gráficamente en la Fig. 3.



**Figura 3.** Combinación del control y regulación de la iluminación con otras instalaciones.

### 3.3.2. Ejecución y explotación

Esta fase de la instalación posee una importancia decisiva a la hora de respetar todos aquellos principios que han justificado la decisión de una solución en

la fase de proyecto. Para ello, se requiere prestar una atención especial a una serie de circunstancias y datos que se enumeran a continuación.

### **3.3.2.1. Suministro de energía eléctrica**

La comprobación y revisión de la existencia de subvenciones o sobretensiones justifica la toma de medidas eléctricas de la red de suministro, tanto durante la fase de ejecución inicial, como durante la explotación de la instalación, pues aunque el Reglamento de Verificación admite tolerancias de un  $\pm 7\%$  en las tensiones nominales de alimentación, una sobretensión de un  $10\%$  puede provocar un exceso de consumo energético de hasta un  $20\%$  además del acortamiento muy significativo de la vida de la lámpara y del balasto.

### **3.3.2.2. Cumplimiento de los niveles proyectados**

No deberán tolerarse las deficiencias de los niveles de iluminación proyectados, ni los excesos. Las primeras pueden dar origen a la realización defectuosa de la tarea visual. Los segundos pueden representar consumos excesivos innecesarios, directamente proporcionales a la eficacia luminosa de las lámparas empleadas en la instalación.

### **3.3.2.3. Respeto de las soluciones y sistemas proyectados**

Hay que respetar al máximo las soluciones de Proyecto, pues aunque la tendencia a equiparar componentes y soluciones esté muy extendida en función de las diferencias de precios de adquisición, que a veces son muy importantes, las consecuencias de una falta de respeto del Proyecto puede dar lugar a pérdidas energéticas como consecuencia de los incumplimientos de los parámetros de calidad, que a veces pueden involucrar incluso la renovación de la instalación en un plazo de tiempo inferior al de su amortización.

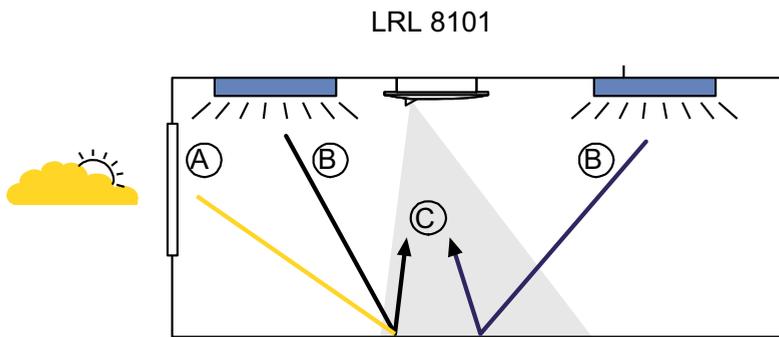
### **3.3.2.4. Establecimiento de los encendidos y apagados**

Barajando las posibilidades que se han mencionado en la fase de Proyecto, se trata de comprobar que dichos supuestos se cumplen en la realidad, es decir,

que las zonas de trabajo que fueron así proyectadas soportan una actividad similar a aquella para la que se diseñaron. De acuerdo con ello, utilizando alguno o varios de los sistemas enunciados, se pueden llegar a ahorros energéticos de consumo del orden de hasta un 50 %.

### 3.3.2.5. Regulación de los niveles de luz artificial

La regulación del flujo luminoso, como consecuencia de las variaciones de empleo del ambiente en que se encuentran las personas, por su dedicación a diferentes tareas, o incluso para compensar la aportación de la luz natural que penetra por los acristalamientos, Fig. 4, puede conducir a ahorros enormes de consumo de energía eléctrica, evaluables según la orientación y superficies de acristalamiento. Ningún edificio con aportación de luz natural que contuviera salas de unas dimensiones mínimas debería proyectarse sin regulación del flujo luminoso o apagado de las fuentes más próximas a los acristalamientos. Esto se recoge perfectamente en los últimos comentarios al Código de la Edificación.



**Figura 4.** Combinación de luz natural y luz artificial mediante control por célula.

### 3.3.2.6. Uso flexible de la instalación

La flexibilidad de los sistemas existentes para crear escenas puede ahorrar mucha energía eléctrica por la correcta adaptación de la luz artificial a las necesidades reales de las personas que se encuentran en el interior del recinto cerrado.

### 3.3.3. Mantenimiento

No por ser la última fase es la menos importante. El capítulo de mantenimiento es el conjunto de todos aquellos trabajos, programados u ocasionales que sirven para conservar el funcionamiento de la instalación y las prestaciones de la misma dentro de los límites que se consideraron como convenientes en la fase de Proyecto, y que se han tratado de respetar en la fase de Ejecución y Explotación. Así pues, habrá que prestar una exquisita atención a los siguientes métodos operativos.

#### 3.3.3.1. Previsión de operaciones programadas

Las tareas de mantenimiento, tales como reposición de lámparas, limpieza de luminarias, revisión de los equipos eléctricos, y resto de componentes de la instalación requiere una organización que, dependiendo de las condiciones de suciedad o limpieza de la zona a iluminar, de la duración de vida de las lámparas y de las solicitudes a que estén sometidas éstas y los equipos, suponga la adopción de una frecuencia de mantenimiento. Cuando estas tareas se realizan de forma general o por zonas, con un *planning* establecido, se denominan operaciones programadas.

Con estas operaciones programadas se pueden llegar a ahorros equivalentes a lo que supondría el coste del 50 % de las operaciones casuales u ocasionales, es decir, cuando se tiene que acudir deprisa y corriendo para reemplazar una lámpara o componente que ha fallado.

El mantenimiento comprende el reemplazo regular de lámparas y otros componentes con duración limitada, así como el reemplazo temporal de elementos deteriorados o estropeados. Contribuye además a un consumo eficaz de la energía y evita costes innecesarios. Las lámparas deben reemplazarse individualmente o todas al mismo tiempo (reemplazo en grupo).

Aparte de las lámparas que fallen prematuramente, es mucho mejor cambiar la totalidad al mismo tiempo; con ello se evitan grandes diferencias de flujo luminoso entre lámparas nuevas y antiguas.

El reemplazo individual se hace necesario si la contribución del punto de luz en cuestión es indispensable. Se emplea en instalaciones al exterior con pequeña cantidad de lámparas o para alumbrados de emergencia y seguridad.

El mantenimiento de la instalación de alumbrado debe tenerse en cuenta, ya en la etapa de diseño de la misma, debiéndose prevenir con certeza que los proyectores sean fácil y económicamente accesibles para el mantenimiento y cambio de lámparas.

### **3.3.3.2. Respeto de las frecuencias de reemplazo de los componentes**

Una de las normas más estrictas en el mantenimiento de una instalación es que se respeten las frecuencias marcadas para las operaciones programadas, pues en caso de no cumplirse, pueden llegar a cometerse errores tales como el de que las lámparas se vayan apagando y haya que recurrir a las operaciones de recambio casuales, o que el consumo se mantenga en un máximo para conseguir resultados inferiores a los necesarios.

### **3.3.3.3. Reemplazo llevado a cabo con componentes correctos**

Uno de los problemas más frecuentes que se observa en el mantenimiento de algunos edificios es que al realizarse las tareas de reposición, ya sea casual o programada, se sustituyen elementos de un tipo por otros similares pero de diferentes prestaciones. Esto que es tan evidente en el color de luz de las lámparas, y que se aprecia a simple vista, no es tan visible en los componentes del equipo eléctrico, pudiendo reemplazarse elementos por otros que no sean los correctos y den origen a fallos en la instalación. Está claro que el cuidado que se exige en todas estas acciones tiene un rendimiento muy favorable, pues la instalación se comporta adecuadamente a lo largo de toda su vida, consiguiéndose los ahorros para los que fue proyectada.

### **3.3.3.4. Recogida, transporte y reciclaje de los elementos sustituidos**

A pesar de que se ha publicado recientemente la Directiva Europea RAEE para la recogida y reciclaje de sustancias o componentes tóxicos empleados en material eléctrico, y aunque parece que no guarda relación con la eficiencia energética propiamente dicha, las tareas encaminadas a cumplir con esta Directiva permitirán conseguir resultados muy convenientes para la conservación del Medio Ambiente, al tiempo que obligará a los fabricantes a sustituir componentes considerados como peligrosos por otros alternativos.

Como conclusiones de este apartado, se ha pretendido recoger de una forma breve, pero completa, el abanico de posibilidades que pueden barajarse en las instalaciones de iluminación de recintos interiores a edificios para conseguir la mayor eficiencia energética y ahorro de consumo posibles, que evidentemente se traducirá en una menor producción de dióxido de carbono y de otros contaminantes a la atmósfera como consecuencia de la reducción de la producción de energía que se habrá ahorrado.

Por último, resaltar el enorme interés de todos los expertos en iluminación en este país y en el mundo por desarrollar instalaciones cada vez más eficientes energéticamente.

### **3.3.4. Diseño de la iluminación de una residencia: Sala polivalente, pasillo, sala de estar y habitación**

Este apartado facilita soluciones modelo a distintas instalaciones de una residencia. Hay que tener en cuenta que las soluciones aquí propuestas son para las medidas de cada una de las estancias propuestas.

Los criterios luminotécnicos a tener en cuenta para realizar un proyecto de alumbrado son:

- Iluminancia:** la iluminancia evalúa la cantidad de luz que incide sobre una determinada superficie, ya sea horizontal o vertical, y se define como el flujo luminoso incidente (medido en lúmenes) sobre un plano dividido por su superficie (expresada en m<sup>2</sup>). La unidad de medida es el lux (lúmen/m<sup>2</sup>). Existen varios tipos de iluminancia según la superficie en la que se mida, iluminancia horizontal ( $E_{hor}$ ) o vertical ( $E_{vert}$ ).
- Iluminancia media:** valores medios de la iluminancia en una superficie determinada ( $E_m$ ).
- Uniformidad:** relación entre las iluminancias mínima y máxima sobre una superficie ( $E_{min}/E_{máx}$ ). Lo que nos indica este parámetro es la homogeneidad en los niveles de iluminación de una superficie, evitando la sensación de "manchas" y que toda la superficie tenga unos niveles de iluminación homogéneos.

Además de estos criterios luminotécnicos se tendrán en cuenta los definidos anteriormente:

- Índice de Rendimiento en Color (I.R.C. o Ra).
- Temperatura de color.
- Índice de deslumbramiento Unificado (U.G.R.).

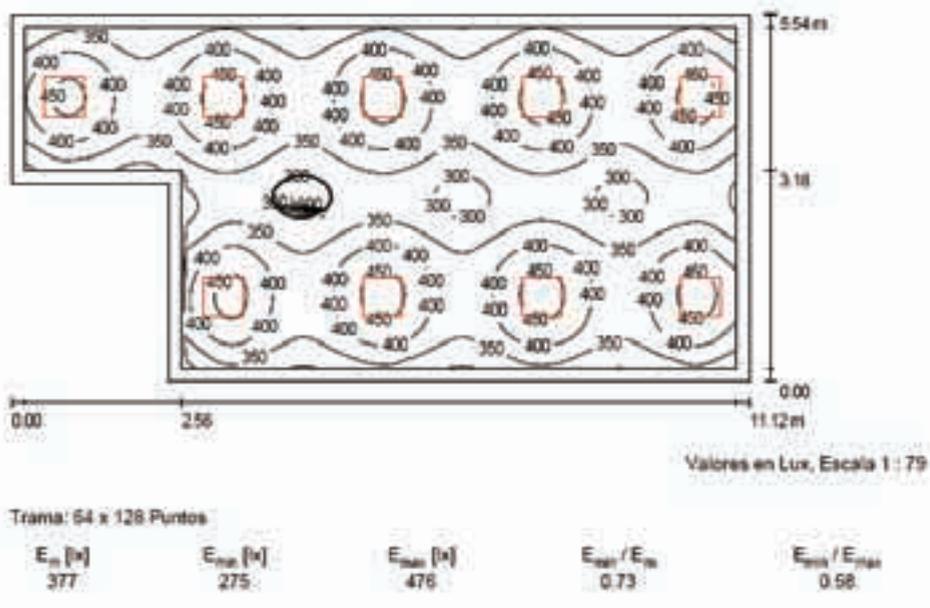
### 3.3.4.1. Residencia

Según la Norma de Iluminación de Interiores (UNE 12464-1) los requisitos de iluminación exigidos son :

	$E_m$ lux	UGR	$R_a$
Salas, habitaciones	300	22	80

#### A) Sala Polivalente

Medidas:	Largo	11,1 m
	Ancho	5,54 m
	Altura	2,60 m



### Sala polivalente 1 / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 37800 lm  
 Potencia total: 486 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.200m

Superficie	Intensidades luminicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad luminica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	324	53	377	/	/
Suelo	256	61	317	20	20
Techo	0.00	66	66	70	15
Pared 1	74	62	136	50	22
Pared 2	100	64	163	50	26
Pared 3	76	63	139	50	22
Pared 4	95	59	154	50	25
Pared 5	69	60	130	50	21
Pared 6	87	60	147	50	23

Simetrías en el plano útil  
 $E_{min}/E_m$ : 0.73  
 $E_{min}/E_{max}$ : 0.58

Valor de eficiencia energética:  $8.91 \text{ W/m}^2 = 2.36 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $54.54 \text{ m}^2$ )

<b>LÁMPARAS</b>		
27	<b>MASTER TL-D Super 80 18 W/830</b> Tipo: Tubos fluorescentes trifósforos (Gama 80) Potencia: 18 W Ra: > 80 Temperatura de color: 3000 K Vida útil (con HF-P): 17000 horas	
<b>LUMINARIAS</b>		
9	<b>PHILIPS TBS 330 D6 3XTL-D 18W/830</b> Flujo luminoso de las luminarias: 4200 lm Potencia de las luminarias: 54 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Número de lámparas: 3 x TL-D 18 W Equipo: Balasto Electrónico con precaldeo (HF-P) Instalación: Luminaria empotrable para lámparas TL-D, adaptable a casi todo tipo de techos de modulaciones estándar y de escayola Sistema Óptico: Óptica de aluminio de alta calidad y semibrillo con lamas tridimensionales y espejos Fresnel	

## Lámparas

En la sala polivalente se elegirán como lámparas tubos fluorescentes por las ventajas que presentan: larga vida útil, reencendido instantáneo, muy buena reproducción cromática, muy buena eficiencia energética y regulable, esta última característica es importante si se tiene aportación de luz natural, porque se podrá aprovechar y, por tanto, regular la iluminación consiguiendo importantes ahorros. Los tubos fluorescentes elegidos son los MASTER TL-D Súper 80 18 W/830, el dígito 18 indica la potencia en este caso 18 W y los siguiente 3 dígitos (830) indican:

- ✿ El primer dígito indica el Índice de rendimiento cromático, en este caso 80, tal y como indica la norma UNE 12464.1 (Ra > 80).



- ✿ Los siguientes dos dígitos indican la temperatura de color, para una residencia se busca el confort y se ha elegido una temperatura cálida (3000 K).

## Luminarias

En la sala polivalente se elegirán como lámparas tubos fluorescentes por las ventajas que presentan: larga vida útil, reencendido instantáneo, muy buena reproducción cromática, muy buena eficiencia energética y regulable, esta última característica es importante si se tiene aportación de luz natural, porque se podrá aprovechar y, por tanto, regular la iluminación consiguiendo importantes ahorros. Los tubos fluorescentes elegidos son los MASTER TL-D Super 80 18 W/830.

## Equipo eléctrico

El equipo eléctrico es un balasto electrónico con precaldeo (HF-P). En las luminarias se pueden instalar equipos electromagnéticos o equipos electrónicos (balastos), la mejor opción son los equipos electrónicos frente a los electromagnéticos, para ello si se supone que la sala está encendido 10 horas al día durante 365 días al año (3650 horas anuales), sobre la base de las 3650 horas anuales de encendido, a continuación se detallan los ahorros anuales que se consiguen con los balastos electrónicos frente a los equipos electromagnéticos.

Precio kWh	0,08 €
------------	--------

	Consumo anual (kWh)	Coste anual (€)
Equipo electrónico	2135,25	170,82 €
Equipo electromagnético	2582,01	206,56 €

	Absoluto	%
Ahorro kWh con equipo electrónico	446,76	17%
Ahorro € con equipo electrónico	35,74 €	17%

Se consiguen ahorros adicionales si hubiera una aportación de luz natural importante y se instalaran fotocélulas que regulasen el nivel de iluminación. Habría que instalar balastos regulables.

## Sistemas de control

Si se tiene aportación de luz natural, se podrá aprovechar y regular, por tanto, consiguiendo importantes ahorros en la iluminación.

Para conseguir estos ahorros se deberán instalar balastos electrónicos regulables y una fotocélula, Fig. 5.



**Figura 5.** Fotocélula.

Los ahorros que se pueden llegar a conseguir por instalar sistemas de control son de hasta un 75 % de ahorro, ahora bien esto variará en función de cada instalación.

### Resumen

Los niveles obtenidos y la uniformad en el plano de trabajo o plano útil (377 lux) cumplen con amplitud los requisitos de mínimos que indica la norma UNE 12464.1. Destacar el mínimo valor de eficiencia energética conseguido 8,91 W/m<sup>2</sup>.

### B) Pasillo

Medidas: Largo 22,6 m  
Ancho 2,0 m  
Altura 2,60 m

	E <sub>m</sub> lux	UGR	R <sub>a</sub>
Áreas de circulación y pasillos	100	28	40

Pasillo / Suelo / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 170

Tamaño: 128 x 64 Puntos

$E_{max}$  [lx]  
108

$E_{min}$  [lx]  
88

$E_{prom}$  [lx]  
128

$E_{max} / E_{min}$   
0.81

$E_{max} / E_{prom}$   
0.69

Pasillo / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 14400 lm  
Potencia total: 224 W  
Factor mantenimiento: 0.80  
Zona marginal: 0.000m

Superficie	Intensidades luminicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad luminica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Piano útil	115	22	137	/	/
Suelo	64	24	108	20	6.90
Techo	0.00	23	23	70	5.07
Pared 1	43	25	68	50	11
Pared 2	28	23	51	50	8.18
Pared 3	40	26	65	50	10
Pared 4	30	23	53	50	8.41

Simetrías en el plano útil  
 $E_{max} / E_{min}$ : 0.45  
 $E_{max} / E_{prom}$ : 0.27

Valor de eficiencia energética: 4.94 W/m<sup>2</sup> = 3.60 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 45.32 m<sup>2</sup>)

<b>LÁMPARAS</b>		
8	<p><b>MASTER PL-C 26 W/830 4P</b></p> <p>Tipo: Fluorescente compacta no integrada (PL) de bajo consumo de funcionamiento con equipo electrónico</p> <p>Potencia: 26 W</p> <p>Ra: &gt;80</p> <p>Temperatura de color: 3000 K</p> <p>Vida útil (con HF-P): 7000 horas</p>	
<b>LUMINARIAS</b>		
8	<p><b>PHILIPS Downlight Fugato Compact FBS261 M 1XPL-C/4P26W/830</b></p> <p>Flujo luminoso de las luminarias: 1800 lm</p> <p>Potencia de las luminarias: 28 W</p> <p>Clasificación luminarias según CIE: 100</p> <p>Número de lámparas: 1 x PL-C 26 W</p> <p>Equipo: Balasto Electrónico con precaldeo (HF-P)</p> <p>Instalación: Luminaria en aluminio tipo <i>downlight</i> empotrable para lámparas fluorescentes compactas.</p> <p>Sistema Óptico: Óptica de aluminio mate</p>	

## Lámparas

En el pasillo se elegirán como lámparas tubos fluorescentes compactos tipo PL. Tienen las mismas ventajas que el tubo fluorescente: larga vida útil, reencendido instantáneo, muy buena reproducción cromática, muy buena eficiencia energética y regulable. Esta última característica es importante si se tiene aportación de luz natural, porque se puede aprovechar y, por tanto, regular la iluminación consiguiendo importantes ahorros. Otra aplicación interesante en pasillos es instalar detectores de presencia, de tal forma que las luces se enciendan tan pronto como detecten a una persona. Las lámparas elegidas en este caso son MASTER PL-C 26W/830 4P, el 4P (4 pines/patillas) indica que es una lámpara para equipo electrónico (si fuera electromagnético el equipo sería 2P).

## Luminarias

Las luminarias tipo *downlight* se han utilizado porque facilitan una iluminación general económica y de calidad. Este tipo de luminaria es el más utilizado en residencias, para las zonas de pasillo, habitaciones, como alternativa a las luminarias de empotrar del ejemplo anterior en la sala polivalente. Además tienen un diseño más actual.

## Equipo eléctrico

El equipo eléctrico es igual al de la instalación anterior con el mismo nivel de uso anual (3.650 horas).

Precio kWh	0,08 €
------------	--------

	Consumo anual (kWh)	Coste anual (€)
Equipo electrónico	817,6	65,41 €
Equipo electromagnético	1000,1	80,01 €

	Absoluto	%
Ahorro kWh con equipo electrónico	182,5	18%
Ahorro € con equipo electrónico	14,60 €	18%

Como en el anterior ejemplo, en la sala polivalente se conseguirían ahorros adicionales si hubiera una aportación de luz natural importante y se instalaran fotocélulas que regulasen el nivel de iluminación. Habría que instalar balastos regulables.

## Sistemas de control

Si se tiene aportación de luz natural, se podrá aprovechar y regular, por tanto, la iluminación consiguiendo importantes ahorros. También, los detectores de presencia pueden proporcionar grandes ahorros tal y como se ha comentado en el punto anterior.

Los ahorros que se pueden llegar a conseguir por instalar sistemas de control son de hasta un 75 % de ahorro, ahora bien esto variará en función de cada instalación.

## Resumen

Los niveles obtenidos y la uniformad en el plano de trabajo o plano útil (108 lux) cumplen con los requisitos de mínimos que indica la norma UNE

12464.1. Destacar el mínimo valor de eficiencia energética conseguido 4,94 W/m<sup>2</sup>.

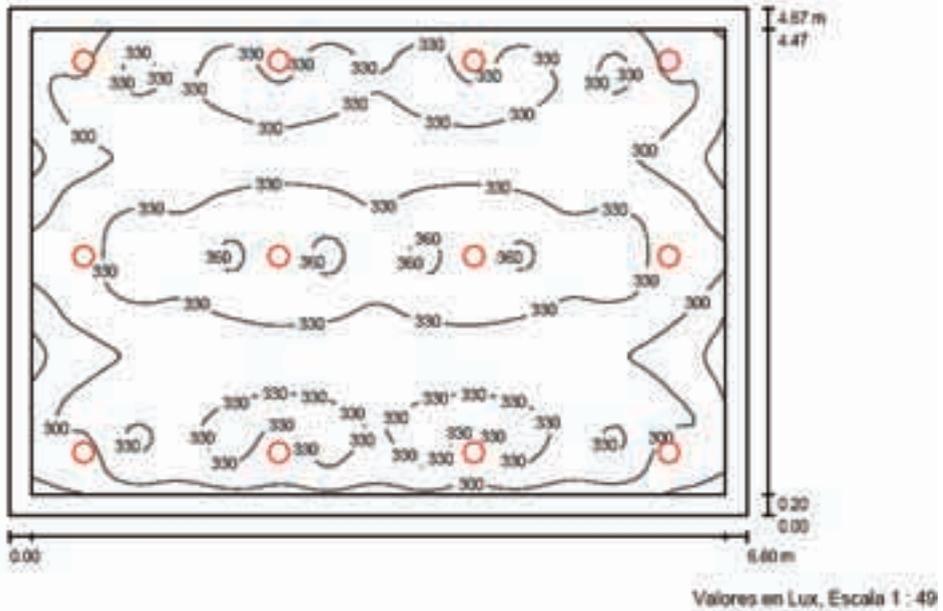
### C) Sala de estar

	E <sub>m</sub> lux	UGR	R <sub>a</sub>
Salas, habitaciones	300	22	80

Medidas: Largo 6,87 m  
 Ancho 4,67 m  
 Altura 2,70 m

Sala estar / Resultados luminotécnicos					
Flujo luminoso total:	21600 lm				
Potencia total:	336 W				
Factor mantenimiento:	0.80				
Zona marginal:	0.200m				
Superficie	Intensidades luminicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad luminica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	266	55	320	/	/
Suelo	216	57	273	20	17
Techo	0.00	61	61	70	14
Pared 1	77	57	134	50	21
Pared 2	70	59	129	50	20
Pared 3	85	59	144	50	23
Pared 4	73	60	133	50	21
Simetrías en el plano útil					
E <sub>min</sub> / E <sub>max</sub> : 0.77					
E <sub>min</sub> / E <sub>total</sub> : 0.67					
Valor de eficiencia energética: 10.57 W/m <sup>2</sup> = 3.30 W/m <sup>2</sup> /100 lx (Base: 31.76 m <sup>2</sup> )					

**Sala estar / Plano útil / Isolinneas (E)**



Tram: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
320

$E_{min}$  [lx]  
247

$E_{max}$  [lx]  
370

$E_{min} / E_m$   
0,77

$E_{max} / E_{min}$   
0,67

LÁMPARAS		
16	<p><b>MASTER PL-C 26 W/830 4P</b>                      Tipo: Fluorescente compacta no integrada (PL) de bajo consumo de funcionamiento con equipo electrónico                      Potencia: 26 W                      Ra: &gt;80                      Temperatura de color: 3000 K                      Vida útil (con HF-P): 7000 horas</p>	
LUMINARIAS		
16	<p><b>PHILIPS Downlight Fugato Compact FBS261 M 1XPL-C/4P26W/830</b>                      Flujo luminoso de las luminarias: 1800 lm                      Potencia de las luminarias: 28 W                      Clasificación Luminarias según CIE: 100                      Número de lámparas: 1 x PL-C 26 W                      Equipo: Balasto Electrónico con precaldeo (HF-P)                      Instalación: Luminaria en aluminio tipo <i>downlight</i> empotrable para lámparas fluorescentes compactas.                      Sistema Óptico: Óptica de aluminio mate</p>	

## Lámparas

En la sala de estar se elegirán como lámparas tubos fluorescentes compactos tipo PL, las mismas lámparas que se han elegido anteriormente para los pasillos.

## Luminarias

En la sala de estar se ha querido dar otra alternativa a la utilizada en la sala polivalente. Son las dos opciones más habituales a la hora de elegir una de las luminarias va a depender más por el tipo de techo que haya y sobre todo de la estética; cuál es la luminaria que más gusta a la propiedad. La principal diferencia entre luminarias de tubos fluorescentes y tubos fluorescentes compactos es que los tubos fluorescentes tienen una mayor duración.

## Equipo eléctrico

El equipo eléctrico es igual al de la instalación anterior con el mismo nivel de uso anual (3.650 horas).

Precio kWh	0,08 €
------------	--------

	Consumo anual (kWh)	Coste anual (€)
Equipo electrónico	1635,2	130,82 €
Equipo electromagnético	2000,2	160,02 €

	Absoluto	%
Ahorro kWh con equipo electrónico	365	18%
Ahorro € con equipo electrónico	29,20 €	18%

## Sistemas de control

Si se tiene aportación de luz natural, se podrá aprovechar y regular, por tanto, la iluminación consiguiendo importantes ahorros. Para conseguir estos ahorros deberemos instalar balastos electrónicos regulables y una fotocélula.

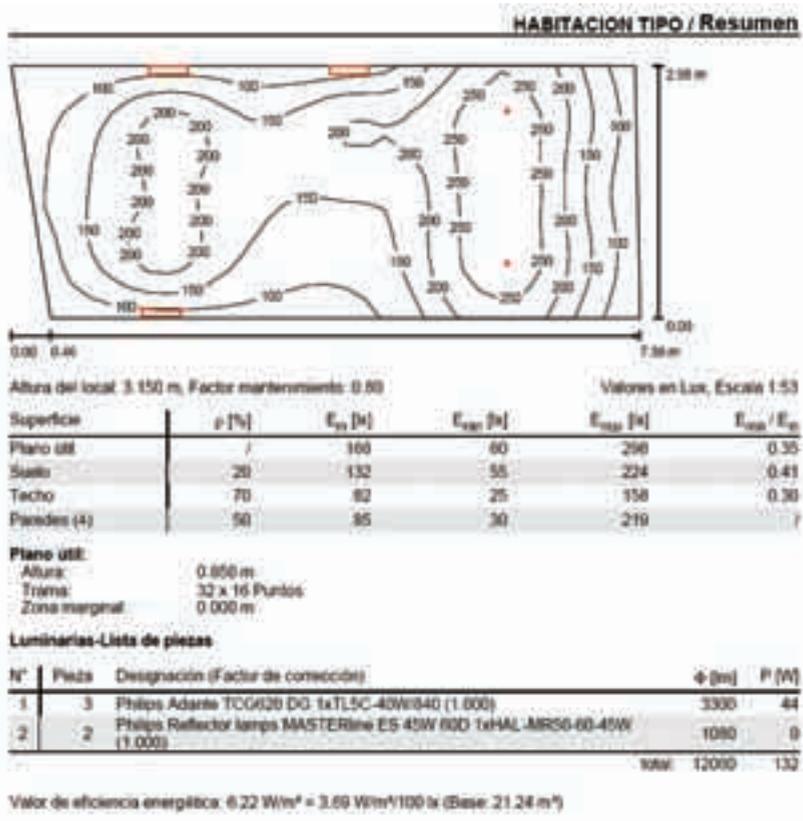
Los ahorros que se pueden llegar a conseguir por instalar sistemas de control son de hasta un 75 %, aunque esto variará en función de cada instalación.

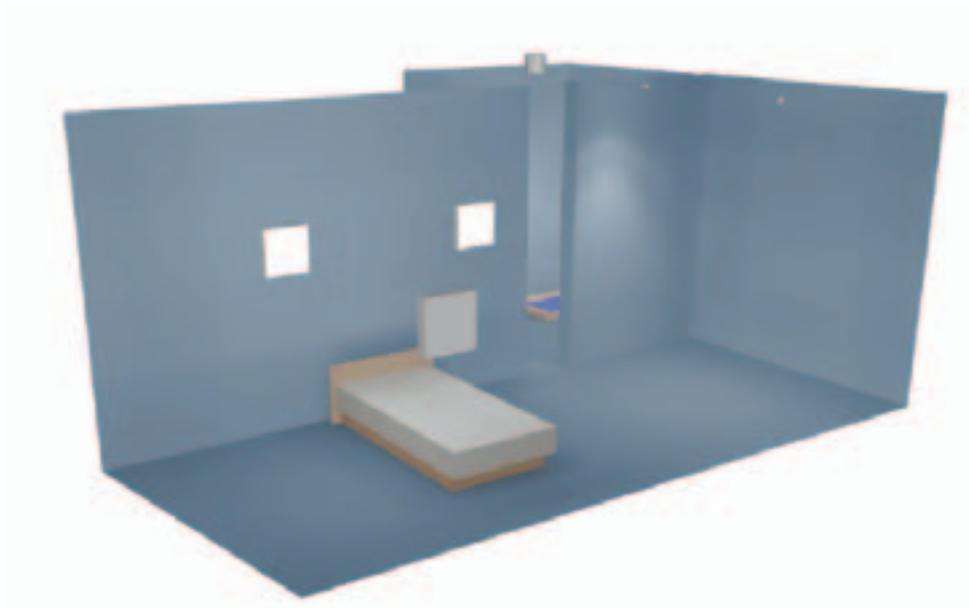
## Resumen

Los niveles obtenidos y la uniformidad en el plano de trabajo o plano útil (320 lux) cumplen con amplitud los requisitos de mínimos que indica la norma 12464.1. Destacar el mínimo valor de eficiencia energética conseguido 10,57 W/m<sup>2</sup>.

### D) Habitación

Medidas: Largo 7,38 m  
Ancho 2,98 m  
Alfura 2,70 m





<b>LÁMPARAS</b>		
3	<p><b>PHILIPS TL5 Circular Super 80 Pro 40 W/840</b></p> <p>Tipo: Lámpara fluorescente circular con diámetro de tubo 16 mm</p> <p>Potencia: 40 W</p> <p>Ra: &gt;80</p> <p>Temperatura de color: 4000 K</p> <p>Vida útil (con HF-P): 10.000 horas</p>	
<b>LÁMPARAS</b>		
2	<p><b>PHILIPS lámpara dicroica MASTER Line ES 45W 60D</b></p> <p>Tipo: Lámpara halógena de bajo voltaje y larga duración, con una eficacia del quemador de hasta un 40%</p> <p>Potencia: 45 W</p> <p>Ra: 100</p> <p>Temperatura de color: 3000 K</p> <p>Vida útil : 5.000 horas</p>	
<b>LUMINARIAS</b>		
3	<p><b>PHILIPS ADANTE TCG 620 DG 1xTL5 40W/840</b></p> <p>Flujo luminoso de las luminarias: 3300 lm</p> <p>Potencia de las luminarias: 44 W</p> <p>Clasificación luminarias según CIE: 100</p> <p>Número de lámparas: 1 x TL5 C 40 W</p> <p>Equipo: Balasto Electrónico con precaldeo (HF-P)</p> <p>Instalación: Luminarias decorativas de montaje en pared, techo o suspendido para lámparas TL5-C circulares</p> <p>Material: carcasa y reflector de aluminio pintados de blanco con vidrio serigrafado decorativo, y bisagra de aluminio para asegurar la fijación del cristal</p>	

## **Lámparas**

Las lámparas instaladas en la habitación son de dos tipos: halógenas dicróicas y tubos circulares TL5. A la entrada de la habitación se han instalado las dos lámparas halógenas dicróicas para que nos den un buen nivel de iluminación y permita guiarse por la habitación. El modelo elegido de dicróica es de larga duración y además posee mayor eficacia luminosa ya que da la misma cantidad de luz que una dicróica de 75 W pero consume un 40 % menos, siendo también un 40 % menos el calor emitido por la lámpara. Disfrutar de una iluminación perfecta con escasa radiación térmica.

Para la habitación las lámparas elegidas son tubos fluorescentes circulares (TL5 C 40 W/840), con un diámetro pequeño de 16 mm para un óptimo rendimiento dentro de la luminaria. Proporciona mayor eficiencia a las luminarias con un máximo de lúmenes a temperaturas ambientes más altas. La iluminación diseñada está pensada con el ánimo de conseguir la máxima comodidad y el mínimo mantenimiento, creando una iluminación que favorezca la sensación de bienestar de los usuarios.

## **Luminarias**

Al igual que las lámparas hay dos tipos de luminarias. En los cálculos sólo aparece uno ya que para las lámparas halógenas dicróicas tan sólo llevan un aro y solamente habría que elegir el color o si se quiere fijo u orientable.

En cuanto a la otra luminaria, Adante, se han instalado las tres luminarias en la pared para crear una atmósfera más íntima y confortable, con unos niveles de iluminación adecuados. Adante es un aplique de cristal elegante, que permite una luz difusa, agradable debido a su cristal mateado, proporcionando unos contrastes adecuados en el campo de visión.

## **Equipo eléctrico**

Los tubos circulares deben de funcionar con equipos electrónicos de precaldeo, que son la mejor opción posible.

En cuanto a las dicroicas, se recomienda transformadores electrónicos por su menor consumo, alargan la vida de la lámpara y evitan las molestas vibraciones que producen los transformadores convencionales al instalarlos en el techo.

### **Sistemas de control**

En habitaciones el único sistema que se podría instalar son los detectores de presencia, en caso de no notar ningún movimiento apagaría las luces. Es muy interesante utilizarlo en baños.

### **Resumen**

Los niveles obtenidos y la uniformad en el plano de trabajo o plano útil (168 lux) cumplen con los requisitos de mínimos que indica la norma UNE 12464.1. Destacar el mínimo valor de eficiencia energética conseguido 6,22 W/m<sup>2</sup>.

Para el baño de la habitación, la recomendación es instalar una luminaria como las del pasillo o sala de estar (Downlight Philips Fugato 261 con lámpara de 26W) centrada en el techo. Si es importante la luz del espejo para ello habría que instalar dos luminarias, una a cada lado del espejo, modelo Pentura Mini ( TCH 128 1XTL5-21W/840 HF) como las de la Fig. 6.



**Figura 6.** Luminaria Pentura Mini.

Regleta decorativa ultra –fina de diseño y ligereza que permite una fácil instalación, además ofrece todos los beneficios de la tecnología TL5: eficacia, luminarias más pequeñas y líneas de luz finas.

## Bibliografía

1. Norma UNE-EN 12464.1 de "Iluminación en los lugares de trabajo".
2. "Introducción al alumbrado". Philips Ibérica.
3. "Luz sobre la Norma Europea". Philips Ibérica.
4. "Manual de Iluminación". Philips Ibérica.

## 4.1. ¿Por qué ahorrar agua?

Se mire a donde se mire, estamos rodeados de algún tipo de medio húmedo, arroyos, ríos, lagos, mares, lluvia y nieve. Pensando en estas inmensas masas de agua, algunas personas no entienden por qué ha de escasear el agua, y por qué el precio del agua potable es cada vez más caro.

Nunca habrá más agua de la que se dispone en estos momentos, pues el ciclo vital de ésta hace que cada vez escaseen más las lluvias y éstas se produzcan irregularmente.

Por desgracia, de las aparentemente inagotables reservas de agua de la Tierra, solamente se pueden emplear de forma eficiente pequeñas partes para la producción de agua potable.

El 97 % de las existencias de agua de la Tierra comprenden el agua salada no potable de los océanos y mares. La mayoría de los restantes 36 millones de kilómetros cúbicos de agua dulce, está aglomerada sólidamente en forma de hielo en los glaciales y en los casquetes polares de la Tierra. De manera que sólo queda aproximadamente el 0,5 % de la totalidad de las existencias de agua para la explotación de agua potable.

Los expertos calculan que en un futuro el despliegue técnico para la producción de agua potable y el consiguiente coste que esto acarreará, aumentarán el precio considerablemente.

Recientemente está creciendo la sensibilidad sobre estos temas, sobre todo por las noticias, las restricciones y cortes, que algunas poblaciones empiezan a tener, debido a los altos niveles de consumo y una sequía latente.

El agua es un elemento esencial para el bienestar, pero actualmente y por desgracia se identifica el mayor consumo de ésta con un mayor nivel de vida.

Nada más lejano de la realidad, pues un mayor nivel de bienestar, se obtiene con un mayor uso y disfrute de la misma y los servicios que ésta aporta, no con la cantidad de ella que se consume.

A modo de ejemplo, no ofrece más confort una ducha que suministre mucha cantidad de agua, si no la que ofrezca estar en vez de 5 minutos, 10 y que consuma lo mismo o menos, y si además se mejora la calidad de la misma mediante técnicas de hidro-masaje o aceleración del agua, mucho mejor.

En resumen, se puede tener un mayor nivel de calidad, servicios y confort, con mucha menos agua de la que actualmente muchas instalaciones suministran, sin detrimento del servicio o sacrificio alguno.

Al igual que ha sucedido en otros países, se espera en los próximos meses un fuerte crecimiento en la demanda de estudios y actuaciones que lleven a la incorporación de medidas correctoras y la instalación de dispositivos, que permitan reducir los consumos tan elevados que en muchas ocasiones se tiene.

Hoy en día, hay sistemas y tecnologías de alta eficiencia en agua, de fácil implementación y que aportan ventajas en todos los sentidos. Resultando éstas, unas actuaciones no sólo altamente rentables para la cuenta de resultados, (*pues suelen generar beneficios económicos al siguiente año de su implementación*), sino también para el medio ambiente, pues la reducción de consumos va paralela a la reducción de los residuos resultantes, reduciendo la cantidad de agua a depurar y, por lo tanto, un menor gasto de reutilización.

Las estadísticas del sector demuestran que más de un 20 % del gasto habitual de un establecimiento público o privado (*Residencias, hoteles, albergues, etc.*) se concreta en las facturas de agua y energía. Esta cifra, que es una mera estadística, nos posiciona sobre la importancia de las actuaciones que se encaminen a recortar dicho gasto.

Según los estudios realizados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), respecto a los datos de consumo que se tuvieron en el año 2003, y que han sido publicados el día 3 de agosto de 2005, se obtiene que durante ese año en España se dispusiera de 4.947 hm<sup>3</sup> de agua de abastecimiento público urbano. De esta cantidad, un 81,3 % (4.021,9 hm<sup>3</sup>) se distribuyó para el consumo de familias, empresas, consumos municipales, etc.

El consumo de agua de las familias españolas ascendió a 2.603 hm<sup>3</sup>, lo que representa 65 % del consumo total. El consumo medio se situó en 167 litros por habitante y día, un 1,8 % más que en el año 2002. Por comunidades, Cantabria registró el consumo medio más elevado (185 litros) e Islas Baleares tuvo el más bajo (130). Madrid, tanto en el 2002 como en el 2003, está estable en 166 litros.

Enfocando el tema desde otra perspectiva más sectorial, el consumo medio de agua fría de consumo humano (AFCH) y agua caliente sanitaria (ACS), según datos propios en el sector residencial está por encima de los 300 litros por residente y día, estadísticamente hablando y sin discriminación de residencias para válidos o asistidos. Considerándose un consumo eficiente, cuando se está por debajo de los 200 litros por residente y día.

La cifra aumenta bastante cuando se tienen zonas ajardinadas, piscinas o el formato residencial es tipo apartamento o vivienda asistida.

Tampoco se puede olvidar que la gran parte de este agua consumida es agua caliente, pues, por ejemplo, para darse una ducha a 38 °C se deberá mezclar agua caliente en un 60 % con agua fría en un 40 % (*suponiendo una temperatura de distribución a 55 °C y agua fría a 12 °C*), lo que puede dar una idea del peso energético que este hecho tiene y la importancia que tiene atacar este tipo de consumos o gastos para el empresario y la sociedad.

Por todo lo anterior, ahorrar agua permite, casi en la misma proporción, ahorrar la energía utilizada para su calentamiento, aportando beneficios, ya no tanto económicos y muy importantes, sino ecológicos, por evitar la combustión, reduciendo la emisión de gases contaminantes, el efecto invernadero y la

eliminación de la capa de ozono, derivados todos ellos del consumo y obtención de otras energías, así como de su transformación y/o combustión.

Para hacernos una idea de estas emisiones de gases de efecto invernadero, derivadas del consumo de agua, podemos afirmar que la demanda en contadores de 1 m<sup>3</sup> de agua, implica unas emisiones de más de 0,537 kilogramos de CO<sub>2</sub>, considerando todo el ciclo de agua, es decir, aducción, distribución, acumulación, y la proporción de calentamiento, consumo, canalización, depuración, reciclaje y tratamiento de vertidos, etc.

Con una simple y sencilla cuenta, cualquiera puede calcular las emisiones provocadas por el consumo de agua, simplemente con mirar la factura del agua y multiplicar el consumo por la cifra antes indicada, pudiendo calcular también la disminución de las mismas, si realiza actuaciones para economizar ésta.

### 4.1.1. Objetivos de un Plan de Reducción del Consumo de Agua

Un **Programa de Reducción y Uso Eficiente del Agua**, para cualquier inmueble, centro deportivo, gimnasio, etc., se implementa para alcanzar distintos objetivos, entre los que se pueden destacar los siguientes:

- Disminuir el agua requerida para cada proceso, optimizando la utilización de la misma.
- Disminuir de una forma directa los residuos, obteniendo una importante reducción del impacto ambiental del inmueble, es decir haciéndolo más respetuoso con el medioambiente.
- Reducir los consumos adyacentes de energías derivadas de su utilización, como por ejemplo la energía utilizada para calentar el agua.

- ❁ Disminuir los consumos de fuentes de energía fósiles, tales como el carbón, el petróleo y el gas natural, realizando un efectivo aporte a la protección de la naturaleza.
- ❁ Cumplir la legislación medioambiental aplicable en todo momento y, en la medida de lo posible, adelantarse a las disposiciones legales de futura aparición.
- ❁ Facilitar las posibles implementaciones de sistemas de gestión medioambiental, tipo ISO 14.001, EMAS, etc.
- ❁ Obtener una mejor imagen pública para la empresa o gestora, de que es respetuosa con el medioambiente, lo que la posiciona y diferencia del resto de la oferta del sector, siendo muy apreciado por determinados sectores y usuarios, pero sobre todo por los clientes y usuarios más exigentes, como signo de calidad.
- ❁ Ayudar a la sociedad directa e indirectamente, facilitando el crecimiento sostenible de la misma y aportando un granito de arena vital para futuras generaciones.
- ❁ Y por último, la no menos importante actuación, la reducción de costes económicos, que permitirán un mejor aprovechamiento de dichos recursos económicos en otras áreas y facilitará y aumentará los beneficios, haciendo que la empresa sea más competitiva.

## 4.2. ¿Cómo ahorrar agua y energía?

Tanto por responsabilidad social, como personal, ecológica o económica, es importante saber qué hacer para reducir la demanda de agua en una residencia o centro de DIA, y este capítulo persigue dar a conocer acciones, técnicas y sistemas

que permitan a propietarios, gestores, responsables y técnicos de este tipo de centros, minimizar los consumos de agua y energía.

Muchas veces se plantean actuaciones complejas, normativas internas, campañas de concienciación excesivamente costosas y trucos para intentar reducir los consumos que se tiene de agua y energía, cuando hay actuaciones que pasan desapercibidas por los usuarios y que a la vez aumentan el confort de uso.

Por su elevado confort y ahorro, los *Perlizadores*, los *Reductores* y los *Economizadores* de agua están ampliamente extendidos en los países del norte de Europa, y ya se están utilizando desde el año 1995 aquí en España, en hoteles, residencias, hospitales, gimnasios y empresas españolas, principalmente en las zonas costeras e insulares.

Este tipo de equipos tienen por objetivo reducir drásticamente el consumo de agua en el establecimiento, tanto en agua fría como caliente y más adelante se dedicará un amplio apartado al conocimiento y explicación de estas tecnologías.

Pero se dispone de muchas opciones cuando se habla de ahorrar agua y energía, y esto ha de hacerse considerando infinidad de factores, desde la optimización de las facturas, pasando por la formación del personal y/o considerando los proyectos en su fase de diseño, la realización de estudios y eco-auditorías de hidro-eficiencia, sin olvidar el mantenimiento y la implementación de medidas correctoras en aquellos puntos que son significativos, no por volumen de agua ahorrada, si no por posibilidades de ahorro existentes.

### **4.2.1. Acciones y consideraciones para ahorrar agua y energía**

Dentro de la infinidad de posibles acciones y temas a considerar, a continuación, se relatan algunos de las más importantes que puedan servir a modo de ejemplo:

- ☀ En las instalaciones de Fontanería, tanto de ACS, como AFCH, hay que preocuparse de que cuando se diseñen o reformen, se considere como muy importante la eficiencia, tanto como el diseño y la ergonomía de uso, utilizando los adelantos técnicos más avanzados que en ese momento existan (*ya contrastados*), pues una instalación una vez construida, será para muchos años. Sin olvidar la facilidad de mantenimiento y sus costes.
  
- ☀ La reutilización y/o reciclaje de Aguas Grises, si no se considera en la fase de diseño o al realizar una reforma, posteriormente suele hacerse inviable por los altos costes que implicaría, al no estar preparada la estructura ni canalización del edificio; mientras que si se preocupan de incluirlas en el proyecto, el coste será mínimo, ofreciendo beneficios por ahorro de por vida.
  - ✓ *Por ejemplo: si se está diseñando un nuevo edificio, se ha de tener en cuenta, la realización de dos circuitos de suministro de agua, uno llamémosle de agua pura y otro de agua reciclada para el abastecimiento de los inodoros o WC, la cual la obtendremos de recolectar, decantar y filtrar el agua de los lavabos, duchas y bajantes de los tejados, pudiendo obtener un ahorro de agua superior al 30 %, para toda la vida, y con una inversión bajísima. Esta medida permite aprovechar casi el 95 % del agua utilizada en esos procesos, pudiendo también utilizarse para regar, una vez que se ha dejado posar durante un par de días.*
  - ✓ *Otro ejemplo, sería el recuperar y acumular el agua sobrante de rebosaderos y reposición de los vasos de las piscinas, obteniendo por norma general agua suficiente y gratuita de por vida para los urinarios e inodoros, únicamente se necesita filtrarla (ya está clorada), y bombearla y repartirla separadamente del agua de consumo humano.*
  
- ☀ Es muy interesante, la instalación de contadores (*a ser posible electrónicos*), que permitirán la segregación y control de consumos y fugas, adecuando los diámetros de éstos a las necesidades reales, y no con márgenes de seguridad excesivos, que encarecerán la factura del agua, sin aportar nada a cambio.

- ❁ Otro elemento a considerar, es el tipo de grifería que se utilizará, pensando que las actuales leyes y normas exigen que el agua en circulación por el punto más alejado de la caldera, esté por encima de 50 °C, lo más probable es tener problemas y accidentes por escaldamiento de los usuarios, pudiéndose evitar con la instalación de griferías termostáticas, las cuales aumentan el confort del usuario, no representan una inversión mucho mayor y ahorran más del 15 % de la energía, gracias a su fácil y rápida regulación, generando un ahorro del 4-5 % de agua.
  
- ❁ Considerar la adecuación paisajística del entorno, o de las plantas de interior, con un punto de vista de xerojardinería o decoración con plantas autóctonas o que consuman poco agua, utilizando siempre que se pueda, sistemas de riego eficientes, y programables, para evitar la tentación humana de que si les damos más agua crecerán más y estarán mejor.
  
- ❁ Selección de equipos y adecuación de las instalaciones de climatización al tipo de explotación, que va a tener el edificio. Hay especialistas en gimnasios, piscinas y centros deportivos, que saben exactamente cuál es el tipo más adecuado y las precauciones a tener en cuenta, y las opciones más adecuadas a la hora de diseñar las instalaciones.
  - ✓ *Prever el aprovechamiento, canalización y recuperación del agua de las torres de ventilación, y/o de condensación, para ser utilizadas para otros usos.*
  
- ❁ Selección de equipos Hidro-Eficientes para el centro, a nivel de electrodomésticos, y con etiquetaje clase "A", pues está demostrado que las diferencias de inversión en este tipo de establecimientos se amortizan muy rápidamente. *(Existen lavadoras y lavavajillas que consumen hasta un 60 % menos de agua y un 50 % menos de energía);* hay que hacer cuentas, antes de decidirse.
  
- ❁ Selección de complementos, lencería y menaje, específicos para este tipo de instalaciones, mirando más allá de los costes y el diseño, valorando su

comportamiento con detergentes, jabones, etc., o que no requieran blanqueadores y/o tensoactivos específicos y las características de utilización que exigirán.

- ✿ Utilizar jabones y productos biodegradables, que no contengan cloro ni fosfatos en su composición, y utilizar la dosis correcta propuesta por los fabricantes. *Cuando sale la vajilla blanca, puede ser por la alta concentración de cal en el agua, y esto se resuelve con un aporte de sal adecuado, según el fabricante, pero sobre todo no hay que volver a lavarlos, pues con frotarlos con un trapo o paño seco será suficiente.*
- ✿ Desarrollo de programas de mantenimiento preventivo que, además de cumplir con la normativa vigente, permitan una corrección y detección inmediata de anomalías, excesos de consumos, fugas, etc. Revisando las protecciones de aislamiento de las tuberías, cada seis meses, y cada vez que algún operario realice algún trabajo de mantenimiento.
- ✿ Prever, programar y comprobar las temperaturas de calentamiento, acumulación y distribución del ACS, adecuándolas a la demanda de agua esperada. *(Es ilógico disponer de agua caliente en el fin de semana si se cierra el centro, ajustarlas de tal forma de que el último día se aporte el agua necesaria, programando su arranque para que el lunes esté preparada para su consumo).*
- ✿ Supervisar mensualmente, a la vez que se toman las temperaturas en puntos terminales, como exige el RD. 865/2003, si éstos cierran adecuadamente, tienen pérdidas y/o fugas. *(Verificar sobre todo los tanques o cisternas de inodoros, pues suelen ser los más dados a tener fugas, por culpa de los flotadores de los grifos o los sistemas de cierre).*
- ✿ Si se utilizan sistemas de tratamiento del agua, verificar la calidad del agua y su composición cada cierto tiempo y sobre todo en épocas estivales, pues la variación de su composición requerirá dosis o ciclos distintos. Aprovechar

para comprobar el estado de resinas, sales, etc., de los distintos depósitos, verificando el resultado final del tratamiento.

- ✿ Realizar campañas de sensibilización ambiental dentro del establecimiento, formando al personal para que resuelva los problemas más habituales que pueda encontrarse, demostrando a los clientes y visitantes su sensibilidad y preocupación por el tema, lo que mejorará la imagen pública del centro.
- ✿ Instalar, prever o implementar equipos y medidas economizadoras de agua, como las que a continuación se detallan, pues facilitarán la minimización de los gastos y consumos de agua y energía, y generarán beneficios por ahorro para toda la vida.

### 4.3. Tecnologías y posibilidades técnicas para ahorrar agua y energía

El nivel tecnológico de los equipamientos sanitarios que hoy en día están disponibles es impresionante, pero por desgracia muchas de estas técnicas y tecnologías no se conocen, con lo que su implementación se hace imposible por desconocimiento.

Este capítulo pretende dar un repaso a las posibilidades técnicas más exitosas y fáciles de implementar, y que más rápida amortización tienen. *(En cuanto a ACS y AFCH, se refiere).*

Antes de entrar en materia, hay que hacer una mención específica a la normativa que a fecha de hoy se ha quedado obsoleta y entra en contradicción con infinidad de medidas economizadoras que otras normas proponen; de hecho y en concreto las Normas de Clasificación Hidráulica de las Griferías (*UNE 19-707-91* y *UNE 19-703-91*), exigen unos caudales mínimos de servicio exagerados, que hacen que por ejemplo un monomando de lavabo ecológico, de última generación que consuma 4,6 litros por minuto, no podría comercializarse.

A su vez, otras normativas favorecedoras de la eficiencia y el ahorro, como la Legislación Catalana en materia de distintivos ambientales, califica las griferías ecológicas a aquellas que están por debajo, justo de lo que las normas UNE, indican. Por ejemplo, el Departamento de Medioambiente y Vivienda de la Generalitat de Catalunya, *(en su Resolución MAH/1603/2004, de 21 de mayo, por la que se establecen los criterios medioambientales para el otorgamiento del distintivo de garantía de calidad ambiental a los productos y a los sistemas que favorecen el ahorro de agua)*, establece que los límites razonables para el consumo de una ducha fija o móvil serán de 10 l/min para presiones inferiores a 3 bar y de 12 l/min para presiones superiores a 3 bar.

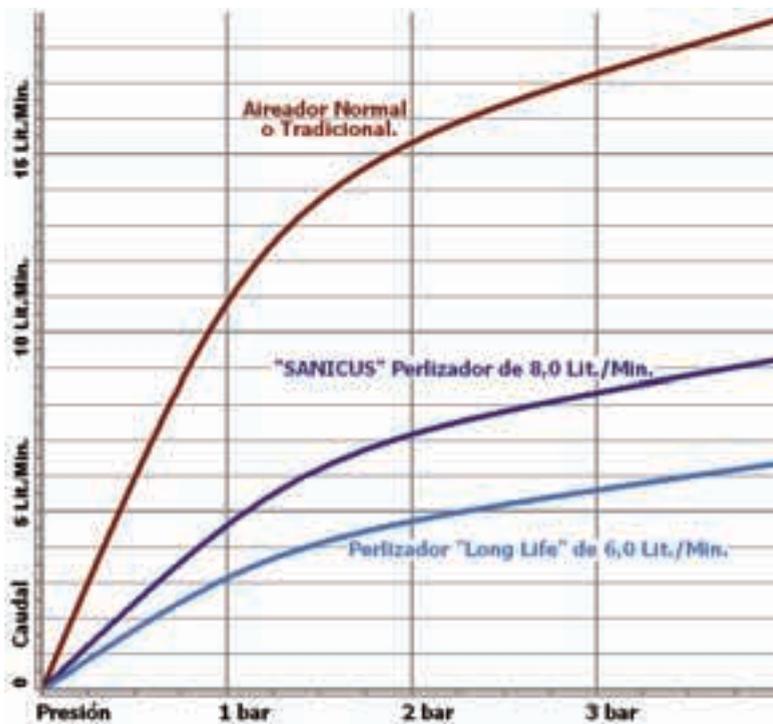
En el caso de los grifos, de lavabo, bidet o fregaderos, estos límites son de 8 l/min y de 9 l/min dependiendo de si la presión es inferior o superior a tres bares; límites más que altos para las tecnologías existentes hoy en día.

En estos últimos tiempos se está demandando, y cada vez se debate más la necesidad de una normativa que regule, o califique la eficiencia de los consumos sanitarios, visto que es posible ofrecer la misma o mayor calidad de servicio y confort con un menor consumo de agua y energía; lo que ayudaría a la selección del equipo o grifo más adecuado para una instalación, de tal forma que la etiqueta complemente no solamente la calidad y caudal del servicio ofrecido, sino también lo respetuosa que ha sido su fabricación, medioambientalmente hablando.

En la Comunidad de Madrid, cada vez hay más Ayuntamientos que exigen la incorporación de medidas economizadoras de agua en los edificios de nueva construcción, como es el caso de Alcobendas, Alcalá de Henares, Getafe, etc., donde para obtener la licencia de obras, se necesita documentar que el proyecto incorpora grifería de bajo consumo.

Las tecnologías existentes permiten acelerar el agua, y crear turbulencias sin aportación de aire en cabezales de ducha, que mejoran el confort al generar una sensación de hidro-masaje por turbulencias, que consume mucha menos agua que los sistemas tradicionales de masaje por cantidad y presión de agua,

economizando hasta el 65 % del agua que actualmente consumen algunos equipos, sin pérdida ni detrimento del servicio, Fig. 1.



**Figura 1.** Consumos de Griferías normales y ecológicas con Perlizadores.

En el caso de los grifos, éstos suelen llevar un filtro para evitar las salpicaduras, (*rompeaguas o aireadores*), disponiendo de tecnologías punteras como los Perlizadores y Eyectores, que reducen el consumo de agua un mínimo del 50 % en comparación con los equipos tradicionales y aportan ventajas, como una mayor eficacia con los jabones, por su chorro burbujeante y vigoroso, a la vez que son anticalc y anti-bloqueo, pudiendo ser sustituidos en cualquier grifería existente. Aunque también hay griferías que ya lo incorporan.

## 4.4. Clasificación de equipos

En primer lugar hay que agrupar los distintos tipos de equipos sanitarios más utilizados a nivel de suministro de agua, en dos grandes grupos:

**Equipos completos y accesorios o adaptadores para equipos ya existentes;** estos últimos aportan tecnología economizadora al implementarlos sobre grifos ya en uso, teniendo un menor coste y aprovechando el equipo al que se le aplica; mientras que los primeros están pensados para obra nueva o remodelación.

La siguiente información, pretende recoger la gran mayoría de las tecnologías existentes a modo de guía básica de las más difundidas, y las que son más eficaces, aunque puedan resultar desconocidas.

### 4.4.1. Grifos monomando tradicionales

Siendo hoy en día el tipo de grifería más utilizada por excelencia, no quiere decir que no existan técnicas y tecnologías economizadoras para mejorar los consumos de agua y energía de este tipo de sanitarios, tan utilizados por todos.

El hecho de que el agua que se utiliza en un grifo monomando sea fría, no quiere decir que ésta no contenga agua calentada. *(Como por ejemplo en un monomando de lavabo, al estar posicionado el mando o palanca en el centro, cada vez que abrimos éste, consumimos un 50 % de agua fría y 50 % de agua caliente, aunque a ésta no le demos tiempo a llegar a salir por la boca del grifo).*

Este problema está contrastado y demostrado, indicando que más del 60 % de los usuarios, que utiliza un lavabo en un centro público, lo hace abriendo en su posición central y durante un tiempo medio inferior a 30 segundos, no agarrando la maneta, sino empujándola desde abajo hacia arriba, hasta el final del recorrido, dándole golpecitos hacia abajo, para ajustar el caudal *(si es que éste fuera muy elevado)*.

Hoy en día hay tecnologías que permiten reducir los consumos de agua de estos grifos y a la vez derivar los consumos de agua caliente no premeditada a consumos de agua fría.

La solución, consiste en la sustitución del clásico cartucho cerámico que incorpora por otro "Ecológico" de apertura en frío en su posición central y en dos etapas.

Como se puede apreciar en la Foto 1, al accionar la maneta, ésta se encuentra en su posición central un freno a la apertura y además ofrece sólo agua fría, debiendo girar la maneta hacia la izquierda, para obtener una temperatura de agua más caliente.



**Foto 1.** Explicación gráfica de los Cartuchos Ecológicos.

Esto ofrece ahorros generales superiores al 10 % de la energía media total que suele utilizar un lavabo normal, y un ahorro de un 5 % en agua aproximadamente.

Sobre este equipo, o cualquier otro tipo de grifería, ya sea de lavabo, fregadero, etc., y si tiene una edad menor de unos 20 años, además incorporará un

filtro en su boca de salida de agua, denominado filtro, rompeaguas o aireador y que tiene por objeto evitar que el agua al salir del grifo salpique.

Otra de las soluciones que hay para ahorrar agua y energía, consiste en la sustitución de este aireador, por un "PERLIZADOR", el cual, aparte de cumplir con el objetivo del anterior, aporta ventajas como: ser más eficaz con los jabones líquidos, ser más agradable y confortable, aparentar salir más agua de la que realmente sale y, por supuesto, economizar agua y la energía derivada de su calentamiento.

Estas tecnologías garantizan ahorros de un mínimo del 50 %, llegando en ocasiones y dependiendo de la presión, hasta ahorros del 70 % del consumo habitual, existiendo versiones normales y antirrobo, para lugares en los que preocupen los sabotajes, posibles robos o vandalismo.



**Foto 2.** Perlizadores de distintos caudales y modelos.

La implementación de Perlizadores de agua en lavabos, bidet, fregaderos, pilas, etc., reduce estos consumos, convirtiendo los establecimientos en más ecológicos, amigables y respetuosos con el medioambiente, y por supuesto mucho más económicos en su explotación, sin reducir la calidad y/o confort del servicio ofrecido.

## 4.4.2. Grifos de volante tradicionales

Este tipo de equipos, está en desuso en obra nueva, aunque sí es fácil encontrarlos en edificaciones con más de 15 años y todavía suele montarse en zonas de poca utilización, como vertederos, fregaderos, etc., por su bajo precio.

Los problemas clásicos de estos equipos, son los cierres inadecuados, por falta de estanqueidad en las zapatas de cierre, y es habitual el que haya que apretarlos mucho para que no goteen.

Hoy en día, existen técnicas para reconvertirlos en ecológicos, siendo mucho más eficaces y economizadores que un monomando tradicional. *(Desde el punto de vista del consumo de energía, es imposible demandar agua caliente de forma inconsciente, mientras que con un monomando sí, como se explicaba anteriormente).*

Esto se puede lograr con la simple sustitución de la montura clásica de zapatas, por otra Montura Cerámica que permite la apertura y cierre del agua en un sólo cuarto de vuelta, evitando los problemas de apriete y cierre inadecuados y las fugas y goteos constantes de éstos.

Es una solución muy económica cuando la grifería está bien estéticamente hablando, ya que al cambiar la montura por otra cerámica, ésta queda mecánicamente nueva. El ahorro está cifrado en un 10 % del consumo previo.

A este tipo de equipos, y siempre que sea más joven de unos 15 años aproximadamente, también se le podrá implementar los Perlizadores antes comentados, complementando las medidas de eficiencia y totalizando ahorros superiores al 60 % sobre el estado previo a la optimización.

Por lo general, un grifo de doble mando o *monoblock* cerámico, será más económico y a la vez mucho más eficiente energéticamente hablando, que un monomando, aunque no tan cómodo como lo es éste.

### 4.4.3. Grifos termostáticos

Posiblemente son los equipos más costosos, detrás de los de activación automática por infrarrojos, pero a la vez los más eficientes desde el punto de vista del consumo energético, ya que mezclan automáticamente el agua fría y caliente, para lograr la temperatura seleccionada por el usuario. Aportan altísimo confort y calidad de vida o servicio ofrecido, evitan accidentes, y aparte de la función economizadora de energía, también los hay con equipos economizadores de agua.

Es habitual el desconocimiento de este tipo de equipos, salvo en su utilización en las duchas y bañeras, cuando en el mercado hay soluciones con grifería para lavabos, bidet, fregaderos, duchas con temporización, con activación por infrarrojos, o fregaderos de activación con el pie, o antebrazos, resultando la solución ideal, aunque requieren una mayor inversión, su rendimiento economizador es para toda la vida. Hoy en día un grifo de ducha termostático, con mango de ducha ecológica, puede encontrarse, desde 50,00 € y con una garantía de 5 años, por lo que ya no es tan elevada la diferencia, como para no utilizarlos.

Por otra parte aportan al centro y a los usuarios un mayor nivel de calidad, confort y seguridad, estando recomendado especialmente en residencias de mayores, discapacitados y para centros residenciales ocupacionales, o en todos aquellos donde se corra el riesgo de que el usuario pudiera quemarse por un uso inconsciente del equipo.

### 4.4.4. Grifos electrónicos de activación por infrarrojos

Son posiblemente los más ecológicos, pues ajustan la demanda de agua a la necesidad del usuario, activando el suministro e interrumpiéndolo según esté o no presente el usuario. Está demostrado que el ahorro que generan es superior al 65-70 %, en comparación a uno tradicional; siendo ideales, cuando se utilizan dos aguas, pues el coste del suministro de agua caliente hace que se amortice mucho más rápido que con agua fría solamente. El coste de este tipo de equipos varía en función del fabricante y la calidad del mismo, pues los hay muy sencillos, y muy

sofisticados, siendo capaces de realizarse ellos mismos, el tratamiento de prevención y lucha contra la *Legionella*. Existen dos técnicas muy parecidas de activación automática por detección de presencia (*infrarrojos y microondas principalmente*).

Estos equipos están disponibles para casi cualquier necesidad, utilizándose principalmente para el accionamiento en aseos de discapacitados y en aquellos sitios de alto tránsito, donde los olvidos de cierre, y accionamientos minimizarían la vida de los equipos normales; a la vez que está demostrado que son los equipos que mejor aprovechan los suministros, ya que los ajustan a la necesidad real del usuario, evitando el más mínimo despilfarro. Suelen generar ahorros importantísimos, siendo por ejemplo el caso de los lavabos más del 60 % de ahorro, e incluso el 75 %, si incorporan Perlizadores a su salida.

Se pueden utilizar, para lavabos, fregaderos, duchas fijas, tanto normales como con equipos termostatizados; también existen versiones para inodoros, y urinarios, cubriendo casi cualquier necesidad que pueda plantearse. Las inversiones pueden llegar a ser 10 veces más costosas que un equipo tradicional, pero la eficacia, eficiencia y vida de los productos, se justifica, si se desea tener una imagen innovadora, ecológica y económicamente ajustada en los consumos, produciéndose su amortización en una media de entre los 3 y 5 años.



**Foto 3.** Grifería electrónica minimalista por Infrarrojos, de dos aguas.

Hay variaciones que abaratan las instalaciones de obra nueva con estas tecnologías, las cuales consisten, en centralizar la electrónica y utilizar

electroválvulas, detectores y griferías normales, por separado. El mantenimiento es mucho más sencillo y se reducen considerablemente las inversiones, a la vez que se pueden diseñar las áreas húmedas utilizando griferías de diseño y/o de fabricantes los cuales no tienen este tipo de tecnologías. *(Son muy recomendables en Spas, C. termales, etc.).*

#### 4.4.5. Grifos de ducha y torres de prelavado en cocinas

Uno de los puntos donde posiblemente se consume más agua, de las zonas comunes de un edificio residencial, es sin lugar a dudas la zona de lavado de la vajilla del centro, o cocina.

Si bien es cierto que los nuevos lavavajillas reciclan el agua del aclarado anterior, para el prelavado del siguiente ciclo, ahorran mucho agua y energía, no lo es menos que el parque de este tipo de lavavajillas, es muy antiguo y que la retirada de sólidos y pre-limpieza de la loza o vajilla, sigue realizándose a mano, con un consumo excesivo, principalmente porque los trabajadores tienen otras preocupaciones mayores que las de ahorrar agua y energía.

En primer lugar, es muy habitual encontrar los flexos de las torres de prelavado en muy mal estado, cuando un cambio o mantenimiento de las mismas y de los flexos de conexión, rentabilizan el trabajo, ahorrando agua por fugas o usos inadecuados por parte de los trabajadores. Es muy normal, por parte de los empleados, dejar fija la salida de agua de la pistola o regadera de la torre de prelavado, y marcharse a realizar otra tarea, dejando correr el agua hasta que vuelve de nuevo, dejando los 5-6 platos que se quedaron debajo de la ducha muy limpios, y el resto sin mojar.

Esta actitud, está provocada por el exceso de trabajo, o la creencia de que mientras los platos se remojan, se puede hacer otra cosa, pero al final se demuestra que no es válida. Por ello se recomienda, eliminar las anillas de retención de este tipo de griferías, con lo que se le obliga al empleado a tener pulsado el gatillo o palanca, para que salga agua y se evita la salida continuada si no se tiene

empuñada la ducha. Esto puede llegar a ahorrar más del 40 % del agua que se utiliza en esta zona, que por cierto suelen ser grifos que consumen entre 16 y 30 litros por minuto.



**Foto 4.** Ejemplo de Ducha Ecológica de Prelavado, para cocinas.

Otra opción, muy simple y eficiente, es sustituir el cabezal de la ducha por otro regulable en caudal y ecológico, el cual permite determinar el consumo del mismo, entre 8 y 16 litros minuto, siendo más que suficiente, y amortizándose la inversión en tan sólo unos meses.

#### 4.4.6. Grifos temporizados

Los equipos o grifos temporizados, vienen a cubrir una de las mayores preocupaciones en lugares públicos: los daños causados por el vandalismo, la necesidad de una durabilidad elevada por su alta utilización y el exceso de consumo por el olvido de cerrar la grifería.

En el mercado hay infinidad de fabricantes que ofrecen soluciones muy variadas. A la hora de elegir un grifo de estas características, habrá que tener en consideración, los siguientes puntos:

- Caudal regulable, o pre-ajustable.
- Incorporación del Perlizador en la boca de salida.
- Temporización ajustada a demanda (6" en lavabos y 20-25" en duchas).
- Cabezales intercambiables, anti-calcáreos.
- Anti-bloqueo, para lugares problemáticos, o con problemas de vandalismo.



**Foto 5.** Mejoras posibles en griferías temporizadas.

Sobre este equipamiento y a través de su propio personal especializado de mantenimiento o profesionales específicos, puede optimizarse y regularse los consumos, minimizando éstos entre un 20 y 40 %, pues la gran mayoría de los fabricantes pone tiempos excesivamente largos a los equipos, lo que genera, en muchas ocasiones, hasta tres activaciones por usuario, de entre 12 y 18 segundos cada una, cuando con una pulsación de 6 segundos sería ideal para evitar la salida de agua en tiempos intermedios de enjabonados, frotado y aclarado. Y si bien es cierto que muchos usuarios los utilizan una sola vez, mojándose y aclarándose (por

*ejemplo tras realizar una micción*), es muy frecuente ver, como el usuario se marcha y sigue saliendo agua.

En muchos de estos equipos, bajar el tiempo de cierre es imposible, salvo que se cambie el Eje de Rubí, *(la pieza que ofrece la temporización al grifo)*, existiendo en el mercado compañías especializadas en suministrar este tipo de equipos, bien como piezas sueltas, o cabezales completos.

A muchos de estos equipos, se les puede implementar un Perlizador en la boca de salida de agua, generando unos mayores niveles de ahorro.

Otra utilización muy habitual de estos equipos es en urinarios y duchas empotradas, donde lo más importante es que el suministro de agua, se corte a un tiempo determinado y/o para evitar el olvido de cerrarlos.

#### **4.4.7. Fluxores para inodoros y vertederos**

Los Fluxores vienen a ser como los grifos temporizados para los inodoros, aunque también suelen montarse en vertederos y tazas turcas. Estos equipos utilizan el mismo principio de funcionamiento que los grifos temporizados, estando pensados para sitios públicos de alto tránsito.

El mayor consumo de estos equipos y algunos problemas de suministro suelen venir dados por factores muy concretos: diseño inadecuado de la instalación, o variación de la presión de suministro y falta de mantenimiento del propio elemento.

El diseño de una red de fluxores exige líneas de diámetros concretos y cálculos para evitar las pérdidas de carga de las líneas, siendo muy frecuente ampliar o variar éstas, o realizar tomas para otro tipo de sanitarios, lo que provoca que los consumos o presiones sean inestables; en otros casos la presión de suministro aumenta, encontrándonos que los tiempos de actuación y los caudales suministrados son excesivos. Incluso superiores a los 9 litros.

Otro de los problemas más habituales en estas instalaciones es la ausencia de mantenimiento de los equipos, cuando con un simple desmontaje, limpieza y engrase con glicerinas específicas, quitando las posibles obstrucciones de las tomas, se puede hacer que el equipo esté como el primer día, ahorrando más del 30 %, y evitando que el eje o pistón, se quede agarrotado y/o por sedimentación que tarde mucho en cerrar el suministro.

Existen, en empresas especializadas en suministros de equipos de ahorro, unos Eco-pistones especiales, Foto 6, a los cuales se les modifica la curva de descarga, produciendo una descarga más intensa pero de menos tiempo, que permite economizar hasta el 35 % del consumo de agua habitual de este tipo de equipamientos, sin perder la eficacia del arrastre, que incluso en algunas tazas antiguas, aumenta.



**Foto 6.** Pistones Ecológicos para Fluxores.

En la actualidad hay fluxores de doble pulsador, permitiendo la descarga parcial o completa dependiendo de la zona del pulsador que se accione, siendo la solución ideal, para obras nuevas o de reforma, y sobre todo en los aseos de mujeres.

#### 4.4.8. Regaderas, cabezales y regaderas de duchas

A la hora de economizar agua en la ducha, esto suele ser más fácil actuando sobre la salida del agua, que sobre la grifería. Con algunas de estas técnicas puede actuarse sobre duchas de activación temporizada, pero que utilizan regaderas o cabezales normales, conjugando el suministro optimizado de la salida del agua, con el cierre temporizado de la misma.

Hay una primera catalogación que consistiría en el tipo de cabezal de ducha o regadera que se utiliza, con independencia de la grifería que la activa y regula, pudiendo dividirse en dos: cabezales de ducha o regaderas fijas a la pared y mangos de ducha o teléfonos unidos a la salida de la grifería mediante un flexo.

En el primer caso las dos actuaciones más utilizadas son las siguientes:

- Cambio de la alcachofa o regadera de ducha por otra hidro-eficiente y de hidro-masaje por turbulencias, que posibilita ahorros de hasta el 60 % sobre los equipos tradicionales; siendo menor este ahorro, del orden del 35 %, cuando el equipo a sustituir es un equipo pensado para sitios públicos y suele ser accionado por un grifo temporizado.
- Desmontaje del equipo, sobre todo cuando tiene múltiples chorros o tipos de suministro de agua, intercalándole en la toma un regulador o limitador de caudal, que tara el volumen de agua que deja pasar por minuto, sin sacrificar el confort de la ducha. Los ahorros suelen ser menores del orden del 25 %.

En el caso de los mangos de ducha, lo más habitual es sustituirlos por otros, aunque también hay otras opciones:

- ✿ Intercalar un reductor volumétrico giratorio, que aumenta la vida del flexo, evitando torceduras y enredos, a la vez que se ahorra un 35 % del agua consumida por el equipo al que se le aplica.
- ✿ Insertar en la toma de la ducha un limitador de caudal ajustando el suministro a lo deseado; posibilita ahorros del orden del 25 % aproximadamente, pero no valen para cualquier modelo.
- ✿ Incorporar un interruptor de caudal, para disminuir el agua suministrada durante el enjabonamiento, pero sin perder la temperatura de mezcla obtenida, dejando pasar sólo una parte ínfima de agua para evitar el enfriamiento de las cañerías.
- ✿ Cambiar el mango de ducha, por otro Ecológico o Eficiente, existiendo tres tipos de éstos principalmente:
  - ✓ Los que llevan incorporado un limitador de caudal.
  - ✓ Los que la técnica de suministro de agua se basa en acelerar el agua y realizar el suministro con múltiples chorros más finitos y a mayor presión.
  - ✓ Los cabezales de ducha específicos, que suelen ser irrompibles, con suministro de agua a nivel e hidro-masaje por turbulencias, que posibilitan ahorros de hasta el 60 % aumentando el confort y la calidad del servicio ofrecido. Suelen ser más costosos, pero generan mucho más ahorro y duran toda la vida.
- ✿ No hay que olvidar que estos componentes, son el 50 % del equipo, y una buena selección de la alcachofa o mango de ducha, generará muchos ahorros, pero si se combina con un buen grifo, la mezcla será perfecta. Por lo que en función de a qué tipo de servicio va dirigido el equipo, habrá que valorar si se monta en combinación con un monomando, un pulsador temporizado, un termostático, o un grifo o sistema por infrarrojos, lo que posibilitará que la eficiencia se incremente sustancialmente.
- ✿ Por último, hay mezclas de estas técnicas, complementando equipos normales o integradas en diseños propios de los distintos fabricantes.



**Foto 7.** Distintas duchas y accesorios para economizar agua y energía.

#### 4.4.9. Inodoros (WC)

El inodoro, es el sanitario que más agua consume en la vida cotidiana, o a nivel doméstico, siendo el más utilizado en hoteles, residencias y en casi cualquier entorno residencial, aunque por el valor del consumo energético, estén todos los demás por delante de éste. Su descarga media (estadística), suele estar en los 9-10 litros.

Los inodoros de los aseos de habitaciones y/o de aseos de señoras se utiliza tanto para micciones como para deposiciones, lo que hace que si el sanitario no dispone de elementos para seleccionar el tipo de descarga, ésta sea igual tanto para retirar sólidos, como para retirar líquidos, cuando éstos sólo necesitarían un 20 o 25 % del agua, del contenido del tanque.

Esta circunstancia hace que toda medida, que permita seleccionar si se desea retirar sólidos o líquidos, en función de la utilización realizada, permitirá ahorrar más de 60-70 % del contenido del tanque o descarga.

Analizando los distintos sistemas que suelen utilizarse, y tras haber descrito anteriormente las posibilidades existentes para los fluxores, (*muy utilizados en la década de los 90*), ahora están más de moda los sistemas de descarga empotrados y que, por norma general, acompañan a lozas de alta eficacia que suelen consumir como mucho 6 litros por descarga.

Casi la totalidad de los fabricantes que ofrecen cisternas o tanques empotrados, ofrecen en éstos la opción de *mecanismos con doble pulsador*, algo altamente recomendable, pues por cada día se suele ir una media de 5 veces al WC, de las cuales 4 son por *micciones* y 1 por *deposición*. Por lo que ahorrar agua es fácil siempre que se pueda discriminar la descarga a realizar, ya que para retirar líquidos se necesita solamente unos 2-3 litros, y el tanque completo sólo se requiere para retirar sólidos.

Esto supone que con independencia del sistema a utilizar para conseguir dicha selección del tipo de descarga a realizar, si ésta se utiliza adecuadamente, el consumo bajará en más del 50 %, respecto a un inodoro con sólo descargas completas.

Tanque Normal:                      5 Descargas x      9 l/Desc.      =      45 l/ Día.

Tanque 2 Pulsadores:            1 Descargas x      9 l/Desc.      =      9 l/ Día.  
   4 Descargas x      3 l/Desc.      =      12 l/ Día.

Diferencia: 45 – ( 9 + 12 ) = 24 Litros ahorrados, lo que supone un 53,33 %.

Las posibilidades técnicas de que se disponen para producir esta selección de descargas son las siguientes:

 **Tanques o cisternas con pulsador interrumpible:**

Suelen ser de instalaciones recientes, de unos 8-9 años atrás como mucho, y exteriormente no se diferencian de los pulsadores normales, por lo que la única forma de diferenciarlos, sin desmontar la tapa, es pulsando sobre el

botón de accionamiento, y nada más iniciarse la descarga y empiece a salir el agua, pulsar hasta el fondo de nuevo. *(Viendo si se interrumpe o no la descarga).*

Si así fuera, la simple instalación de unas pegatinas que expliquen el funcionamiento correcto del sanitario, y a la vez que se aprovecha para realizar campaña de sensibilización y del interés del centro hacia el medioambiente y la responsabilidad social, mejorará la imagen corporativa del centro y se ahorrará más del 30 % del agua que actualmente se utiliza.



#### **Tanques o cisternas con tirador:**

Al igual que el anterior y desde la misma época, algunos de los fabricantes más famosos, empezaron a incorporar la posibilidad de que sus mecanismos de tirador pudieran interrumpirse, para ahorrar agua, siendo esto muy fácil de reconocer, porque al tirar de ellos se quedan levantados, y para interrumpir la descarga hay que presionarlos hacia abajo. Mientras que si se bajan ellos solos, es señal de que el mecanismo no es interrumpible y producirá la descarga completa.

Tanto a los que son interrumpibles como a los que no lo son, puede acoplárseles un contrapeso que rearma el sistema automáticamente, provocando el cierre apresurado del mecanismo, engañando al mismo y aparentando haber salido todo el agua del tanque, posibilitando ahorros de más del 60 % del consumo habitual.

En cualquier caso siempre es recomendable instalar pegatinas que expliquen el funcionamiento correcto, a la vez que se sensibiliza a los usuarios y se mejora la imagen del centro, tanto para explicar los interrumpibles, como si se instalan contrapesos de acero inoxidable para automatizarlos.



#### **Tanques o cisternas con doble pulsador:**

Sin lugar a dudas la opción más ecológica y racional para el uso de los inodoros. Aunque por desgracia algunos fabricantes no permiten la selección

y graduación del tipo de descarga; hay otros que es complicado saber cuál es el botón que descarga una parte u otra; incluso existen unos mecanismos, que hay que pulsar los dos botones a la vez para producir una descarga completa.

En resumen, a la hora de seleccionar el mecanismo para un inodoro, habrá que valorar:

- ✿ El que esté diseñado para lugares públicos, pues la gran mayoría lo están para uso doméstico, y su vida es mucho menor.
- ✿ La garantía, que debe ser de al menos 10 años, siendo como mínimo 5.
- ✿ Y que los botones se identifiquen claramente y a simple vista, y que sean fáciles de actuar.

Con independencia de las posibles actuaciones comentadas, será vital que las personas se responsabilicen del mantenimiento, comprueben posibles fugas de agua, bien por la vía de que el flotador llena de más el tanque, *(lo que con la simple regulación se resuelve)*, bien porque las gomas del mecanismo se han aleteado, endurecido o deteriorado, dejando escapar el agua por su asiento *(cambiarlas es muy fácil y su coste ridículo)*. También será recomendable instalar pegatinas con independencia del modelo que sea por lo anteriormente comentado.

En el mercado hay infinidad de trucos, técnicas y sistemas que consisten en reservar, ocupar, o evitar la salida de un determinado nivel o capacidad de agua, al utilizar la cisterna, aunque con estas técnicas se puede sacrificar el servicio ofrecido.

*Por ejemplo: la inserción de una o dos botellas de agua en el interior de la cisterna; está demostrado que al disponer de menos agua en cada utilización (se ahorra por ejemplo 1 litro por descarga) al realizar deposiciones y tener que retirarlas, hay muchas ocasiones en que no tiene fuerza suficiente para arrastrar los restos, debiendo pulsar varias veces, consumiendo el agua ahorrada en 7-8 utilidades, aparte de los problemas de estabilidad que puede ocasionar si se caen o tumban, evitando su cierre y que genere fugas constantes.*



**Foto 8.** Mecanismo de tirador, contrapesos y M. de doble pulsador.

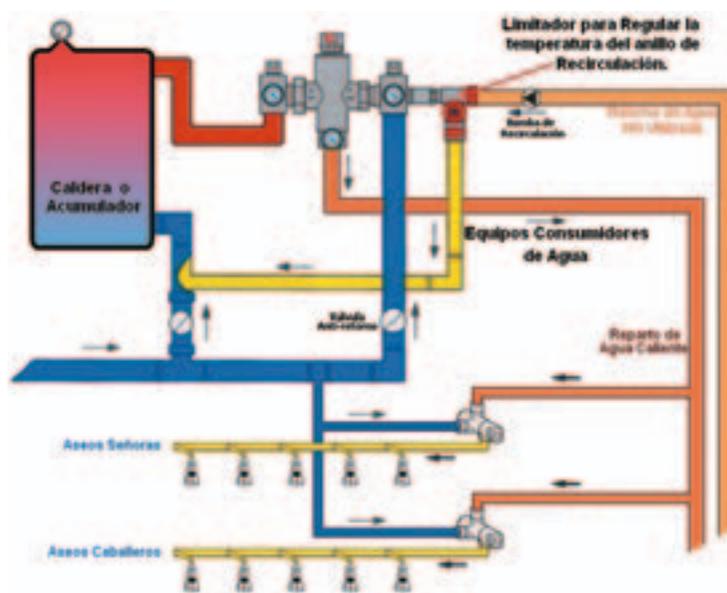
#### 4.4.10. Tecnología para las redes de distribución

El consumo de agua y la energía derivada de su calentamiento se ve muy afectado por los circuitos de reparto, tanto en su diseño, protección, diámetro, caudal y, por supuesto, por la presión de trabajo, lo que hace que todos estos factores juntos influyan extraordinariamente en la gestión del agua y, por lo tanto, en el consumo adecuado o excesivo. A continuación se describe cómo se pueden optimizar las instalaciones de zonas comunes y/o de todas aquellas partes que no son estrictamente habitaciones, como zonas de vestuarios, piscinas, etc.

En primer lugar, a la hora de analizar un circuito de reparto y suministro de agua, ésta, si es caliente, deberá ser lo más corta posible, y si la distancia es elevada desde el punto de calentamiento al último de consumo, convendrá realizar un anillo de recirculación, para evitar que se derroche agua hasta que

salga caliente, y minimizar los tiempos de espera hasta que empiece a llegar con la temperatura adecuada.

Este anillo conviene que sea lo más corto posible y que se alimente de agua caliente, la sobrante del retorno (como agua más fría) y la toma que llega del calentador o acumulador. De esta forma el anillo conseguirá muy fácilmente la temperatura prefijada como tope de demanda, evitando accidentes o escaldamientos con la misma; la composición ideal sería introducir un Mezclador Termostático, con aporte de retorno, como en la Fig. 2, donde el agua no consumida, retorna al mezclador aportándose como agua fría, para que al mezclarse con la caliente, podamos ofrecer el agua a la temperatura deseada.



**Figura 2.** Circuito optimizado de termostatación del agua caliente con anillo de recirculación.

La eficacia de este circuito es máxima, tanto si la grifería ofrece capacidad de regulación al usuario, como si ésta es agua premezclada sin posibilidad de que el usuario seleccione la temperatura (*muy utilizado con griferías temporizadas*); siendo recomendable en este segundo caso, incluir un mezclador termostático, para ajustar la temperatura con mayor precisión, tanto en verano, como invierno, pues la diferencia de temperatura, varía en más de 10 °C de una época a otra.

De cara al cumplimiento del RD 865/2003, el agua caliente que alimenta al mezclador ha de poder alcanzar al menos los 70 °C para poder realizar los tratamientos de mantenimiento y choque, el anillo de recirculación ha de poder alcanzar los 60 °C en su retorno o en cualquiera de los puntos de salida.

La instalación de anillos de recirculación, con aprovechamiento del agua de retorno y los mezcladores termostáticos, posibilitan ajustar la cantidad de agua consumida a la mínima necesaria; y el aprovechamiento energético de ésta, es el máximo posible, ofreciendo ahorros energéticos superiores al 16 % sobre sistemas tradicionales y minimizando la demanda de agua en espera, que tradicionalmente se derrocha con otros sistemas, por esperar a que salga a la temperatura que el usuario desea.

Con independencia de las temperaturas de consumo y su red de distribución, otro de los puntos de alto consumo de agua y energía está motivado por la presión de los circuitos, y las pérdidas de carga de éstos cuando se consume agua simultáneamente en varios puntos de consumo.

En el primer caso, un exceso de presión provoca un aumento del consumo de agua que puede cifrarse perfectamente en un 15 % por cada incremento de presión de 1 bar, considerando como presión media 2,5 bar.

Como ejemplo, una ducha tradicional o normal consumirá de media unos 12,5 litros minuto a 1,5 bar, unos 16 litros a unos 2,5 bares y unos 18,5 litros minuto a unos 3,5 bar de presión.

Como se observa, un mismo equipo consumirá más o menos en función de la presión a la que se efectúa el suministro. Para resolver esto, es recomendable instalar reguladores de presión, pues las líneas de reparto han de considerar los caudales necesarios para que en simultaneidad, den abasto a suministrar todo el agua que se demanda, aunque por lo general, los técnicos, ingenieros y arquitectos, utilizan fórmulas estandarizadas que nos alejan de la realidad, existiendo un porcentaje elevadísimo de exceso de presión con lo que ello supone de incremento del consumo.

Para resolver estos problemas, no hay que bajar la presión general, que en algunos casos es una solución válida, sino intercalar en los ramales finales de distribución, los citados reguladores, que ajustarán la presión a la deseada; permitiendo diferenciar zonas donde se requiera más o menos, y sin que esto afecte a líneas bien calculadas o adecuadas.

Estas medidas son recomendables tanto para agua fría como para agua caliente, pues es muy habitual que exista una diferencia de presión entre una línea de suministro y otra, (*desequilibrio de presiones*), lo que puede provocar problemas muy graves de confort de la calidad del servicio ofrecido, por inestabilidad de la temperatura, quejándose los usuarios de que tan pronto sale fría como al momento siguiente muy caliente, o tienen que estar constantemente regulando la temperatura.

Esto se debe a la invasión del agua con mayor presión en el circuito de suministro contrario, ocupando y enfriando la cañería al principio y hasta que se equilibran las presiones, llegando de golpe el agua original, una vez que se ha consumido la que había invadido la cañería contraria, llevándose un sobresalto el usuario, al cambiar de golpe varios grados la temperatura.

La solución pasa por equilibrar las presiones o, si no se pudiera, habría que montar válvulas anti-retorno en las griferías, pues es donde se mezcla este agua y donde se produce el paso de una cañería a otra.

Este problema aparte de ser muy grave en cuanto a la calidad del servicio ofrecido, hace que se consuma mucha más agua y que los tiempos de espera en regulación sean mayores, considerándose que este problema puede aumentar el consumo de agua en más del 10 %; por lo que atajarlo, aportará beneficios tanto económicos, como de calidad en el servicio ofrecido, hacia los usuarios de las instalaciones.

Por último no se debe de olvidar, que una mala protección o recubrimiento inadecuado o inexistente de la red de distribución de agua caliente, puede generar pérdidas superiores a un 10 % del rendimiento del circuito, por lo que su

protección correcta y adecuada y un mantenimiento adecuado, serán claves para reducir la factura energética del centro.

## 4.5. Ejemplo de consumo, inversión, ahorros y beneficios por implementación de medidas correctoras del consumo de agua

Para poder tener una idea de las inversiones medias que requeriría una residencia tipo y, ver también, los ahorros medios generados, así como los beneficios obtenidos y sus plazos de amortización, se verá a continuación un ejemplo de una Residencia para Mayores con las siguientes características:

- ✿ Días de trabajo operativo: 290 días/año.
- ✿ Habitaciones: 90.
- ✿ Residentes: 165.
- ✿ Ocupación: 85 %.
- ✿ Empleados: 40 personas.
- ✿ Consumo medio anual de agua: 18.311 m<sup>3</sup>.
- ✿ Desestimación de consumos no ACS y AFCH: 32,77% ( $\pm 6.000$  m<sup>3</sup>)
- ✿ Coste del metro cúbico de agua: 0,980 €/m<sup>3</sup>.
- ✿ Energía utilizada para calentar el agua: Gas Natural. *(La más económica).*
- ✿ Coste mínimo de calentar un metro cúbico de agua: 2,581 €/m<sup>3</sup>. *(Según IDAE).*
- ✿ Equipamiento a Optimizar: 321 Puntos de consumo *(Grifos, Duchas, WC, etc.).*
- ✿ Inversión propuesta a realizar: **5.663,23 €** aproximadamente.
- ✿ Disminución de consumos prevista: 5.542 m<sup>3</sup> (Esto supone un 30,27% del total y un 45,02 % de ACS).

### Ratios económicos:

Consumo Agua Actual:	Consumo Agua Posterior:	Ahorros Obtenidos:
12.311 m <sup>3</sup>	6.769 m <sup>3</sup>	5.542 m <sup>3</sup>

Costes Actuales:	Costes Posteriores:	Ahorros Obtenidos:
<b>25.409,99 €</b>	<b>13.970,66 €</b>	<b>11.816,55 €</b>

El plazo de amortización, es de tan sólo 6 meses. (175 días).

Si se considera sólo el coste del agua, sin la energía utilizada para calentarla, las cifras, serían:

Costes Agua Actual:	Costes Agua Posterior:	Ahorros Obtenidos:
<b>19.904,78 €</b>	<b>12.513,62 €</b>	<b>7.391,16 €</b>

El plazo de amortización, es casi de 12 meses. (356 días).

Como puede apreciarse, tanto si se considera únicamente el coste del agua fría, como si se utiliza el coste del agua y del gas necesario para su calentamiento, el plazo de amortización es muy bajo, generando beneficios de por vida.

Desde un punto de vista financiero, la renta bruta anual garantizada (RBAG), sería de **10.533,90 €**, (para una vida mínima equivalente a los 5 años de garantía de los productos utilizados, aunque lógicamente vivirán muchísimo más tiempo).

El rendimiento bruto anual (RBA), sería del **186 %**, siendo la tasa de retorno de la inversión (TRI) del **1.010 %**.

Como conclusión, la inversión a realizar generaría unos beneficios netos, sólo durante los 5 años del periodo de garantía de los equipos, de **53.419,52 €**.

## 4.6. Beneficios ecológicos de este tipo de inversiones

Los beneficios que generan este tipo de inversiones no son solamente económicos, si no también medioambientales y de imagen ante la sociedad.

Siguiendo con el ejemplo utilizado, la compañía, sociedad o empresa que implementara las medidas correctoras, mejoraría medioambientalmente nuestra sociedad con una reducción neta de las emisiones de gases contaminantes de la atmósfera o gases de efecto invernadero de 2,976 toneladas de CO<sub>2</sub>, que si bien no es una gran cifra, sí que es importante, sobre las 9,833 toneladas de CO<sub>2</sub> que estaría emitiendo, sin optimizar y colabora activamente con el crecimiento sostenible. *(Estas emisiones s lo consideran el consumo de agua y la energía utilizada en su calentamiento).*

Desde el punto de vista energético, el ahorro generado equivale a una reducción de unos 122.633 kW/h de energía utilizada para calentar el agua, por ejercicio.

A nivel hídrico se habría dejado de consumir unos 5.542 m<sup>3</sup> de agua, el equivalente a 2,46 piscinas olímpicas reglamentarias.

Sin olvidar la carga contaminante de estos vertidos, no pudiéndose valorar sin realizar mediciones.

## 4.7. Consejos generales para economizar agua y energía

### **En salas de calderas y distribución:**

- ☀ Las calderas y los quemadores deben ser limpiados y revisados periódicamente por un técnico cualificado.
- ☀ Mandar inspeccionar la caldera periódicamente, inspeccionando los siguientes puntos:
  - ✓ Las luces de alarma;
  - ✓ Signos de fugas en las tuberías, válvulas, acoples y caldera;
  - ✓ Daños y marcas de quemado en la caldera o chimenea;
  - ✓ Ruidos anormales en las bombas o quemadores;
  - ✓ Bloqueos de los conductos de aire.

- ❁ Inspeccionar el tanque de expansión y alimentación periódicamente. Si se oye la entrada de agua a través de la válvula de llenado, entonces el sistema tiene fugas.
- ❁ Si se sospecha que hay fugas, llamar inmediatamente a un especialista para que las arregle.
- ❁ La revisión debe incluir una comprobación de la eficiencia de combustión y el ajuste de la proporción aire/combustible del quemador para obtener la eficiencia óptima.
- ❁ Indicar al técnico que maximice la eficiencia de la caldera y que le presente una hoja de ensayos con los resultados. El coste aproximado puede oscilar entre los 100 y 200 € por caldera.
- ❁ Estudiar la posible instalación de un termómetro en la chimenea. La caldera necesita limpiarse cuando la temperatura máxima de los gases en la chimenea aumente más de 40 °C sobre la del registro del último servicio. El coste aproximado es de unos 40 €.
- ❁ Ajustar las temperaturas de ACS para suministrar agua en función de la temperatura estival.
- ❁ Aislar las tuberías de distribución que no contribuyan a calentar las zonas de trabajo.
- ❁ Si se dispone de anillos de recirculación de ACS, medir, verificar y ajustar las proporciones de agua reciclada, en los distintos horarios de demanda punta y valle, a la más adecuada, que garantice el servicio con el mínimo esfuerzo de la caldera. *(Si sus puntas son muy exageradas, valorar la implementación de un programador de maniobra que automatice los cambios de temperatura).*

### **En los puntos de consumo:**

- Instalar equipos termostáticos siempre que sea posible, pues aumentan el confort y ajustan el consumo energético a la demanda real.
- Los equipos temporizados son ideales cuando se trabaja con jóvenes y adolescentes, pues evita olvidos de cierre y soportan mejor el posible vandalismo.
- Instalar o implementar medidas correctoras del consumo, como perlizadores, alcachofas de ducha ecológicas, reductores volumétricos, etc., reducirá espectacularmente los consumos.

### **En el centro de trabajo:**

- Promover una mayor participación en la conservación del medio ambiente por medio de actividades de educación ambiental, para empleados y subcontratas, realizando campañas de educación y procesos respetuosos, en su trabajo cotidiano, con ejemplos concretos, reputables y discriminatorios. *(Si se hace mucho hincapié en una tendencia y/o técnica mal utilizada, la persona que lo ejecuta se sentirá mal internamente cuando la practique).*
- Realizar campañas de sensibilización, transmitiendo a clientes y empleados su preocupación por el medioambiente, mejorará su imagen y disminuirá las facturas de los suministros.
- Diseñar y colocar pegatinas de sensibilización y uso correcto de equipos economizadores, por ejemplo en inodoros y/o sistemas especiales.
- Formar, instruir y redactar órdenes de trabajo claras y específicas, para que los empleados tengan presente cómo actuar ante las distintas situaciones que puedan encontrarse.

- ✿ Solicitar la colaboración de los usuarios, con notas de sugerencias y mejoras, y avisos para resolver los problemas y/o averías que puedan surgir y fueran detectados por los clientes, resolviéndolos inmediatamente para demostrar la preocupación por el tema y a la vez minimizar el impacto económico.
- ✿ Un hábito frecuente es tirar al inodoro gasas, compresas, tampones o los envoltorios de éstos, junto con papeles, plásticos o profilácticos, con lo que se pueden producir atascos en tuberías tanto de bajantes como en fosas y sifones, provocan obstrucción en las rejillas de entrada y filtros, ocasionando diversos problemas higiénicos y mecánicos. Es recomendable que todos estos residuos vayan directamente a la basura, para ello a parte de sensibilizar a los usuarios, los centros han de poner medios para poder facilitar esta labor.

#### ***En jardinería y paisajismo:***

- ✿ El exceso de agua en el césped produce aumento de materia verde, incremento de enfermedades, raíces poco profundas, desaprovechamiento de recursos y grandes facturas. Cuando se trata de regar un área verde o jardín es preferible regar de menos que regar de más, pues se facilitará el crecimiento y enraizado de plantas, arbustos y césped, mejorando su imagen y sufriendo menos en épocas de sequía.
- ✿ La necesidad de agua en el pasto, puede identificarse cuando éste se torna de un color verde azulado y cuando las pisadas permanecen marcadas en él, ya que la falta de agua hace que a la hoja le cueste recuperar su posición original. Lo ideal sería regar el césped justo en ese momento ya que el deterioro en ese punto es mínimo y, apenas el césped recibe agua, se recupera. Regar el pasto antes de observar estos signos no proporciona beneficio alguno.
- ✿ No es recomendable regar sistemáticamente. Un programa fijo de riego no contempla las necesidades reales del césped y puede resultar perjudicial.

- ☀ La hora ideal para hacerlo es entre las 4:00 y las 8:00 de la mañana. A esta hora el viento no interfiere en el riego y no hay prácticamente evaporación de agua. Una de las complicaciones que ocasiona el riego en horas de la tarde, es la creciente incidencia de enfermedades. Este inconveniente puede reducirse regando únicamente cuando el césped lo necesita y haciéndolo esporádica pero profundamente. Regar durante el mediodía no es efectivo ya que gran cantidad de agua se evapora siendo por consiguiente muy difícil humedecer la tierra adecuadamente.
- ☀ El riego por aspersión produce más pérdidas que el riego por goteo o las cintas de exudación. La manguera manual también supone mucho desperdicio, pero es adecuado para aquellas plantas resistentes que se riegan manualmente muy de tarde en tarde.
- ☀ Al diseñar y/o reformar el jardín, agrupar las especies según su demanda de agua. Se tendrá de esta forma zonas de necesidades altas, medias y bajas. Por ejemplo, los Cactus y Crasas y la flora autóctona estarían dentro de un grupo de plantas con necesidades bajas.
- ☀ Elegir especies autóctonas que con la lluvia pueden vivir sin precisar riego alguno.
- ☀ La Xerojardinería posibilita reducciones de consumo hasta del 90 %.
- ☀ Elegir otras especies, que aunque no sean autóctonas, sean resistentes a la sequía (*habrá que regarlas menos*). Ejemplos: cactus, lantana, áloes, palmeras, etc.
- ☀ Instruir, formar o exigir conocimientos al personal que cuida de la jardinería.

#### **En la limpieza de las instalaciones:**

- ☀ Realizar la limpieza en seco, mediante: aspiración, barrido con cepillos amplios, máquinas barredoras, automáticas, etc.

- ✿ Incorporar el jabón y/o detergentes a los recipientes, después del llenado, aunque no haga espuma, limpiará lo mismo.
- ✿ Promover medidas para ahorrar en el lavado de toallas.
- ✿ Las toallas, sábanas o trapos viejos se pueden reutilizar como trapos de limpieza. No se emplearán servilletas o rollos de papel para tal fin, pues se aumenta la cantidad de residuos generados.
- ✿ Utilizar trapos reciclados de otros procesos y absorbentes como la celulosa usada, para pequeñas limpiezas y productos como la arena o el serrín, para problemas de grandes superficies.
- ✿ No utilizar las mangueras para refrescar zonas, pues si están muy calientes se evaporará el agua muy rápidamente y los cambios bruscos de temperatura, pueden crear problemas de dilatación.
- ✿ No barrer canchas descubiertas con mangueras; utilizar cepillos de amplias dimensiones en seco.

**No hay mejor medida economizadora o medioambiental, más respetuosa, que aquella que no consume; limitemos las demandas a lo estrictamente necesario.** *(No habrá que preocuparse de cómo ahorrar, si no se consume).*

## Bibliografía

1. IDAE. (2001).: "Ahorro de Energía en el Sector Hotelero: Recomendaciones y soluciones de bajo riesgo" Madrid, España.
2. Proyecto Life. (2001).: "Jornadas Internacionales de Xerojardinería Mediterránea ". WWF/Adena. Madrid, España.
3. Fundación Ecología y Desarrollo. (2002).: "Guía práctica de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y servicios públicos". Bakeat. Bilbao, España.

4. Infojardin.com (2002-2005).: Web y Artículos de Jesús Morales (Ingeniero Técnico Agrícola), (Cádiz) España.
5. TEHSA, S.L. (2002).: "Sección de Artículos", Web de la empresa Tecnología Energética Hostelera y Sistemas de Ahorro, S.L. Alcalá de Henares (Madrid), España.
6. Ahorraragua.com (2003).: "Eco-Artículos", Web de la compañía. Madrid, España.

# Ahorro energético en la climatización de residencias y centros de día

## 5.1. Introducción

El objetivo de este capítulo es mostrar las principales líneas de actuación para incrementar la eficiencia energética en las instalaciones de climatización en general, con un hincapié especial en instalaciones para cuidado de la tercera edad, residencias y centros de día.

Las líneas principales de actuación para mejorar el rendimiento de una instalación pueden resumirse en tres:

- Diseño y utilización de las instalaciones.
- Mejora de la eficiencia energética en el ciclo de refrigeración.
- Utilización de sistemas de control de ahorro energético más eficaces.

Se tratarán de ampliar estos tres puntos y cuantificar el impacto de las mejoras propuestas en los costes de las instalaciones.

## 5.2. Diseño y utilización de las instalaciones

El confort humano se centra en cinco variables fundamentales:

- Temperatura.
- Humedad.
- Velocidad del aire.
- Calidad ambiental (IAQ).
- Nivel sonoro.

Las instalaciones para el cuidado de la tercera edad no difieren demasiado de las instalaciones de tipo hotelero. Requerirán una adecuada zonificación para el confort individual de cada usuario, además de proporcionar una adecuada calidad del aire interior en las zonas de uso común.

En el caso del nivel sonoro, estas instalaciones no son una excepción a las normativas locales. Como cualquier lugar de actividad pública deben respetar niveles que no alteren el normal desarrollo de los ciclos de sueño vigilia del vecindario.

Las condiciones que han de cumplirse en el exterior son las recogidas en la Tabla 1.

**TABLA 1.** Niveles sonoros en exterior.

Tipo de área	Presión sonora máxima (dBA)	
	7:00 a 19:00	19:00 a 7:00
Residencial (V. unifamiliares)	50	45
Residencial (Ed. en altura)	55	50
Comercial	60	55
Industrial	70	70

Por otra parte se recomiendan una serie de niveles para el normal desarrollo de la actividad en el interior del local, Tabla 2.

La atenuación del nivel sonoro es un factor a tener en cuenta en cualquier proyecto, al menos ha de pensarse que deben proveerse espacios para medidas de corrección del nivel sonoro, ante un eventual endurecimiento de la normativa. En el exterior las medidas son:

- ✿ Ventiladores y compresores de bajo nivel sonoro.
- ✿ Cerramientos acústicos.

En el interior son:

- ✿ Buen aislamiento de Ventiladores y compresores (antivibradores).
- ✿ Buenas prácticas de instalación de conductos.

**TABLA 2.** Niveles sonoros en interior.

ACTIVIDAD	NIVEL RECOMENDADO RC dB(A)
Viviendas	25 – 30
Hoteles/Moteles Salones privados, conferencias, banquetes	25 – 30
Oficinas Despachos	25 – 30
Salas conferencias	30 – 35
Áreas comunes	35 – 40
Pasillos y Salas de ordenadores	40 – 45
Hospitales Habitaciones	25 – 30
Salas de consulta y de guardia	30 – 35
Quirófanos, áreas comunes	35 – 40
Iglesias/Escuelas Aulas	25 – 30
Salas diáfanas	30 – 35
Bibliotecas/Juzgados	35 – 40
Cines y Teatros	30 – 35
Restaurantes, Gimnasios y Boleas	40 – 45
Auditoriums/Salas de grabación y ensayo	15 – 20
Estudios de TV	20 - 25

Hay una enorme variedad de formas con las que propietarios, consultores e instaladores abordan el proyecto, y ésta depende fundamentalmente de las prioridades que estos participantes fijen. Para unos será importante el confort de usuarios, para otros puede ser servidumbres de colocación de equipos, etc., e inevitablemente para algunos sólo tendrá importancia el coste.

Las prioridades y las subsiguientes decisiones limitan el camino a seguir para resolver el proyecto, por ejemplo, la falta de una estructura en cubierta adecuada puede llevar a la necesidad de evitar plantas centrales de energía. La falta de espacios de paso de tuberías puede provocar que no sea posible un sistema centralizado de ningún tipo ya sea todo aire o a través de *fancoils*.

La solución es como siempre el trabajo en común entre arquitectos, consultores de ingeniería e instaladores para en las diversas fases del proyecto conseguir un adecuado compromiso entre la necesidad de reducir costes y proporcionar el nivel de confort deseado.

Sin embargo, y una vez discutidos todos estos pormenores, ha de llegarse a tres decisiones importantes que de no mantenerse invariables, provocarían retrasos en el desarrollo e incluso mal funcionamiento en la futura instalación:

- ❁ Elección del sistema de climatización: todo aire, todo agua, aire-agua, o incluso un sistema de distribución de refrigerante de no poder adoptarse ninguno de los anteriores, por condicionantes arquitectónicos o de uso del edificio.
- ❁ Selección del tipo de plantas de producción de agua fría y caliente.
- ❁ Selección de la ubicación de las mismas, concediendo las suficientes servidumbres de paso de tuberías y conductos de aire, para distribución de aire en cada espacio o aportación de aire exterior.

De la decisión primera se obtienen las condiciones del fluido que ha de ser usado para la climatización del edificio; es decir ¿Qué cantidades de aire o agua, y a qué temperatura han de circular?.

Después, el edificio ha de dividirse en zonas donde el sistema de distribución de agua y el sistema de control han de ser capaces de garantizar el confort a lo largo de todo el año.

Conociendo la zonificación del edificio, las cargas de frío y calor han de comprobarse para conocer la cantidad de agua que ha de llegar a cada una de ellas y en qué momento ha de llegar este volumen.

Esto lleva a la selección de los terminales de zona tipo *fancoil*. Tanto el sistema de distribución de agua como los terminales contribuyen a la pérdida de presión en el circuito de agua, que ha de vencerse con la presión disponible del sistema de bombeo.

En resumen, los primeros pasos del diseño de una instalación condicionan fuertemente el impacto económico posterior.

## 5.3. Tecnología del ciclo frigorífico aplicable al ahorro energético

Podemos citar entre otras varias líneas de actuación sobre la tecnología frigorífica:

- ✿ Uso de unidades con mejora de eficiencia energética.
- ✿ Aplicación de la bomba de calor.
- ✿ Recuperación de calor (en forma de agua caliente).
- ✿ Válvula de expansión electrónica y Economizador (lado refrigerante).
- ✿ Turbina recuperación.
- ✿ Cogeneración de energía eléctrica y calor.

### 5.3.1. Ahorro energético por el avance tecnológico en nuevos equipos

En general, todos los equipos de climatización han incrementado su eficiencia energética, como muestra la Fig. 1. El esfuerzo por incrementar la eficiencia de las unidades de climatización, tanto a través de mejores materiales con mayores coeficientes de transferencia de calor como a través de compresores más simples y eficientes (caso del compresor scroll con sólo tres piezas móviles) ha dado sus frutos.

Ejemplo:

Equipo compacto de cubierta		<u>1980</u>	<u>2005</u>	
Cap.Frig.	50 kW	Eficiencia	2,6	2,8
		Consumo plena carga	19,2	17,9 kW
	2100	Horas operación año	40384,6	37500,0 kWh
	0,01	€/ kWh	403,8	375,0 €
		Ahorro		7 %

El sencillo cálculo en un equipo compacto puede ilustrar el ahorro en climatización que un equipo nuevo representa respecto a una unidad que cuente con veinte años de edad:

**Incremento de eficiencia kW/kW**

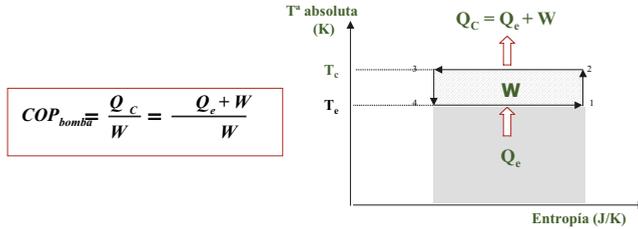
	<b>1980</b>		<b>2005</b>	<b>Aplicación</b>
• Equipos Split	2.3		2.5 (2.8 VRV)	Pequeños locales
• Equipos Compactos Verticales, Cubierta	2.6		2.8	Áreas convenciones, banquetes o grandes gimnasios (Requieren gran caudal de Ventilación )
• Enfriadoras aire-agua:	2.7		3.0 (C. Tornillo)	Sistemas de agua fría / caliente equipos terminales de agua para hoteles, grandes centros deportivos
• Enfriadoras agua-agua:	3.0		4.0 (C. Tornillo)	Grandes Complejos
• Enfriadoras Centrífugas:	5.0		7.0 (Turbina expansión)	

**Figura 1.** Evolución de la eficiencia energética en los equipos de climatización.

### 5.3.2. La bomba de calor: una máquina frigorífica como fuente de calor

En la Fig. 2 se puede ver el diagrama de concepto de una máquina frigorífica, en este caso una máquina frigorífica cuyo efecto aprovechable consiste en el traslado de la energía desde el foco frío al foco caliente, es decir una "bomba de calor". La formulación termodinámica realizada por Carnot, científico y político francés a finales del siglo XVIII, usaba fluidos ideales; la representación del ciclo de Carnot sobre el diagrama presión entalpía de un fluido frigorífico real, muestra las variaciones de estado y propiedades termodinámicas en una máquina frigorífica real, aunque de una forma simplificada, despreciando o modelizando los efectos de pérdida o ganancia de calor y pérdida de carga (disminución de la presión) debidas al rozamiento por el desplazamiento de los fluidos dentro de la máquina.

## Ciclo de Carnot



**Figura 2.** Ciclo Bomba de calor.

Los elementos que componen una máquina frigorífica de ciclo de compresión y las funciones que realizan son harto conocidos:

- ✿ Intercambiador evaporador: extrae el calor  $Q_e$  del foco frío (área punteada del diagrama T-Entropía).
- ✿ Compresor: aporta el trabajo  $W$  (área rayada del diagrama T-Entropía).
- ✿ Intercambiador condensador: cede el calor  $Q_c$  al foco caliente (área punteada del diagrama T-Entropía).
- ✿ Válvula de expansión.
- ✿ Válvula de inversión de ciclo (sólo bombas de calor).
- ✿ Elementos de control y seguridad (electromecánicos o gracias al avance de la técnica, en su mayoría electrónicos).

Se puede deducir que existe un calor potencialmente aprovechable  $Q_c$ , en una cantidad equivalente al efecto frigorífico producido en el foco frío  $Q_e$ , más el equivalente en calor del trabajo “recibido” por el fluido  $W$ . A diferencia del caso teórico enunciado por Carnot, este equivalente en calor del trabajo es ligeramente menor que el trabajo comunicado a la máquina, debido a que existen una serie de pérdidas del proceso eléctrico y/o mecánico, y pérdida de calor del compresor hacia el ambiente.

Volviendo al ciclo de Carnot, se define el coeficiente de eficiencia energética (COP) teniendo en cuenta ahora que el efecto útil buscado es el calor en el condensador.

El coeficiente se verá afectado por las temperaturas del refrigerante: a mayor temperatura de condensación (producciones de agua caliente con mayor temperatura) la eficiencia será menor; cuanto menor sea la temperatura del foco frío (evaporación), es decir, menor temperatura del agua o del aire exterior, el rendimiento será menor.

Las temperaturas del fluido frigorífico dependen entre otras variables de las temperaturas de los fluidos de intercambio en evaporador y condensador, existiendo lógicamente diferencias en la temperatura entre el fluido de trabajo y los fluidos de intercambio, debidas al diseño del intercambiador de calor (equicorriente o contracorriente, superficies secundarias de intercambio que induzcan elevada turbulencia, velocidades de los fluidos, materiales de construcción de los intercambiadores, etc.). La presión de trabajo de los intercambiadores está íntimamente relacionada con la elección del fluido de trabajo; puesto que por las características del ciclo frigorífico, la mayor parte del proceso de intercambio se realiza con un fluido de trabajo compuesto de dos fases, líquido y vapor, y, si se desprecian los efectos de pérdida de carga del fluido en los intercambiadores, en la teoría se tendrá una presión de saturación constante y una temperatura prácticamente constante.

En el ciclo real, la relación de compresión del ciclo en funcionamiento de bomba de calor es mucho mayor que en funcionamiento como refrigerador, ya que la temperatura de evaporación en el caso de trabajar como bomba de calor es inferior, al trabajar precisamente, en la mayoría de los casos, con bajas temperaturas exteriores o bajas temperaturas de agua.

La segunda consideración es que al requerir temperaturas de agua o aire caliente que hagan posible un rendimiento óptimo de los emisores de calor la temperatura de condensación debe ser elevada (superior a 50 °C), y existe una clara tendencia a bajar conforme baja la temperatura de evaporación. El resultado

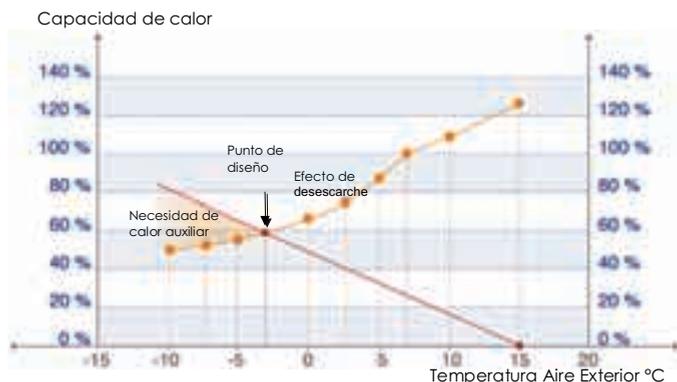
es que las bombas de calor no pueden mantener altas temperaturas de salida de agua o de aire cuando existe una baja temperatura exterior.

Existe un factor adicional que afecta al COP (coeficiente de eficiencia energética) de una bomba de calor. Con temperaturas del foco frío cercanas a 0 °C, la temperatura de la superficie del evaporador será inferior a la temperatura de congelación del agua y, por tanto, el vapor de agua condensado sobre la misma se congelará, siendo necesarios unos períodos de desescarche para no perder la capacidad de transferencia de calor del citado evaporador.

Ello produce no sólo la ausencia de efecto calorífico en el foco caliente durante dichos períodos, sino incluso, en el desescarche por inversión del ciclo, un efecto frigorífico en el foco que se desea calentar. Por tanto, en dichas condiciones la potencia calorífica neta, llamada también potencia calorífica integrada (en las unidades que se prueban bajo estándares europeos se incluye la potencia calorífica integrada durante el periodo de una hora), será inferior a la potencia calorífica instantánea, siendo el COP también menor.

Estas limitaciones, constituyen el flanco débil de estos sistemas; sin embargo, la normativa ya recoge, con el fin de contribuir al ahorro energético, que la distribución de agua caliente con destino a calefacción reduzca sus temperaturas. Los sistemas de bomba de calor, salvo, en climas extremos, permiten cumplir estas condiciones, siempre y cuando se dimensionen adecuadamente, de acuerdo a las necesidades de calefacción para la temperatura de diseño del edificio.

En este sentido, viene siendo habitual la selección de bombas de calor a través de las necesidades de refrigeración sin prever otros sistemas de calefacción suplementarios para las ocasiones en que la capacidad de la bomba de calor sea inferior a la demanda. Esto ha traído como consecuencia una cierta desconfianza hacia los sistemas de bomba de calor, ya que se creaban situaciones de no confort en los usuarios. Por el contrario al sobredimensionar los sistemas auxiliares, se está encareciendo la inversión para el sistema, con lo cual se enmascaran los efectos de ahorro en la instalación.



**Figura 3.** Elección del punto de diseño de una bomba de calor.

En la Fig. 3 se ha representado de una forma simplificada la evolución de la capacidad de una bomba de calor (aire-agua o aire-aire) en función de la temperatura exterior. Se puede ver que esta capacidad va disminuyendo progresivamente (recordemos la fórmula del rendimiento de Carnot) y que se hace más acusado en cuanto se da el fenómeno de formación de hielo en las baterías y el necesario desescarche.

Si la temperatura de diseño para la localidad coincide con el punto de corte entre ambas curvas, no sería preciso dotar a la instalación de calor suplementario, ya que (dependiendo del percentil usado para la Temperatura de Diseño) sólo se dejan de cubrir las necesidades de un porcentaje muy pequeño de horas al año.

En cambio, si la temperatura de diseño es inferior a la definida por el punto de corte, será preciso dotar a la instalación de una fuente de calor suplementaria para poder atender las necesidades caloríficas de la instalación.

Como es natural, un correcto diseño de cerramientos ayuda al proyectista a reducir las necesidades caloríficas de la instalación, y reducir la capacidad de la unidad que cumple con las condiciones de diseño. Puesto que al realizar el cálculo energético de una instalación no se computan todas las cargas internas y efectos de acumulación de calor en la estructura de los edificios, las necesidades caloríficas reales se reducen notablemente, representando un factor de seguridad añadido.

### 5.3.3. Recuperación de calor para producción de agua caliente en unidades de condensación por aire

La utilización del aire como medio de condensación presenta como ventaja la simplificación de los circuitos hidráulicos de las instalaciones, llevando las unidades al exterior. Las unidades condensadas por aire con condensador o condensadores de recuperación presentan por supuesto esta ventaja.

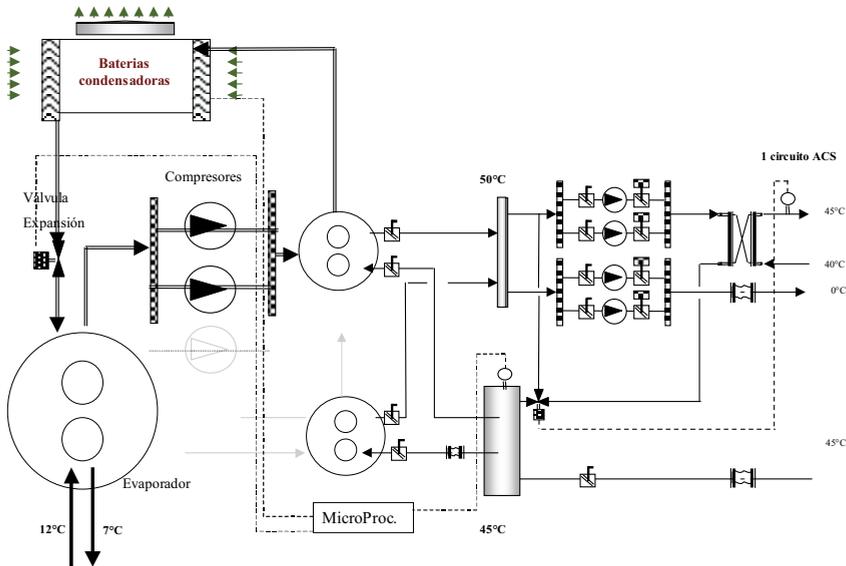
Las posibilidades de recuperación van desde la simple recuperación de gases calientes hasta la recuperación del 50 % o del 100 % del calor total rechazado por la unidad.

Las unidades con recuperadores del 100 % suelen contar con válvulas solenoides de cierre activadas por el cambio de modo de funcionamiento (de frío a frío más recuperación), que se encargan de cerrar el paso de refrigerante a las baterías del condensador, realizando una purga de refrigerante de parte o todas ellas, según el diseño de cada fabricante, con el fin de "llenar el recuperador", y realizar la condensación en el mismo. Puesto que el intercambiador recuperador está dimensionado para disipar el 100 %, del calor total, la unidad funciona por tanto en su zona óptima cuando ambas cargas, frigorífica y calorífica llegan a su máximo simultáneamente.

Por razones de control de carga de refrigerante y presión de condensación, los diseños más extendidos cuentan con los recuperadores en serie con las baterías condensadoras.

La recuperación de calor en condiciones normales no afecta de modo significativo al rendimiento de la unidad, comparado con el de una enfriadora convencional. Por ejemplo, con 35 °C exteriores, la temperatura saturada de condensación será aproximadamente de 52 °C; si se desea obtener agua a precisamente esta temperatura, el punto de consigna fijado en el control para la temperatura de saturada de condensación habrá de ser de 57 °C, con lo cual habrá una ligera pero apreciable reducción de la capacidad frigorífica de la unidad (de 3 a 5 %), y un incremento del consumo eléctrico (de 4 a 6 %). Estas dos

características han de tenerse en cuenta a la hora de realizar el balance económico de la instalación.



**Figura 4.** Circuito de recuperación en una unidad aire-agua.

En el caso de los recuperadores de gases calientes, la recuperación de calor no suele ir más allá del 20 % del calor total rechazado. En estas unidades, el control de condensación de la unidad es realizado igual que en una unidad estándar, a través de las etapas de ventilación con las que cuenta la máquina. Al estar en serie el condensador, siempre se encuentra expuesto a la acción del gas caliente, por lo que es altamente aconsejable un flujo constante de agua a través del mismo.

La rentabilidad de estas instalaciones de recuperación está garantizada en edificios que cuentan con importantes cargas de frío (no cubiertas con enfriamiento gratuito) simultaneadas con cargas de calor importantes.

En el caso de instalaciones hosteleras, sobre todo en climas suaves ha sido muy habitual la instalación de una pareja de unidades de frío sólo y una de frío con recuperación, o para climas más fríos, una enfriadora con recuperación más una bomba de calor reversible. Muchas veces se estaba usando este calor para la

preparación de Agua Caliente Sanitaria. Estos dispositivos son plenamente aplicables al caso de instalaciones para atención de la tercera edad, en concreto para las residencias de mayores.

Los consumos de A.C.S. y calefacción podrían reducirse del mismo modo que en los hoteles, aunque su rentabilidad en estación intermedia e invierno será menor, ya que, por la especial sensibilidad al frío de las personas ancianas, será necesario reducir el periodo de actividad de las unidades de frío.

Progresivamente muchas residencias de mayores están incorporando piscinas climatizadas cubiertas. El tratamiento de muchas dolencias asociadas a la edad puede ser apoyado por el uso pautado de inmersión o ejercicio de natación.

La enorme carga latente generada por la evaporación dentro del local del agua caliente (en torno a 26-28 °C) ha de ser combatida. El calor rechazado en el equipo de enfriamiento puede ser usado (conjuntamente con los paneles solares que son de obligado uso en algunas localidades o Comunidades Autónomas) para el calentamiento del vaso de la piscina. En piscinas de uso invernal este sistema puede suplementar e incluso sustituir ventajosamente a la aportación solar.

En relación a estas aplicaciones de recuperación de calor, un factor negativo son sus bajas temperaturas de utilización. Éstas dan lugar a la proliferación de la bacteria *Legionella Neumophila* tristemente conocida. El tratamiento de los circuitos con productos anticorrosión (que evitan la formación de depósitos "alimento" de las colonias de *Legionella*) y sobre todo la limpieza periódica con compuestos germicidas (principalmente cloro) complementada con choques térmicos<sup>1</sup> son la mejor forma de lucha contra la bacteria. De esta forma pueden seguir usándose, en condiciones de salubridad esos eficientes dispositivos de ahorro de energía que representan las unidades de recuperación de calor.

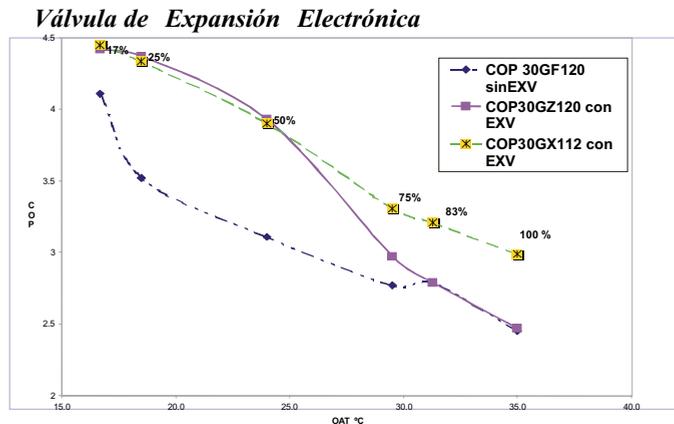
---

<sup>1</sup> En cumplimiento del Real Decreto sobre Prevención de infección por Legionella.

### 5.3.4. Ahorro energético con válvulas de expansión electrónica. Economizadores

Las válvulas de expansión pueden ser de tipo termostático o electrónico. En ambos tipos se regula el paso de refrigerante dependiendo de las condiciones de trabajo. En las válvulas de expansión de tipo termostático se controla el flujo de refrigerante basándose en un solo parámetro, el recalentamiento del gas a la salida del evaporador.

La válvula de expansión electrónica por el contrario presenta una enorme facilidad de adaptación a todas las condiciones, pudiendo incluso fijarse límites diferentes para aplicaciones muy diversas, o incluso permitiendo (con cambios en el software) el trabajo con diferentes gases refrigerantes. Constan de un motor de múltiples pasos. La regulación con 1.500 pasos permite la adaptación a múltiples condiciones de carga, temperatura de los fluidos, redundando en que es posible disminuir la diferencia de presiones entre condensador y evaporador con el fin de reducir el trabajo del compresor.



**Figura 5.** Efecto de la válvula de expansión electrónica sobre el rendimiento.

En el caso ejemplo, Fig. 5, puede verse como el rendimiento, COP de una unidad con el mismo tipo de compresores e intercambiadores mejora drásticamente con la simple incorporación de las válvulas de expansión electrónica,

al permitir ese acercamiento entre presiones de evaporación y condensación. Puesto que una unidad funciona más del 80 % de sus horas de operación a cargas inferiores al 75 % de su potencia de diseño, puede verse el enorme beneficio que supone para un usuario el disfrutar de bajo coste en la producción de frío.

El uso conjunto de las válvulas de expansión electrónicas con economizadores aporta también un notable ahorro energético. Consisten en un intercambio de calor de entre la línea de líquido y una línea de gas enfriada en este proceso, es introducida en una etapa intermedia de compresión. Esta refrigeración del compresor de tornillo incrementa su potencia en un 8 –10 %.

Con estas medidas, la eficiencia energética de las unidades enfriadoras aire agua se ha incrementado en casi 0,5 puntos. Se traduce en un ahorro del 2 % anual en los costes de todo el edificio.

### 5.3.5. Ahorro energético con turbina de expansión

Un último refinamiento técnico es el uso de la turbina de expansión. El elevado caudal de refrigerante a alta presión tiene una energía potencialmente aprovechable. La turbina de expansión es capaz de soportar el empuje de la mezcla bifásica líquido – gas, y ayuda al movimiento del compresor centrífugo, reduciendo el consumo del motor eléctrico. La eficiencia se incrementa hasta valores de hasta 7 kW frigoríficos por cada kW eléctrico consumido.

Sin embargo, estos dos avances tecnológicos sólo se están aplicando para unidades de gran capacidad frigorífica, para más de 300 kW frigoríficos en el caso de las válvulas de expansión electrónica y para unidades de más de 2.000 kW frigoríficos en el caso de las turbinas de expansión. Por lo general, el tamaño de las más grandes residencias no supera los 1000 kW frigoríficos, no siendo por tanto de aplicación grandes unidades de tipo centrífugo, pero sí unidades de compresor de tornillo con válvulas de expansión electrónica.



**Figura 6.** Turbina de expansión en unidades centrífugas.

### 5.3.6. Cogeneración más unidades de producción de agua fría por ciclo de absorción

El uso de unidades de ciclos de absorción ha sido un medio muy usado para el incremento del rendimiento total de las instalaciones de cogeneración, al usar el calor residual, de otra forma rechazado, para la producción de frío. En los sistemas de cogeneración se suelen emplear motores térmicos o turbinas para la producción eléctrica. Normalmente sobra calor: agua sobrecalentada o vapor que se puede aprovechar en una máquina de absorción para refrigeración (también existen máquinas con quemador directo).

La unidad enfriadora de agua por absorción funciona mediante un ciclo de absorción utilizando como energía impulsora, el calor, como refrigerante el agua y como absorbedor una sal, generalmente bromuro de litio (también existen máquinas con Amoniaco-Agua).

Dado que la máquina de absorción utiliza calor como fuente de energía, su mayor aplicación la tendremos cuando exista una fuente barata de calor en forma de vapor o bien en forma de agua caliente.

- ✿ En zonas de combustible barato.
- ✿ Donde las tarifas de energía eléctrica sean muy elevadas.
- ✿ Donde exista vapor o agua caliente como subproducto de otras fases de fabricación.
- ✿ Donde exista una caldera y no se aproveche durante el verano.

En un futuro existe una intención de aplicar los ciclos de absorción con instalaciones de energía solar, con la gran ventaja de utilizar la energía solar en periodos de máxima radiación (verano) y, por tanto, con unos costes muy bajos. Para ello se intenta encontrar una máquina que precise agua a temperaturas no superiores a 80 °C, en la actualidad hace falta llegar a 87 °C o 90 °C y son temperaturas dónde la energía solar con colectores planos llega con muy bajo rendimiento.

Como ventajas más importantes en resumen podemos indicar las siguientes:

- ✿ Ausencia de vibraciones y partes móviles.
- ✿ Mínimo coste de mantenimiento.
- ✿ Vida útil muy elevada.

Sin embargo, fundamentalmente debido a la regresión del negocio de la cogeneración, se ha producido la disminución de la instalación de unidades de absorción. En las grandes instalaciones el dominio pasa a ser de nuevo de las unidades con compresor centrífugo.

La disminución de las ayudas estatales a la cogeneración, el incremento de precio del gas, y peores condiciones de venta de los cogeneradores a las compañías eléctricas, fue la causa de la caída de las ventas de los equipos de absorción asociados a las instalaciones de cogeneración. Aunque en pequeña

proporción respecto al total de instalaciones de cogeneración estas instalaciones de trigeneración tuvieron auge hasta el año 1999, donde comenzó su declive.

El precio en mercado de la unidad de absorción, entre 1,5 y 2,5 veces el de una unidad centrífuga de capacidad equivalente, unido a los adversos efectos de los factores expuestos anteriormente, va a hacer difícil la justificación económica de estos proyectos. La aplicación en hoteles, precisados de sencillez de instalación y mantenimiento ha sido muy limitada en este campo.

No obstante la introducción de nuevas ayudas y normativas de ahorro energético<sup>2</sup> pueden impulsar de nuevo esta tecnología. La producción de agua caliente por energía solar está siendo promovida por parte de las diversas administraciones del Estado con salir del *impass* que impide que España cuente seriamente con la energía solar como un recurso para el ahorro energético.

Muchas de las Comunidades Autónomas y ciudades<sup>3</sup> costeras están emitiendo normativa técnica para implantar, de forma obligatoria este tipo de sistemas en hoteles y en viviendas de nueva construcción.

La aplicación de colectores con producción a alta temperatura podría proporcionar asimismo energía térmica a máquinas de absorción para suministrar agua fría a los sistemas de acondicionamiento de aire, con lo que el doble uso del sistema de colectores, podría reducir extraordinariamente el periodo de amortización del sistema.

En el caso de los hoteles, la producción de A.C.S. a través de sistemas de colectores solares puede provocar sensibles ahorros de energía, sobre todo en aquellos que por mayor uso en el verano pueden tener un sistema de acumulación

---

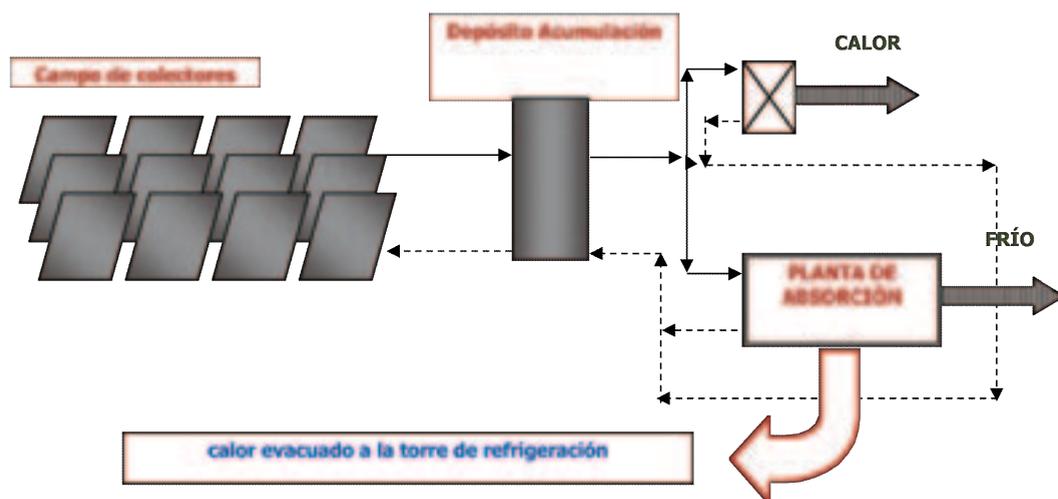
<sup>2</sup> Línea de financiación ICO-I.D.A.E. para proyectos de energías renovables y eficiencia energética año 2004 (Plan de fomento de energías renovables en España, Madrid 1 de marzo de 2004).

Orden 98/2005, de 13 de enero, de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid, por la que se regula la concesión de ayudas para la promoción de las energías renovables y del ahorro y la eficiencia energética para el periodo 2005-2007.

<sup>3</sup> Son ya más de treinta y ocho las grandes ciudades y cinco las Comunidades Autónomas que han emitido normativa al respecto. Fuente: *Tecnoenergía*, Diciembre 2004.

que almacene durante el día el agua para su posterior consumo durante las últimas horas de la tarde, el perfil típico de consumo de un hotel situado en zona turística o en la costa.

Se cuentan ya con ejemplos de residencias de la tercera edad que incorporan sistemas de absorción apoyados por sistemas de colectores solares.



**Figura 7.** Aplicación de un sistema de acumulación de agua caliente por energía solar para A.C.S. y refrigeración mediante máquina de absorción.

## 5.4. Utilización de sistemas de control de ahorro energético más eficaces

Las instalaciones para alojamiento de personas de la tercera edad suelen tener unos horarios muy estrictos, que favorecen la actuación de sistemas de gestión energética.

Es por tanto uno de los casos dónde se podrá constatar fácilmente el ahorro producido por estos sistemas, respecto a uno convencional.

### 5.4.1. Gestión de componentes del sistema: cambio de modo de operación

Un sistema de control convencional sobre un bucle de distribución de agua de dos tubos necesita de un control de cambio de modo de operación, con un criterio que ha de definirse cuidadosamente.

El criterio en función de temperatura exterior ha sido seguido ampliamente, y suele ser válido para aquellas zonas en que la carga térmica debida a las condiciones exteriores (bien sea por transmisión y ventilación) es preponderante respecto a la carga térmica debida a las cargas internas (iluminación, equipos, personas, etc.). Deja, sin embargo, sin resolver el problema de la radiación solar o el efectos de "vidrio frío" en edificios con muros cortina, que podrían ser enormemente molestos en el caso de residencias de la tercera edad.

La solución en cualquiera de los casos es realizar un cálculo detallado con programas informáticos que analicen no sólo las cargas térmicas punta, sino la evolución de las mismas durante todas las horas del año, con el fin de establecer cuando ocurren los cambios de modo de funcionamiento.

Los cambios calor/frío en diferentes orientaciones del edificio son más propensos a presentarse en las estaciones intermedias, y es muy aconsejable prestar especial cuidado a estas situaciones, por las consecuencias de disconfort que pueden provocarse.

Sin embargo, la mejor gestión se obtiene con los modernos sistemas de gestión de la instalación por demanda real. Computando la "votación" que cada zona hace de su necesidad real y con algoritmos de control de la evolución de la temperatura en esas zonas, se puede gestionar de una forma bastante fiable los cambios de modo de funcionamiento.

Expresando el modo de funcionamiento en términos electorales, el sistema recuenta los votos en cada instante, y conoce la *intención* de voto futura. De esta forma se consigue prever el modo de funcionamiento más idóneo en el instante

actual y el modo más eficaz de adaptarse a la futura demanda, aprovechando la inercia térmica del bucle de agua para favorecer un cambio más rápido de modo de operación.

## 5.4.2. Gestión de enfriamiento gratuito por aire exterior (ITE 02.4.6) y recuperación de calor

La utilización del enfriamiento gratuito por aire exterior se ha de decidir en función de las condiciones climatológicas de la zona en que se ubica el edificio, de la radiación solar absorbida por la envolvente del mismo y de las cargas internas de ocupación, iluminación y las aportadas por otros consumidores energéticos.

En los sistemas de climatización del tipo "todo-aire" es recomendable la instalación de dispositivos, con los correspondientes controles automáticos, que permitan el enfriamiento gratuito de los locales por medio del aire exterior.

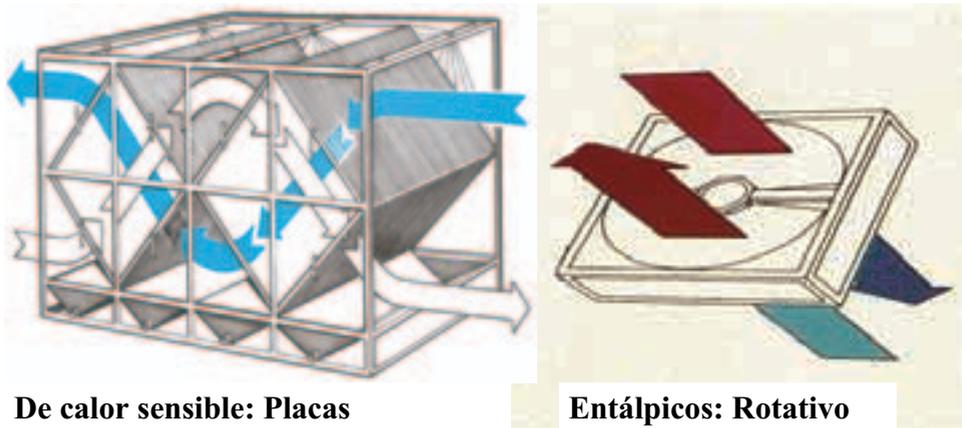
Cuando el caudal de un subsistema de climatización sea mayor que  $3 \text{ m}^3/\text{s}$  y su régimen de funcionamiento sobrepase mil horas por año en que la demanda de energía pudiera satisfacerse gratuitamente con la contenida en el aire exterior, será obligatoria la instalación de un sistema de aprovechamiento de la citada energía. A este respecto, en la memoria del proyecto deberá justificarse si se cumplen o no estos requisitos.



**Figura 8.** Entrada de aire de ventilación y utilización con enfriamiento gratuito.

Citando el reglamento, el Aire exterior mínimo de ventilación (ITE 02.4.5) y la Recuperación de calor del aire de extracción (ITE 02.4.7) y con independencia de lo indicado en ITE 02.2.2, en los subsistemas de climatización del tipo "todo-aire", para locales que no están siempre ocupados por el número máximo de personas (cines, teatros, salas de fiesta, salas de reuniones de centros de día o de residencias de mayores como en el caso que nos ocupa y similares), se usarán dispositivos automáticos que permitan variar el caudal de aire exterior mínimo de ventilación en función del número de personas presentes. Para cuando los locales estén desocupados, deberá preverse un dispositivo automático para mantener la compuerta de aire exterior mínimo cerrada, tanto en los períodos de parada como en los de puesta en marcha de un subsistema.

El aire de ventilación descrito en ITE 02.2.2. e ITE 02.4.5. que deba expulsarse al exterior por medios mecánicos puede ser empleado para el tratamiento térmico, por recuperación de energía, del aire nuevo que se aporte desde el exterior.



**Figura 9.** Tipos de intercambiadores recuperadores de calor.

Cuando el caudal de un subsistema de climatización sea mayor que  $3 \text{ m}^3/\text{s}$  y su régimen de funcionamiento sobrepase mil horas por año, se diseñará un sistema de recuperación de la energía térmica del aire expulsado al exterior por medios mecánicos, con una eficiencia mínima del 45 %, salvo cuando en el memoria del proyecto se justifique adecuadamente la improcedencia de tal sistema.

### 5.4.3. Gestores energéticos para distribución de agua fría con múltiples enfriadoras

Existen muchas posibilidades de ahorro energético en la disposición de varias unidades en paralelo, muy usada en grandes edificios (grandes hospitales, centros comerciales, palacios de congresos). La aplicación está, por tanto, limitada a las grandes instalaciones de tercera edad con plantas centralizadas de producción de agua fría y caliente.

Ahora también está de moda este tipo de montaje en instalaciones de menores dimensiones, gracias a la inclusión por algunos fabricantes de algoritmos de control capaces de manejar estos grupos como si de una única enfriadora/bomba de calor se tratase.

Sin embargo, las posibilidades de conectar múltiples unidades de producción plantean problemas de regulación complejos.

El requisito fundamental es proveer una temperatura estable y razonablemente baja a las unidades terminales, haciendo que el sistema se comporte como una sola máquina (una máquina *virtual*). Para evitar la mezcla de agua entre unidades que funcionan y unidades en espera, es necesario proveer de medios en forma de válvulas o bombas dedicadas que eviten el paso de agua por las unidades no activas. Esto ha de conseguirse a toda costa cualesquiera que sea la estrategia de control adoptada.

Estos modos de control suelen ser:

- ❁ **Decalaje de puntos de consigna.** Es el más antiguo, simple y barato y consiste en fijar (bien sea en retorno o en impulsión) puntos de consigna diferentes en uno o varios grados centígrados para cada unidad (por ejemplo, enfriadora 1: 7 °C en impulsión, enfriadora 2: 8 °C, etc.). El principal inconveniente es el solapamiento de etapas entre las máquinas, y sobre todo el que el arranque de las unidades puede llegar a ser simultáneo. Las unidades tampoco

igualan por sí solas sus horas de funcionamiento, precisando controles externos.

- ✿ **Control maestro/esclavo.** El control electrónico de una unidad asume el control del grupo, determinando en función de las horas de operación y número de arranques, cual de las enfriadoras ha de arrancar. Se arranca la bomba o se abre la válvula correspondiente a esa primera máquina, no procediendo al arranque de una segunda unidad, hasta que no ha completado el arranque de cada una de sus etapas.

En caso de bombas dedicadas a cada máquina, se produce un sustancial ahorro de energía en el bombeo del primario. La temperatura de salida es muy estable, y permite igualar tiempos de funcionamiento.

- ✿ **Control secuenciado de máquinas.** El sistema de gestión toma el mando de todas las etapas de las máquinas, determinando el número de ellas que ha de activarse. De acuerdo a la demanda existente, y teniendo en cuenta la mejora del coeficiente de eficiencia energética a carga parcial de las enfriadoras, el sistema arranca el número de bombas y etapas de máquinas exclusivamente necesario, optimizando el consumo de energía.

Los sistemas permiten también el máximo ahorro en costes de bombeo, aparte de presentar la posibilidad de una óptima regulación de las enfriadoras en paralelo. A pesar de ser el que cuenta con mayor coste de instalación, la rápida amortización de costes de bombeo (pensemos que en el consumo total del edificio puede llegar a ser del 15 al 20 %) compensa sobradamente su implantación, sin contar con los beneficios de superior rendimiento energético de las plantas enfriadoras cuando están sometidas a su funcionamiento óptimo.

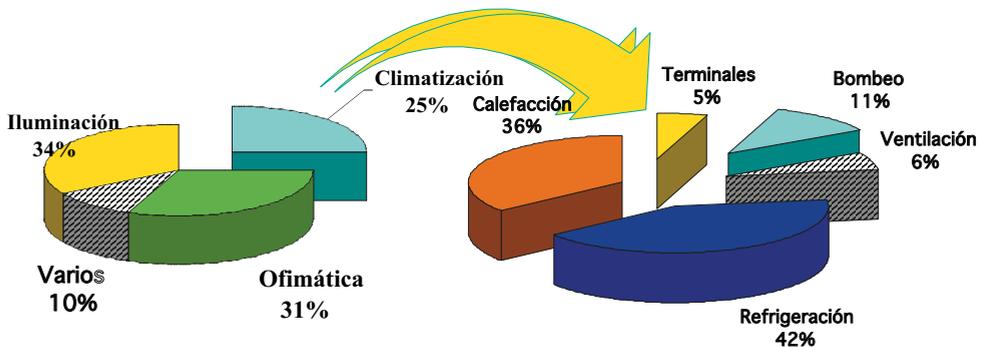
## 5.5. Consideraciones finales

Como se ha visto, los avances en la tecnología pueden servir para mejorar el rendimiento de las instalaciones, pero no se puede dejar de destacar que el modo

e vi a en nuestra civilización, caracteriza o por una imparable eman a e mayor confort reclama ca a vez mayor gasto energético.

Los últimos avances en tecnología e equipos y sistemas tienen un impacto importante en el ahorro energético y la consiguiente reducción e costes e explotación ebi os a la climatización, pero la climatización en sí misma no es el factor e terminante el consumo total e un e ificio, aunque sí uno e los más influyentes.

Sirvan como ejemplo las os instalaciones "tipo" simula as con un programa e análisis energético para e ificios (*Hourly Analysis Program* versión 4.1.).



Simulación Edificio Oficinas en cuatro plantas, situado en Madrid, superficie útil 3.000 m<sup>2</sup>. Programa de cálculo de cargas y análisis horario de Carrier HAP v4.06. Datos climáticos de Madrid (año meteorológico tipo).

Cerramientos: Forjados y pavimentos:  $K = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  ; Techumbre, pavimento y cubierta:  $K = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Muro exterior ladrillo, aislamiento, ladrillo, enlucido:  $K = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$  .

Medianeras y particiones:  $K = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  ; Ventanas (Cristalera doble y marcos):  $K = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Planta de climatización compuesta por enfriadora más caldera mixta ACS-Calefacción de gas, con suministro a un sistema de fancoils perimetrales, más climatizadores de aire primario y zona central.

Verano: Temperatura seca 25 °C, Humedad relativa 50 %, T exterior 36 °C, T húmeda 24 °C.

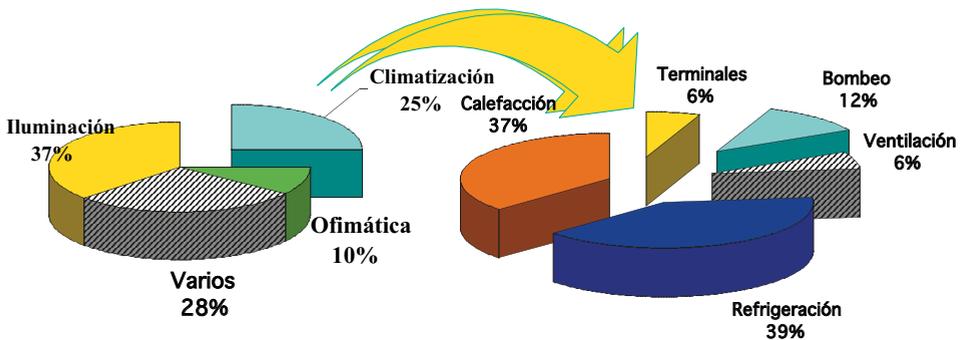
Invierno: Temperatura seca 22 °C , T exterior: -4 °C

**Figura 10.** Segmentación de consumos de un edificio de oficinas (total Energía 972.000 kWh).

Con las necesarias precauciones al tratarse de un modelo informático, puede verse la influencia tan importante que la iluminación y la utilización de equipos ofimáticos tiene en el consumo de energía del edificio. La influencia de estos dos consumos en la climatización es directa; cada kW que deje de consumirse en luces y equipos reduce la carga frigorífica en la misma proporción. Cualquier ahorro energético bien sea por un uso más racional o avances en la tecnología de equipos informáticos y luminarias, repercute en el ahorro en los consumos de climatización.

En el caso de un edificio hotelero, muy similar a la aplicación de residencias de la tercera edad, con características constructivas similares, los resultados del programa arrojan un panorama bien diferente.

El concepto de varios cuyos componentes principales son, ACS, lavandería y Cocinas, tiene ahora un peso muy importante. Las actuaciones para conseguir el aprovechamiento de calor rechazado con destino al consumo de A.C.S. son muy rentables en este tipo de instalaciones.



Simulación Edificio Uso Hotelero en cuatro plantas, 85 habitaciones situado en Madrid, superficie útil 3.000 m<sup>2</sup>. Programa de cálculo de cargas y análisis horario de Carrier HAP v4.06. Datos climáticos de Madrid (año meteorológico tipo).

Cerramientos: Forjados y pavimentos:  $K = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  ; Techumbre, pavimento y cubierta:  $K = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Muro exterior ladrillo, aislamiento, ladrillo, enlucido:  $K = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Medianeras y particiones:  $K = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  ; Ventanas (Cristalera doble y marcos):  $K = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Planta de climatización compuesta por enfriadora más caldera de gas, con suministro a un sistema de *fancoils* en habitaciones perimetrales, más climatizadores de aire primario y zonas comunes.

Verano: Temperatura seca 25 °C, Humedad relativa 50 %, T exterior 36 °C, T húmeda 24 °C.

Invierno: Temperatura seca 22 °C , T exterior: -4 °C.

**Figura 11.** Segmentación de consumos, edificio de actividad hotelera (total Energía 888,000 kWh).

Los sistemas de control expuestos también tienen en cuenta el consumo por bombeo y ventilación. La reducción de los mismos tiene también un impacto importante en la reducción del consumo global. Los hoteles con múltiples unidades de producción de agua fría/caliente pueden ya beneficiarse del ahorro que proporcionan los sistemas de gestión.

Es, por tanto, altamente recomendable conseguir la evaluación energética del edificio, simulando las condiciones de proyecto para poder tomar las decisiones sobre elección de cerramientos, sistemas, etc., antes de la construcción del edificio.

La Unión Europea preocupada por la dependencia energética, está emitiendo un nuevo marco legislativo que fomente el ahorro energético, la nueva Certificación Energética de Edificios.

Con la aplicación de la Certificación Energética: la nueva normativa obligará a cumplir requisitos mínimos de eficiencia energética, emitiendo los organismos oficiales competentes en temas energéticos sendos certificados para cada edificio.

A este análisis habrán de someterse todo tipo de edificios independientemente de su uso. Muchas de nuestras residencias de mayores podrán incrementar eficiencia energética sin renunciar a su nivel de confort.

En resumen, se presenta un futuro en el que la consecución de un superior rendimiento energético va a ser considerado como un beneficio para toda la sociedad.

## Bibliografía

1. Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación DTIE 8.01 "Recuperación de energía en sistemas de Climatización", Comité ATECYR y Grupo de Termotecnia de la U. de Valladolid; Editorial El Instalador, Madrid 1998.
2. "25 años de instalaciones, 1967-1992" Monografía nº23; El instalador, Madrid, 1992.

3. "Manual de Aire Acondicionado Carrier", Carrier Corporation, Marcombo Boixareu Editores, Barcelona 1983.
4. "Air conditioning and Ventilation for Buildings". Croome and Roberts, Pergamon Press, N.York E.E.U.U. 1975.

## 6.1. Introducción

La energía es el motor de nuestro desarrollo, pero también es la causa de muchos de los problemas medioambientales de nuestro planeta.

Por lo tanto, uno de los grandes retos de nuestra sociedad en el siglo XXI es la integración de las energías renovables en nuestro actual modelo energético.

Y es necesario por dos razones fundamentales:

- Por la necesidad de disponer de recursos energéticos que reduzcan el alto nivel de dependencia de los combustibles fósiles que colaboren en la solución al actual problema del cambio climático.
- Por la necesidad de conseguir un modelo energético sostenible, que pueda hacer frente a la muy previsible limitación de la actual oferta de combustibles fósiles.

Otro aspecto favorable que presentan las energías renovables, es su capacidad de creación de empleo de forma descentralizada, ya que de forma mayoritaria los nuevos empleos que se crean en este sector, se distribuyen por el territorio en el que se implantan las energías renovables, creándose una interesante relación entre desarrollo energético e industria.

España, mantiene desde hace tres lustros un notorio crecimiento del consumo energético. Nuestra creciente y excesiva dependencia energética del exterior, alrededor del 80 % en los últimos años, y la necesidad de preservar nuestro medio ambiente, nos obligan a fomentar fórmulas eficaces para el uso eficiente de la energía y la utilización de fuentes autóctonas, limpias y renovables.

De entre todas las posibilidades que nos ofrecen las energías renovables, es la energía solar fotovoltaica, una de las opciones con mayor campo de desarrollo. Es una tecnología limpia, fiable, no contaminante, de fácil instalación y poco mantenimiento, que además de ser rentable para aquellos que acometen su inversión es la única que permite producir electricidad allí donde se consume, en el propio entorno urbano.

Además, la aplicación de la energía solar fotovoltaica en viviendas y edificios tiene un gran interés fuera del ámbito estrictamente energético, ya que proporciona una imagen de respeto con el medio ambiente, cuidado del entorno y calidad de vida, que hace que las inversiones en esta tecnología beneficien a las áreas locales que las acometen.

## 6.2. La energía solar fotovoltaica

### 6.2.1. Características y conceptos básicos de la energía solar fotovoltaica

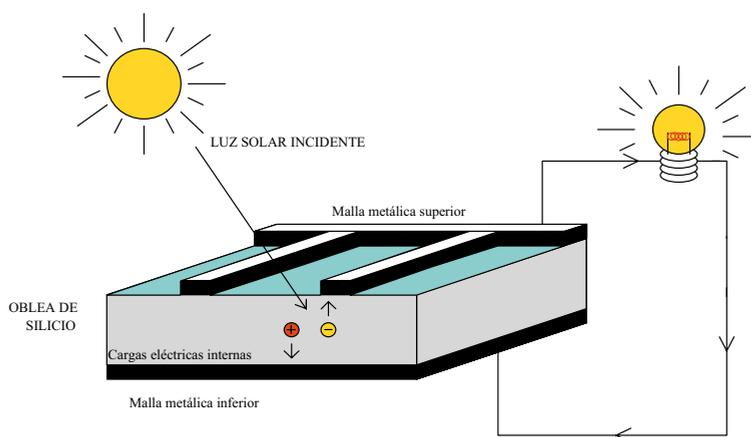
La cantidad de energía que se recibe anualmente del Sol se estima del orden de 149 millones de kWh, cantidad muy superior al consumo mundial de energía de nuestro planeta, pero el problema radica en convertirla de una forma eficiente en energía eléctrica.

Los sistemas fotovoltaicos, basándose en las propiedades de los materiales semiconductores, transforman la energía que irradia el Sol en energía eléctrica, sin mediación de reacciones químicas, ciclos termodinámicos, o procesos mecánicos que requieran partes móviles.

El proceso de transformación de energía solar en energía eléctrica se produce en un elemento semiconductor que se denomina célula fotovoltaica. Cuando la luz del Sol incide sobre una célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar

transmiten su energía a los electrones del semiconductor para que así puedan circular dentro del sólido.

Luego la tecnología fotovoltaica consigue que parte de estos electrones salgan al exterior del material semiconductor generándose así una corriente eléctrica capaz de circular por un circuito externo.



**Figura 1.** Efecto fotovoltaico.

La conexión de células fotovoltaicas y su posterior encapsulado y enmarcado da como resultado la obtención de los conocidos paneles o módulos fotovoltaicos de utilización doméstica e industrial, como elementos generadores eléctricos de corriente continua.

Las condiciones de funcionamiento de un módulo fotovoltaico dependen de algunas variables externas como la radiación solar y la temperatura de funcionamiento; por ello para medir y comparar correctamente los diferentes módulos fotovoltaicos, se han definido unas condiciones de trabajo nominales o estándar. Estas condiciones se han normalizado para una temperatura de funcionamiento de 25 °C y una radiación solar de 1.000 W/m<sup>2</sup>, y los valores eléctricos con estas condiciones se definen como valores pico.

Teniendo en cuenta que la unidad de potencia eléctrica es el vatio (W) y sus múltiplos el kilovatio (1 kW = 1.000 W) y el megavatio (1 MW = 1.000.000 W), la potencia de un módulo fotovoltaico se expresa en vatios pico (Wp), refiriéndose a la potencia suministrada a una temperatura de 25 °C y una radiación solar (irradiancia) de 1.000 W/m<sup>2</sup>.

Por otro lado, la energía producida por los sistemas fotovoltaicos es el resultado de multiplicar su potencia nominal por el número de horas pico, dado que no todas las horas de Sol son de la intensidad considerada como pico, es decir 1.000 W/m<sup>2</sup>. Y se mide de igual forma que en el resto de sistemas energéticos, en vatios hora (Wh) y sus múltiplos en kilovatios hora (1 kWh = 1.000 Wh) y megavatios hora (1 MWh = 1.000.000 Wh).

El número de horas pico de un día concreto se obtendrá dividiendo toda la energía de ese día (en Wh/m<sup>2</sup>) entre 1.000 W/m<sup>2</sup>.



Figura 2. Mapa solar de España.

Para tener una idea, la suma total de la energía que produce el Sol durante un día sólo equivale en España a unas 5 horas solares pico durante el verano y entre 2 y 4 durante el invierno, según la zona.

## 6.2.2. Usos de la energía solar fotovoltaica

Hay dos formas de utilizar la energía eléctrica generada a partir del efecto fotovoltaico:

- ☀ En instalaciones aisladas de la red eléctrica.
- ☀ En instalaciones conectadas a la red eléctrica convencional.



**Foto 1.** Instalación fotovoltaica aislada.

Mientras que en las primeras la energía generada se almacena en baterías para así disponer de su uso cuando sea preciso, como por ejemplo en electrificación de:

- ☀ Viviendas rurales.
- ☀ Sistemas de Telecomunicación.
- ☀ Sistemas de Señalización.
- ☀ Sistema de bombeo de agua.

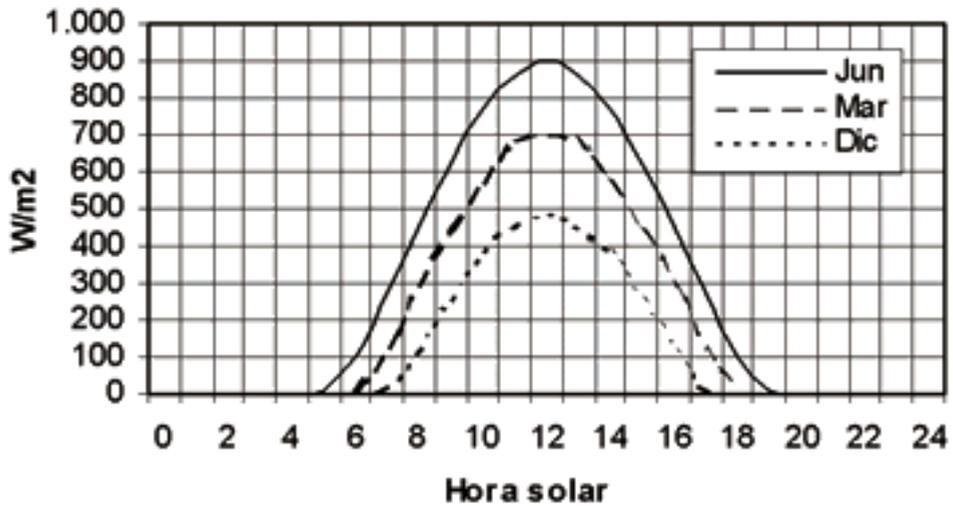
En las segundas toda la energía generada se envía a la red eléctrica convencional para su distribución donde sea demandada.

En los núcleos de población que disponen de fluido eléctrico, la conexión a red de los sistemas fotovoltaicos es una solución idónea para contribuir a la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera.



**Foto 2.** Instalación conectada a red.

Esta aplicación se ajusta muy bien a la curva de demanda de la electricidad. El momento en que más energía generan los paneles, cuando hay luz solar, es cuando más electricidad se demanda.



**Figura 3.** Radiación Solar Diaria.

Para que estas instalaciones sean viables, sólo es necesario disponer de:

- ☀ Una superficie soleada y bien orientada.

- La existencia de una línea de distribución eléctrica cercana con capacidad para admitir la energía producida por la instalación fotovoltaica.

En las instalaciones conectadas a red, el tamaño de la instalación no depende del consumo de electricidad de la vivienda o edificio, simplificando enormemente su diseño. Para dimensionar la instalación es necesario conocer la inversión inicial, el espacio disponible y la rentabilidad que se quiere obtener.

Es importante recordar que el consumo de electricidad es independiente de la energía generada por los paneles fotovoltaicos. El usuario sigue comprando la electricidad que consume a la distribuidora al precio establecido y además es propietario de una instalación generadora de electricidad que puede facturar los kWh producidos a un precio superior.

Los elementos que componen una instalación conectada a red son:

- **Generador fotovoltaico:** transforma la energía del Sol en energía eléctrica, que se envía a la red. Actualmente, en el mercado se pueden encontrar tres diferentes tecnologías:

**TABLA 1.** Tecnologías fotovoltaicas.

Tecnología	Eficiencia
Silicio monocristalino	13-15 %
Silicio policristalino	11-13 %
Silicio amorfo	7 %

- **Cuadro de protecciones:** contiene alarmas, desconectores, protecciones, etc.
- **Inversor:** transforma la corriente continua producida por los paneles en corriente alterna de las mismas características que la de la red eléctrica.
- **Contadores:** un contador principal mide la energía producida (kWh) y enviada a la red, para que pueda ser facturada a la compañía a los precios

autorizados. Un contador secundario mide los pequeños consumos de los equipos fotovoltaicos (kWh) para descontarlos de la energía producida.

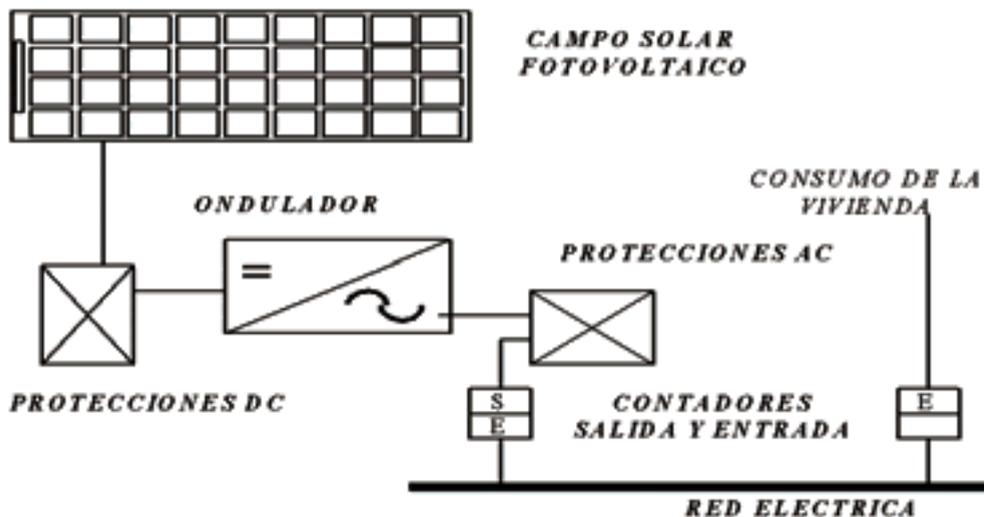


Figura 4. Esquema de un sistema fotovoltaico conectado a red.

### 6.2.3. Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica conectada a red

Las principales aplicaciones de los sistemas conectados a la red eléctrica son las que se describen seguidamente.

#### 6.2.3.1. Sobre tejados y cubiertas existentes

Se emplean sistemas prefabricados de fácil instalación donde se aprovecha la superficie de tejado existente para sobreponer los módulos fotovoltaicos.

Si la instalación es sobre un tejado inclinado al sur, se ocupan unos 10 m<sup>2</sup> por cada kWp instalado. Pero si se trata de una cubierta plana, como hay que salvar las

sombras de unos módulos a otros, se necesitarán hasta 20 m<sup>2</sup> por cada kWp instalado.



**Foto 3.** Sistema fotovoltaico sobre tejado inclinado.



**Foto 4.** Sistema fotovoltaico sobre tejado plano.

El peso del sistema fotovoltaico instalado, no superará en ningún caso los 14 kg/m<sup>2</sup>.

### 6.2.3.2. Sobre el terreno

Utilizando estructuras soportes fijas o con seguimiento del sol.

Un sistema con seguimiento azimutal (este-oeste) puede incrementar hasta un 35 % la producción del sistema fotovoltaico.



**Foto 5.** Instalación fotovoltaica sobre seguidor solar.

Los sistemas con seguimiento al incorporar partes mecánicas, requieren un mayor mantenimiento que los sistemas fijos.

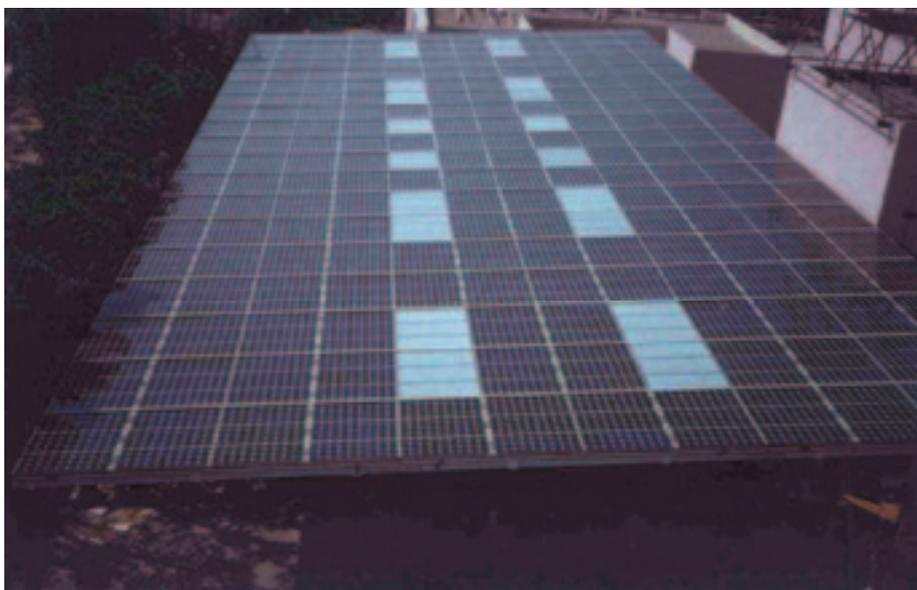
### 6.2.3.3. Integración en edificios

Por integración fotovoltaica debemos entender la sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por nuevos elementos arquitectónicos que incluyen el elemento fotovoltaico y que, por lo tanto, son generadores de energía.



**Foto 6.** Instalación fotovoltaica integrada en muro cortina.

Si en cualquier tipo de instalación es conveniente cuidar su incorporación al entorno, en las aplicaciones urbanas conectadas a red, en las que se unen exigencias urbanísticas a las motivaciones medioambientales, es donde la integración tiene más relevancia.



**Foto 7.** Instalación fotovoltaica integrada en cubierta.

La demanda de energía del sector terciario en la Unión Europea está creciendo de forma significativa, por lo que la integración de sistemas fotovoltaicos en edificios, con aportaciones energéticas en las horas punta, contribuye a reducir la producción diurna de energía convencional.



**Foto 8.** Instalación fotovoltaica integrada en lamas.

La integración de los sistemas fotovoltaicos en los edificios puede venir por instalarlos a modo de:

- ☀ Recubrimiento de fachadas.
- ☀ Muros cortina.
- ☀ Parasoles.
- ☀ Pérgolas.
- ☀ Cubiertas.
- ☀ Lucernarios.
- ☀ Lamas en ventanas.
- ☀ Tejas.
- ☀ Etc.

Para conseguir una mejor integración del elemento fotovoltaico, es necesario considerar esta posibilidad desde el inicio del diseño del edificio. De esta manera se podrá conseguir mejorar el aspecto exterior y el coste del edificio al poderse sustituir elementos convencionales por los elementos fotovoltaicos.



**Foto 9.** Instalación fotovoltaica integrada en parasoles.

En esta aplicación, a veces es necesario sacrificar parte del rendimiento energético por mantener la estética del edificio.

#### **6.2.4. Mantenimiento de las instalaciones fotovoltaicas**

El mantenimiento se reduce a la limpieza de los paneles, cuando se detecte suciedad, y a la comprobación visual del funcionamiento del inversor.

Sólo con los sistemas con seguimiento solar, que incorporan elementos mecánicos, es necesario revisarlos regularmente.

Y aunque las primeras instalaciones fotovoltaica no llevan más de 20 años funcionando, se estima que la vida media de una instalación fotovoltaica conectada a red es de treinta años.

#### **6.2.5. Garantía de los equipos**

Todos los fabricantes de equipos fotovoltaicos garantizan sus productos por un mínimo de 2 años contra cualquier defecto de fabricación.

Además, y dado que los módulos fotovoltaicos son los elementos clave de la instalación, casi todos los fabricantes garantizan su potencia durante 25 años.

## 6.3. Desarrollo de la energía solar fotovoltaica

Toda nueva tecnología ha pasado por las fases de:

- Madurez conceptual.
- Madurez técnica.
- Madurez económica.

Siendo en la madurez económica donde ese producto, mediante un crecimiento continuo y sostenido de su aplicación, se convierte en un producto asequible para la sociedad.

El periodo de madurez conceptual para la conversión fotovoltaica se inició en el año 1904 cuando Albert Einstein publica su artículo sobre el efecto fotolumínico. Años más tarde, Einstein conseguiría el Premio Nobel - al que toda la comunidad científica consideraba que se merecía desde hacía años -, por su teoría fotovoltaica. (La conservadora academia nórdica pensó que la teoría de relatividad, publicada también en el 1904, no estaba suficientemente probada).

Cincuenta años más tarde, en el año 1954 se puede decir que comienza la fase de madurez técnica, cuando los investigadores D.M. Chaplin, C.S. Fuller y G.L. Pearson de los Laboratoris Bell en Murray Hill, New Jersey, producen la primera célula de silicio, publican el artículo: *A New Silicon p-n junction Photocell for converting Solar Radiation into Electrical Power*, y hacen su presentación oficial en Washington (el 26 de abril).

Hoy, el periodo de madurez técnica está terminado, y no porque esté todo investigado y no se observen nuevas líneas de investigación, al contrario, el trabajo pendiente por hacer en I+D+i es muy importante, sin embargo la tecnología que disponemos de silicio cristalino nos proporciona una sólida base para avanzar en la

fase de madurez económica, aquella que con una ayuda decidida de los países industrializados nos permita alcanzar rápidamente los costes deseados para esta tecnología.

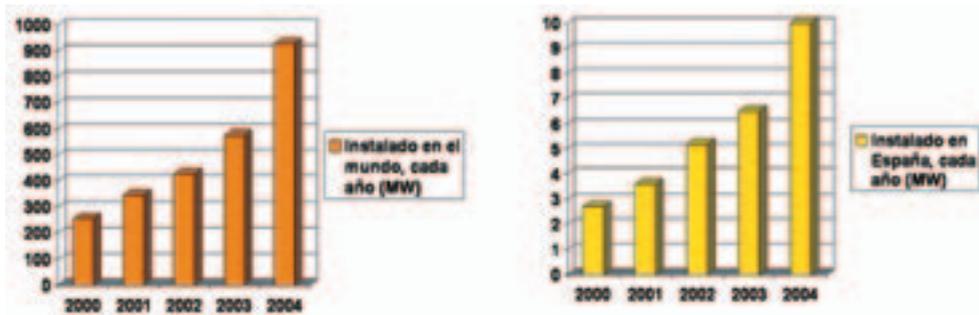


**Figura 5.** Curva de Experiencia FV.

La energía solar fotovoltaica está siguiendo un curva de experiencia similar a la de cualquier otra nueva tecnología, como puede ser la aviónica, la telefonía móvil o la propia eólica, con reducciones de precio según va aumentando su consumo. En el caso concreto de la fotovoltaica, se están manteniendo una reducciones constante de precio del 5 % anual.

Pero el papel de la investigación puede ser concluyente si a medio plazo aparecen, nuevas y revolucionarias tecnologías que produzcan un salto cuantitativo o escalón descendente en la curva de experiencia.

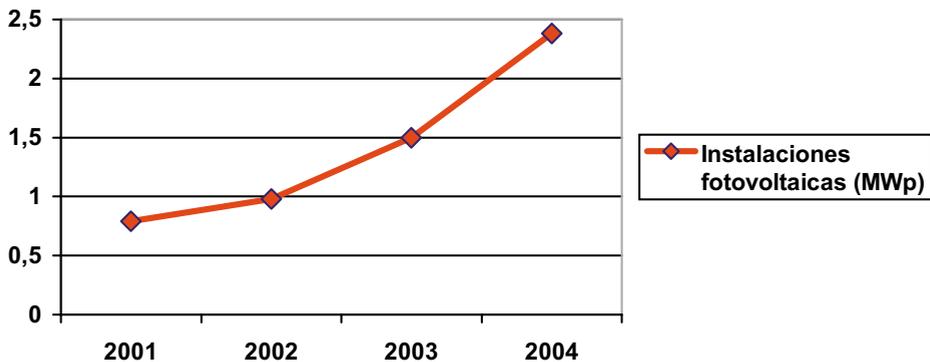
Como se indica en la Fig. 6, el mercado fotovoltaico mundial ha venido creciendo en los últimos años, del orden del 38 % anual de media y se espera que, globalmente, mantenga este crecimiento exponencial en los próximos años.



**Figura 6.** Curva de potencia instalada en el Mundo y en España 2000-2004.

España, por su parte, también ha mantenido este crecimiento, estimándose que durante 2004 la potencia total instalada fue de 10 MWp, lo que supuso alcanzar, a finales del 2004, una potencia total instalada de 37 MWp.

Por su parte, en la Comunidad de Madrid también ha habido un significativo incremento de las instalaciones fotovoltaicas, pasado de tener instalados 0,75 MWp en el año 2001, a contar en la actualidad con 2,38 MWp, Fig. 7.



**Figura 7.** Potencia instalada en la Comunidad de Madrid.

Aunque en España, actualmente sólo se lleva cumplido el 27,4 % del objetivo que fue fijado en el año 1999 en el "Plan de Fomento de las Energías Renovables 2000-2010", consciente de la actual potencialidad del sector, en su reciente revisión se ha fijado el nuevo objetivo para el mismo periodo en 400 MWp.

**TABLA 2.** Objetivos 2010 para la Energía Solar Fotovoltaica.

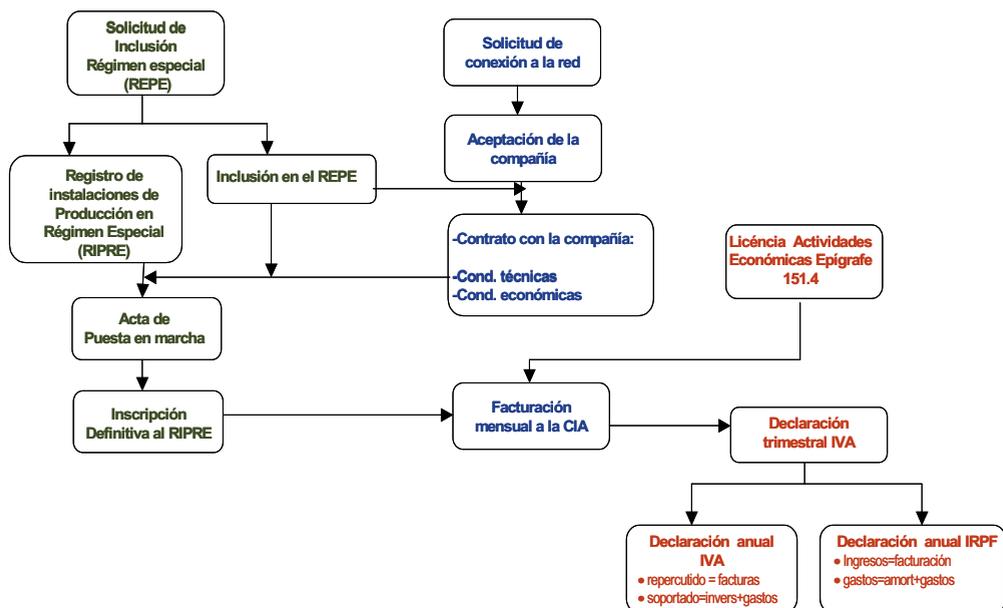
SOLAR FOTOVOLTAICA, OBJETIVOS 2010			
COMUNIDAD AUTÓNOMA	SITUACIÓN ACTUAL		POTENCIA EN 2010 (MWp)
	2004 (MWp)	INCREMENTO 2005 - 2010 (MWp)	
ANDALUCÍA	7,86	43,38	51,24
ARAGÓN	0,67	16,08	16,75
ASTURIAS	0,34	8,93	9,27
BALEARES	1,33	16,41	17,74
CANARIAS	1,20	16,04	17,24
CANTABRIA	0,07	9,14	9,21
CASTILLA Y LEÓN	2,73	25,60	28,33
CASTILLA - LA MANCHA	1,78	11,64	13,42
CATALUÑA	4,11	52,48	56,59
EXTREMADURA	0,54	12,85	13,39
GALICIA	0,51	23,49	24,00
MADRID	2,38	29,33	31,71
MURCIA	1,03	19,03	20,06
NAVARRA	5,44	14,20	19,64
LA RIOJA	0,15	9,06	9,23
COMUNIDAD VALENCIANA	2,83	31,25	34,08
PAÍS VASCO	2,40	23,70	26,10
NO REGIONALIZABLE	0,77	-	0,77
<b>TOTAL (MW)</b>	<b>37</b>	<b>363</b>	<b>400</b>

Concretamente en la Comunidad de Madrid, se ha pasado de un objetivo para el año 2010 de 13,39 MWp al más realista de 31,71 MWp.

## 6.4. Legislación y Normativa

La demanda social a favor de la energía fotovoltaica se ha traducido en el establecimiento de normativas técnico-administrativa que regulan su instalación y priman la electricidad que generan y vierten a la red.

Actualmente, este proceso técnico administrativo es claro, sencillo y asequible incluso para particulares. En la Fig. 8 se muestra un diagrama de todos los pasos a seguir cuando se quiere instalar un sistema fotovoltaico conectado a red.



**Figura 8.** Proceso técnico administrativo de conexión a red.

La legislación aplicable actualmente, viene regulada por:

- El Real Decreto 436/2004, de 12 de Marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

(Este Real Decreto sustituye al 2818/1998 que hasta ahora regulaba en esta materia)

- El Real Decreto 1663/2000, de 29 de Septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a red de baja tensión.
- La Resolución de 31 de Mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establece el modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Y cuando sea aprobado:

- ✿ El nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) que tiene por objeto establecer las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios para satisfacer los requisitos básicos de seguridad estructural, seguridad en caso de incendio, seguridad de utilización, higiene, salud y protección del medio ambiente, protección contra el ruido y ahorro de energía y aislamiento térmico, establecidos en artículo 3 de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE), así como determinar los procedimientos que permiten acreditar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.

El CTE se aplicará, con las limitaciones que en el mismo se establecen, en las obras de edificación de nueva construcción, excepto aquellas construcciones de escasa entidad constructiva y sencillez técnica que no tengan, de forma eventual o permanente, carácter residencial ni público y se desarrollen en una sola planta salvo en los aspectos relacionados con la seguridad de las personas. Cuando se trate de intervenciones en edificios existentes, ya sean de reparación, reforma o rehabilitación, y sin perjuicio de lo que en cada caso pueda establecerse, las exigencias básicas establecidas en el Código se aplicarán en tanto sean compatibles con la naturaleza de la intervención.

En lo referente a la contribución fotovoltaica, será aplicable a los edificios de nueva construcción o rehabilitados dedicados a actividades administrativas, de ocio, hostelería, sanitarias y comercio a partir de una superficie construida de 10.000 m<sup>2</sup>. Siendo la contribución fotovoltaica mínima para producir energía eléctrica, función de la zona climática y la superficie construida.

## 6.5. Rentabilidad

A la hora de calcular la rentabilidad de una instalación fotovoltaica hay que tener en cuenta una serie de aspectos muy relevantes:

- ☀ El precio de venta de la energía producida.
- ☀ La compensación del IVA.
- ☀ La deducción fiscal.

El **precio de venta** de la energía está regulado por el Gobierno, y actualmente, tras la aprobación en Marzo del 2004 del Real Decreto 436/2004, por el que se establece la nueva metodología de tarifas para la producción de energía eléctrica en Régimen Especial está fijado en:

1. Para instalaciones fotovoltaicas de hasta 100 KW de potencia del campo solar (equivale aproximadamente a unos 100 m<sup>2</sup> de superficie de captación), cada kWh producido y suministrado a la red eléctrica se facturará durante el año 2005 a 0,4215 euros (precio equivalente al 575 % de la TMR, la tarifa media o de referencia en España).

Este precio, que se garantiza durante los primeros 25 años de vida del sistema, es actualizado por el Gobierno en la misma medida que lo hace el citado TMR. Posteriormente, y durante el resto de la vida del sistema fotovoltaico, se garantiza el 80 % del citado precio.

2. Para instalaciones fotovoltaicas de más de 100 kW de potencia del campo solar, cada kWh producido y suministrado a la red eléctrica se facturará durante el año 2005 a 0,2198 euros (precio equivalente al 300 % de la TMR, la tarifa media o de referencia en España).

La TMR se revisa anualmente por el Gobierno, y se estima que su incremento medio para los próximos años será del 1,5 % anual.

Esta tarifa la pagan en último término todos los consumidores de electricidad en España, que pagan un porcentaje infinitesimal de su facturación eléctrica para este propósito.

Para el cálculo de la tarifa, se considera como potencia de una instalación fotovoltaica o potencia nominal, la suma de las potencias de los inversores instalados.

El **IVA** de la inversión se compensa con el de la factura que emitimos mensualmente a la Compañía Distribuidora.

Y además hay que tener en cuenta que por Ley podemos *deducirnos* hasta un 10 % de la inversión a través del Impuesto de Sociedades, cuando se trata de empresa, y del Impuesto de la Renta cuando se trata de personas físicas.

### Ejemplo práctico

Considerando una instalación tipo de 33,6 kWp, superpuesta sobre un tejado inclinado al sur con una inclinación de 20°, en la Comunidad de Madrid:

- ☀ Superficie necesaria: 330 m<sup>2</sup>.
- ☀ Peso aproximado: 14 kg/m<sup>2</sup>.
- ☀ Producción estimada: 40.590 kWh/año (Datos de radiación "Censolar").



- ☀ Precio neto (llave en mano): 218.400 euros.
- ☀ IVA: 34.944 euros.
- ☀ Coste de mantenimiento primer año: 250 euros. (IPC estimado 2,5 %).

Si consideramos la posibilidad de financiar el 80 % la inversión a través de un crédito bonificado hasta 2 puntos por la Comunidad de Madrid y gestionado a través de Avalmadrid:

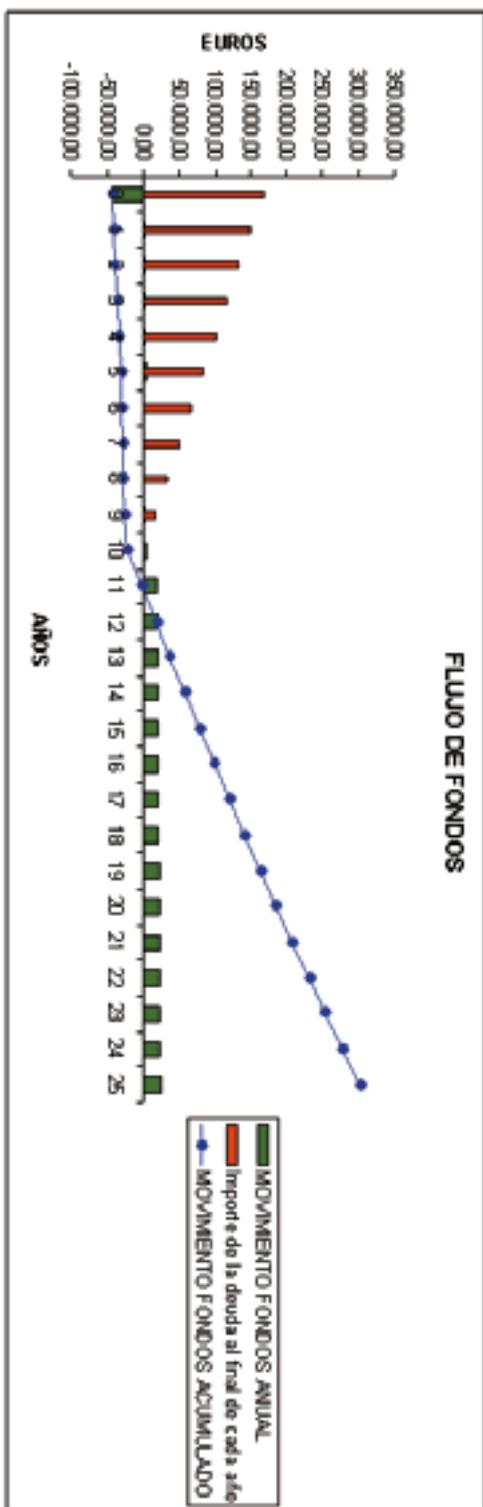
- ☀ Sería necesaria una inversión inicial de 43.300 euros + IVA.
- ☀ Recuperaríamos el IVA con la facturación de electricidad u otras actividades de la empresa.
- ☀ Los ingresos por venta de electricidad cubrirían el 100 % de la amortización del préstamo.

Después de 25 años habremos generado unos beneficios (antes de impuestos superiores a los 300.000 euros.

## Bibliografía

1. ASIF (2003): "Energía Solar Fotovoltaica en la Comunidad de Madrid. Comunidad de Madrid". España.
2. ASIF (2002-2004): "Informes anuales". España.
3. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2004): " RD 436/2004" BOE. España.





# La energía solar térmica: agua caliente sanitaria, calefacción y climatización

## 7.1. Introducción

El Sol nos regala su energía en forma de luz y calor. Hoy, una tecnología establecida, eficiente y no contaminante nos permite utilizarla para iluminar y calentar nuestras casas y negocios reduciendo los consumos energéticos para la producción de agua caliente sanitaria, la calefacción, el calentamiento de piscinas y la climatización. Su utilización se justifica no sólo en el ahorro energético y la rentabilidad del usuario sino que además contribuye al bien común: la mejora de la calidad del aire de las ciudades y del país; la rentabilidad macroeconómica por el uso de recursos propios, la generación de riqueza interna y de empleos, y la reducción de la dependencia energética externa.

Quizás hace algunas décadas, era lógico que la energía obtenida de la radiación solar no se sustituyera por la obtenida de los combustibles convencionales, debido a la ausencia de recursos técnicos y del interés en la investigación de métodos capaces de hacer competente la energía solar con la energía de los combustibles, y probablemente por la falta de mentalidad social sostenible, comprometida con el medio ambiente y los recursos naturales.

En la actualidad, el Sol es una gran fuente de energía no aprovechada en su totalidad, si bien, se han conseguido desarrollar tecnologías capaces de aprovechar la radiación solar de forma que ésta puede competir con los combustibles convencionales, para la obtención de energía térmica, sobre todo cuando se trata de producir agua caliente sanitaria con temperaturas de preparación entre 45 y 60 °C, en estos casos, la fiabilidad de las instalaciones (y de sus componentes), los ahorros conseguidos y en definitiva la amortización de éstas, han sido probadas en múltiples ocasiones.

A lo largo de los últimos tres años se ha iniciado el despertar del mercado solar térmico en España, con crecimientos que, sin llegar a las cifras de Alemania, (más de 900.000 m<sup>2</sup> de colectores solares térmicos instalados en el año 2001), empiezan a ser muy significativos al superarse en el año 2004 los 90.000 m<sup>2</sup> instalados.

Los principales mecanismos que explican este despertar solar están ligados tanto al crecimiento del interés social por la protección del medio ambiente, como a una actitud mucho más activa por parte de las Administraciones -tanto Ayuntamientos, como Comunidades Autónomas y Administración Central- que han abierto líneas de subvención mucho más generosas y que están introduciendo elementos de obligatoriedad solar dentro de las regulaciones de su competencia: las Ordenanzas Solares de los Ayuntamientos de Barcelona, Madrid, Sevilla, Burgos, etc., obligan a la instalación de sistemas de aprovechamiento solar para la producción del agua caliente en las nuevas edificaciones -y reformas integrales- de las ciudades en las que habitan más del 30 % de la población española (viviendas, hoteles, polideportivos, etc.).

Con todo ello, el impulso de los sistemas de producción de agua caliente sanitaria con energía solar térmica, genera la necesidad de definir nuevas condiciones para el diseño, ejecución y mantenimiento de las instalaciones, principalmente en el actual escenario en el que no nos encontramos con una recomendación sino con una obligación, por medio de las Ordenanzas Solares.

Las Residencias de Ancianos y Centros de la Tercera Edad, son uno de sus pilares en la utilización del Sol que realizan sus ocupantes para un desarrollo de sus actividades diarias. Estos ocupantes cada vez exigen unos niveles de calidad y de servicios superiores y entre las nuevas muestras de calidad que valoran, destaca el compromiso de la Residencia con la protección del medio ambiente. La utilización del Sol para reducir los consumos de combustible en las instalaciones de las Residencias de Ancianos representa, desde este punto de vista, no sólo una buena oportunidad de reducir la factura energética con rentabilidades atractivas, sino que además sirve de muestra del compromiso de esta tipología de instalaciones con la protección del medio ambiente. Cuando se combinan las aplicaciones solares con

otras medidas de ahorro energético (sustitución de generadores convencionales de calor, aislamiento, etc.), se consiguen unas rentabilidades especialmente interesantes.

## 7.2. Posibilidades de ahorro solar en Residencias de Ancianos

Los gastos energéticos en las Residencias de Ancianos son los gastos corrientes más significativos después de los de personal. Sin embargo, todavía hay un gran desconocimiento de las posibilidades de ahorro energético y económico ya que, normalmente, las partidas energéticas no se gestionan, ni se miden separadamente. El criterio usual de selección de los equipos e instalaciones suele ser el de minimizar la inversión inicial -eso sí, siempre garantizando la seguridad de suministro de frío y calor- sin tener muy en cuenta los consumos energéticos a posteriori.

En las Tablas 1 a 4 se muestran los valores más indicativos del informe que publicó el IDAE en 2001 sobre los consumos energéticos típicos y su distribución en las Residencias de Ancianos.

**TABLA 1.** Demanda energética tipo residencias de ancianos con aire acondicionado, piscina y de más de 300 ocupantes en el interior peninsular.

Demanda	Eficiencia de los equipos			
	Excelente	Buena	Pobre	Deficiente
Electricidad kWh/m <sup>2</sup>	< 165	166 - 200	200 - 250	> 250
Combustible kWh/m <sup>2</sup>	< 200	200 - 240	240 - 300	> 300
TOTAL kWh/m <sup>2</sup>	< 365	365 - 440	440 - 550	> 550

**TABLA 2.** Distribución de la demanda de consumo eléctrico en residencias de ancianos.

	Medio	Menos de 2000 m <sup>2</sup>	Entre 2000 y 4000 m <sup>2</sup>	Entre 4000 y 8000 m <sup>2</sup>	Más de 8000 m <sup>2</sup>	Interior peninsular	Costa
<b>Iluminación</b>	42,3 %	48,9 %	47,0 %	34,9 %	32,3 %	55,0 %	38,7 %
Climatización/Calefacción	32,5 %	35,0 %	30,8 %	31,6 %	28,9 %	26,8 %	32,6 %
Agua Caliente	8,5 %	7,3 %	6,4 %	11,2 %	8,5 %	7,4 %	8,5 %
Cocinas	8,9 %	4,6 %	8,5 %	11,0 %	10,7 %	3,4 %	9,6 %
Otros	7,6 %	4,2 %	7,2 %	11,4 %	8,0 %	7,5 %	7,8 %

**TABLA 3.** Distribución de los consumos energéticos en residencias de ancianos por aplicaciones.

	Medio
<b>Iluminación</b>	15,0 %
Climatización/Calefacción	31,0 %
Agua Caliente	24,0 %
Cocinas	27,0 %
Otros	3,0 %

**TABLA 4.** Distribución geográfica de las residencias de ancianos con bomba de calor.

<b>Costa</b>	34,5 %
Interior	19,0 %
Entre 200 – 300 h	43,0 %
Más de 300 h	23,0 %

El primer dato importante es que las Residencias de Ancianos tienen unos consumos energéticos algo menores en electricidad y en combustibles, y que la climatización, la calefacción y el agua caliente sanitaria (ACS) representan algo más del 40 % de los consumos eléctricos y alrededor del 55 % de los consumos energéticos totales. Sólo el ACS representa el 24 % del total. Las bombas de calor se están utilizando tanto para el ACS, como la calefacción y la refrigeración y principalmente en las Residencias de Ancianos de costa donde la demanda de refrigeración es la que domina en los consumos energéticos y las temperaturas invernales no suelen bajar de los 5 °C.

La tendencia que se está viendo en el tipo de equipos que se están utilizando en Residencia de Ancianos es de un retroceso de la bomba de calor frente a las calderas. En la producción de ACS, la bomba de calor está retrocediendo frente a las calderas en parte motivada por la legislación anti-legionella que obliga que la temperatura de acumulación debe ser en todo momento superior a los 60 °C y con las bombas de calor usuales, esto no es posible. Una vez que para el ACS hay que instalar una caldera, la bomba de calor para frío y calor pierde sentido - especialmente considerando el bajo COP (Coeficiente de Eficiencia Energética) que tiene la bomba de calor a temperaturas ambientes bajas- y se están montando bombas de calor sólo frío (enfriadoras).

Otra tendencia importante es el número cada vez más importante de las Residencias de Ancianos con piscina climatizada. Es importante recordar en este

contexto que la legislación sólo permite calentar las piscinas con energías residuales o con energía solar.

Con los datos y tendencias que mostramos, las opciones más claras -por orden de importancia- que se prevé para la utilización del Sol para reducir los consumos energéticos en las Residencias son:

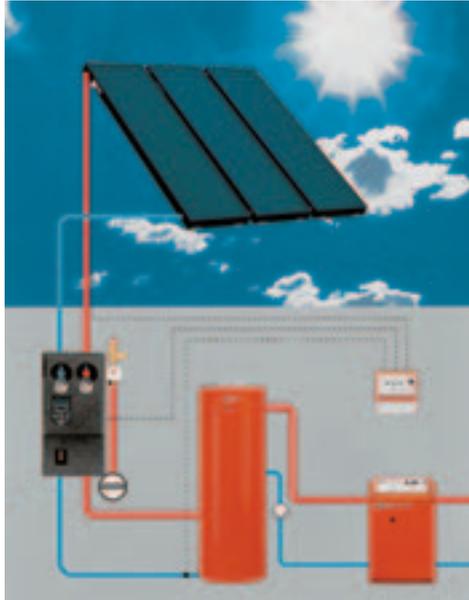
1. Producción solar de agua caliente sanitaria.
2. Climatización solar de piscinas cubiertas y descubiertas.
3. Calefacción y refrigeración solar.

## 7.3. Funcionamiento de las instalaciones solares térmicas. Componentes

Un sistema solar está constituido por el colector solar, el subsistema de almacenamiento, el de transporte de energía (tuberías, bombas, intercambiadores) y el de utilización o consumidor de la energía solar captada. En su diseño hay que tener en cuenta que, tan importante como la correcta selección de los elementos integrantes de cada subsistema, es la correcta integración de todos ellos en el sistema y la selección de las estrategias de regulación control y operación.

Con todo ello el rendimiento anual del sistema, que será función de la tecnología empleada, dependerá principalmente de los siguientes factores:

- Colector: parámetros de funcionamiento  $\eta_0$  (Eficiencia Óptica, ganancia de energía solar) y  $U_L$  (Pérdidas Térmicas).
- Caudal de diseño: bajo flujo y estratificación.
- Intercambiador: eficiencia.
- Tuberías: longitud, diámetro y aislamiento.
- Almacenamiento: volumen y estratificación.
- Control: diferencial de temperaturas, radiación, caudal variable, etc.
- Operación y seguridades: expansión, purgadores, válvula de seguridad, etc.
- Criterios de diseño.



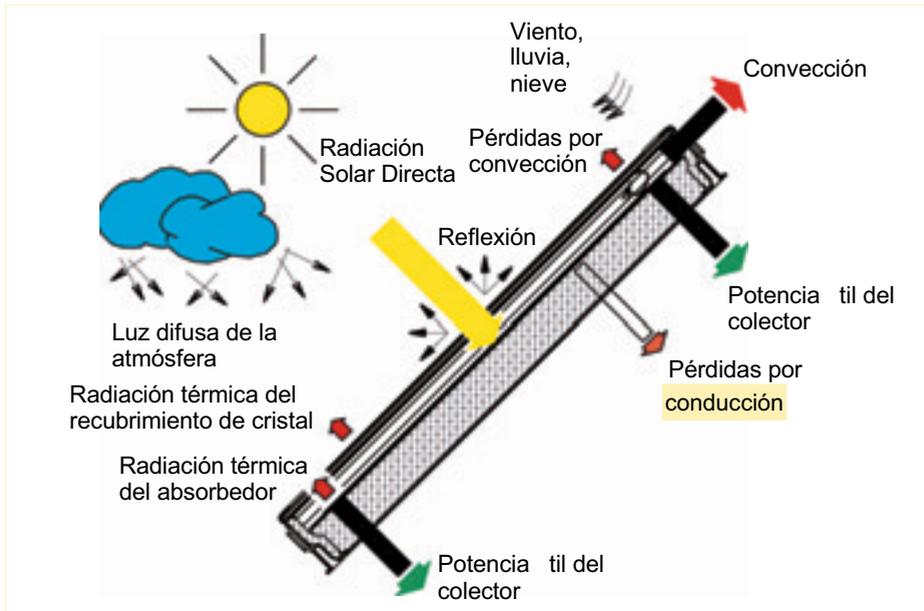
**Figura 1.** Componentes de una instalación solar.

### 7.3.1. Subsistema de Captación

El colector solar térmico es el encargado de captar la radiación solar y convertir su energía en energía térmica, de manera que se calienta el fluido de trabajo que ellos contienen.

Toda la energía que incide sobre el colector solar no puede ser considerada como energía útil, de manera que al mismo tiempo que se produce el calentamiento del fluido de trabajo, una parte de esta energía se pierde por conducción, convección y radiación, generándose un balance energético entre la energía incidente (en forma de radiación solar) y las pérdidas térmicas, obteniendo como resultado una potencia útil del colector solar.

Estas pérdidas de calor crecen con la temperatura del fluido de trabajo, hasta que llega un momento de equilibrio en el que se cumple que la energía captada es igual a las pérdidas, alcanzándose en ese momento la temperatura de estancamiento del colector. En la mayoría de los colectores esta temperatura de estancamiento o de equilibrio se alcanza a unos 150 - 200 °C.



**Figura 2.** Balance energético en un colector solar.

Con todo ello y teniendo en cuenta la ecuación de la curva que define el rendimiento de un colector solar, Fig. 3, se deduce que nos interesa hacer trabajar el colector a la temperatura más baja posible, siempre que ésta sea suficiente para la utilización específica en cada caso.

$$\eta = \eta_o - k_1 \cdot \frac{\Delta T}{E_g} - k_2 \cdot \frac{\Delta T^2}{E_g}$$

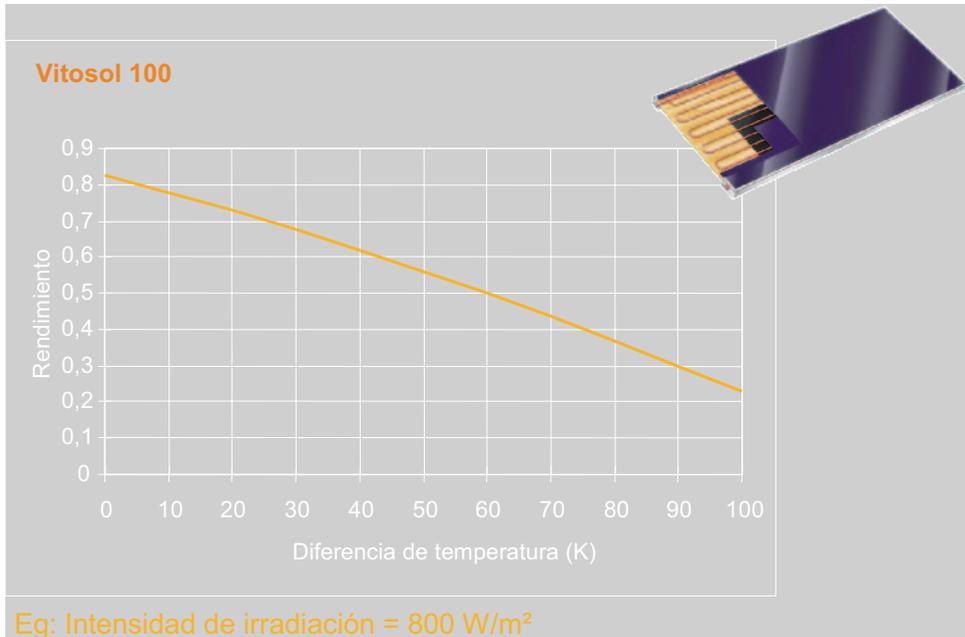
$\eta$	= Rendimiento (Eficiencia).
$\eta_o$	= Rendimiento Óptico (eficiencia óptica).
$k_1, k_2$	= Pérdidas Térmicas; engloba pérdidas por conducción, convección y radiación.
$\Delta T$	= Diferencial de Temperaturas (entre la temperatura media de trabajo del colector y la temperatura ambiente, °C)
$E_g$	= Radiación solar, W/m <sup>2</sup> .

**Figura 3.** Ecuación de la curva de rendimiento de un colector solar.

Los colectores solares son el corazón de cualquier sistema de utilización de la energía solar: absorbe la luz solar y la transforma en calor. Los criterios básicos para seleccionarlo son:

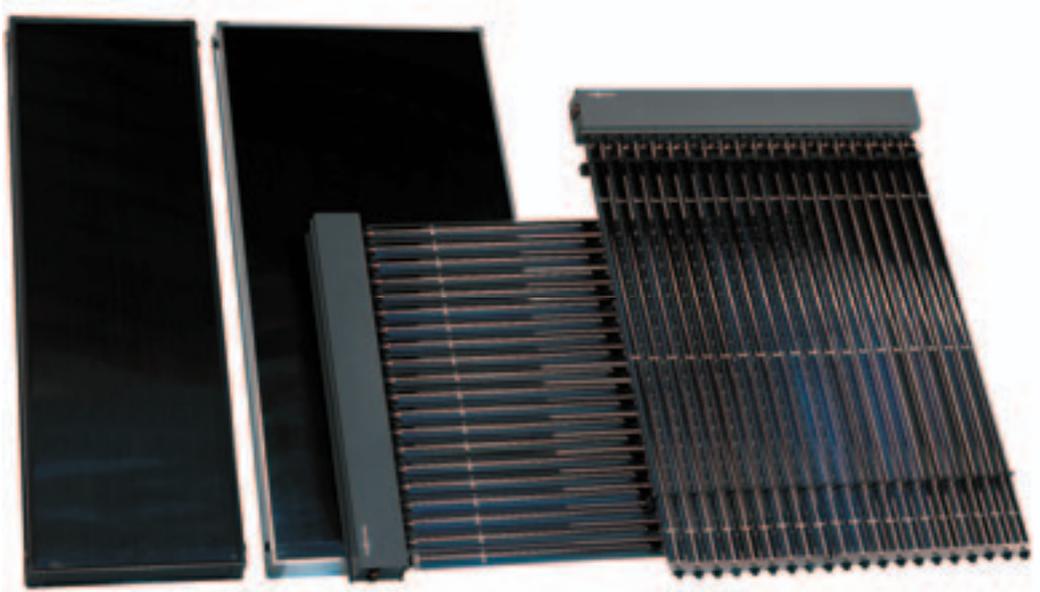
- ☀️ Productividad energética a la temperatura de trabajo y coste.

- ☀ Durabilidad y calidad.
- ☀ Posibilidades de integración arquitectónica y
- ☀ Fabricación y reciclado no contaminante.



**Figura 4.** Curva de rendimiento de un colector solar de alta eficiencia.

Dependiendo de la aplicación, el tipo de colector solar que hay que utilizar varía. Para aplicaciones que requieren un fluido a baja temperatura (<100 °C) los sistemas con colectores de placa plana son los más utilizados, seguidos por los tubos de vacío, Fig. 5. Los colectores de tubos de vacío se distinguen de los colectores planos por sus menores pérdidas térmicas -mayor rendimiento- al encerrarse el absorbente solar en una cápsula de vidrio de la que se extrae el aire y sus mayores posibilidades de integración arquitectónica. La diferencia de productividad energética entre los diferentes tipos de colectores planos viene dada por las diferencias en las propiedades ópticas de los recubrimientos de sus absorbentes y por las características y espesores de los aislamientos térmicos. Las diferencias en durabilidad y calidad surgen de los materiales empleados y, en especial, de la junta de estanqueidad que une la cubierta de vidrio del colector con el marco y de la resistencia del material de aislamiento térmico al apelmazamiento por las condensaciones internas del colector.



**Figura 5.** Ejemplos de tecnología.

Al igual que ocurre con las calderas, la utilización de colectores más eficientes tiene una influencia mucho más significativa en la productividad anual que la que se puede deducir de la comparación directa de los rendimientos instantáneos (relación entre el calor extraído del colector en un momento dado y la radiación solar disponible en ese momento). Además, se pueden encontrar reducciones significativas en los costes del resto de los elementos del sistema solar ya que para un mismo aporte solar hacen falta instalar menos m<sup>2</sup> de colectores y se puede trabajar a temperaturas más altas sin repercusión en el rendimiento (bombas, tuberías, almacenamiento, intercambiadores, etc., más pequeños).

Desde el punto de vista de la integración arquitectónica, una ventaja que tienen los colectores de vacío de absorbente plano es que permiten una mayor flexibilidad de montaje. Así, los tubos de vacío con absorbente plano se pueden instalar en una superficie horizontal o vertical y girar los tubos para que su absorbente esté a la inclinación adecuada.

### 7.3.2. Subsistema de Acumulación

El Sol es una fuente de energía que no podemos controlar, su producción nos llega de forma continuada durante una media de 12 horas al día, a razón de 1400-1800 kWh/m<sup>2</sup> año, lo que equivale a que por cada m<sup>2</sup> recibimos la energía obtenida de quemar unos 165-200 litros de gasóleo; esto es, con la energía solar que llega en 5 m<sup>2</sup> podríamos suplir las necesidades térmicas anuales para acondicionar una casa de 100 m<sup>2</sup>.

Pero esta energía no nos llega en el preciso momento en que la necesitamos, sino repartida durante todas las horas de sol. Opuesta a esta producción nos encontramos con los perfiles de consumo de las instalaciones, que variarán en función de su uso. Por ejemplo, en las instalaciones de ACS en viviendas tendremos dos-tres picos de consumo al día, en las instalaciones de calefacción el horario de funcionamiento normalmente comenzará después de las 12 del mediodía y sólo durante el invierno, etc.

Para conseguir acoplar la producción del sistema solar con el consumo de la instalación siempre nos hará falta una acumulación de energía solar. Esta acumulación tendrá mayor o menor volumen en función de dos factores principales:

- ☀ En nivel de cobertura con energía solar de la demanda de la instalación.
- ☀ El perfil de consumo de la instalación.

Cuanto mayor sea el nivel de cobertura, mayor tendrá que ser esta acumulación. La mayor heterogeneidad del perfil de consumo también hará que sea necesaria una acumulación mayor.

El cálculo del volumen de acumulación solar adecuado para cada instalación tiene una gran importancia, porque de este volumen va a depender en gran medida el rendimiento de todo el sistema solar. Para calcular el volumen exacto de acumulación solar en una instalación habrá que hacer un análisis de sensibilidad, analizando el rendimiento del sistema solar con diferentes volúmenes

de acumulación y comparando el beneficio de su utilización con la inversión inicial necesaria.

Otro factor de gran influencia en el rendimiento del sistema solar será la estratificación térmica de la acumulación solar, a mayor estratificación mayor será el rendimiento de la instalación solar. La estratificación térmica de la acumulación hace posible que la temperatura de entrada al colector solar sea lo más baja posible, lo que mejora su rendimiento. Esta estratificación se puede conseguir en mayor o en menor grado en función de las medidas de diseño que se tomen. Como medidas básicas se deben adoptar las siguientes: utilización de depósitos verticales y conexión en serie de las batería de depósitos. Una estratificación mayor se puede conseguir mediante diseños más sofisticados, funcionamiento a bajo flujo del circuito primario solar con caudal variable o depósitos especialmente diseñados para favorecer la estratificación térmica.

Una de las consecuencias más importantes de la necesidad de acumulación de energía con los sistemas solares es que el cálculo del sistema solar siempre se tiene que hacer en función de la energía demandada y no de la potencia. Esto implica un cambio en el cálculo clásico de las instalaciones, que normalmente se hace basándose en potencias y demandas máximas (el peor día del invierno, etc.) y no basándose en consumos medios diarios como es el caso del diseño solar.

### 7.3.3. Subsistema de Intercambio

La mayoría de los sistemas solares térmicos son de circuito indirecto. Por lo que existe un sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume.

Los circuitos indirectos, es decir, instalaciones con dos circuitos, uno primario (captadores solares, que funcionan como un generador de calor; el sistema de bombeo; el sistema de intercambio, que transmite la energía producida al almacenamiento; y el sistema de expansión y seguridad) y otro secundario (acumulador solar y sistema de bombeo), son de obligada utilización en zonas con

riesgo de heladas (el circuito primario se llena con un líquido anticongelante) o zonas en las que la calidad del agua sea baja, aguas duras, con riesgo de incrustaciones calcáreas.

### 7.3.4. Subsistema de Regulación y Control

Se encarga de asegurar el correcto funcionamiento de la instalación solar. Las estrategias de regulación y control no son complejas, de manera que suelen consistir en el de marcha -paro de una bomba en función de un diferencial de temperatura establecido en la regulación- y en el de control de la temperatura de un acumulador (termostato de seguridad o máxima), en instalaciones complejas, mediante el sistema de regulación y control podemos realizar múltiples operaciones mejorando el rendimiento de éstas.



**Figura 6.** Regulación solar Vitosolic 100 y 200.

### 7.3.5. Subsistema de Energía Auxiliar o Convencional

Todas las instalaciones solares térmicas han de incluir un sistema de apoyo convencional, para cubrir las necesidades de los usuarios durante los períodos en que el sistema solar no pueda cubrir toda la demanda, por los siguientes motivos:

por causas climáticas (menor radiación), o de aumento de consumo sobre el previsto inicialmente, es decir, que la demanda media anual calculada no coincide con la diaria.

Es muy importante que la instalación solar trabaje en sintonía con el resto de la instalación del edificio para garantizar el correcto funcionamiento y el máximo aprovechamiento -ahorro energético- del sistema en su conjunto.

El sistema de apoyo siempre tiene que estar dimensionado como si el sistema solar no existiese, ya que la función principal del sistema auxiliar será la de cubrir los picos de demanda, incluso en los momentos en los que la aportación del sistema solar sea insuficiente.

En la mayor parte de los casos el método más sencillo y eficiente para realizar la integración es conectar en serie la producción de dos generadores diferentes, por un lado, se tendrá el sistema solar y, por otro, el sistema de apoyo convencional.

Independientemente de la tipología de sistema convencional utilizado, es muy importante la posición relativa de éste; las distintas opciones que se pueden encontrar son:

- ❁ **Inmerso en el acumulador solar**, para esta configuración existen dos posibilidades en función del tipo de energía convencional utilizada, es decir, resistencia eléctrica (de menor eficiencia en tanques monovalentes) o gas natural, GLP, gasóleo, etc., mediante otro serpentín sumergido en la parte superior del acumulador (mayor eficiencia en tanques bivalentes esbeltos, en los que la estratificación se mantenga, de manera que la caldera sólo debe poder actuar sobre el 50 % del volumen del tanque).
- ❁ **En serie con el acumulador solar**: con esta configuración el sistema de energía convencional ha de ser modulante por temperatura y resistir entradas de agua precalentada entre 60-70 °C de temperatura. El rendimiento es el más alto ya que no afecta a la temperatura de entrada a los colectores, además de poder modular el consumo de energía

convencional en función de la temperatura de entrada a la caldera mural, mayor eficiencia.

- **En paralelo con el acumulador solar:** es la tipología más usual en sistemas domésticos termosifónicos, **conexión menos eficiente** ya que no se aprovecha el agua precalentada solar, sería un todo-nada. Estas calderas no aceptan agua precalentada.
- **Inmerso en acumulador en serie con acumulador solar:** con esta configuración se puede aprovechar el precalentamiento del agua solar (aún no a la temperatura de consumo) con el consiguiente ahorro energético, **conexión más eficiente**. El acondicionamiento del acumulador convencional se realizará con caldera de gas, gasóleo, GLP o incluso con resistencia eléctrica (menor eficiencia).

## 7.4. Principales aplicaciones de la energía solar térmica

El objetivo básico del diseño de un sistema de aprovechamiento solar ha de ser el de suministrar al usuario una instalación solar que, dentro de las restricciones de costes:

- Maximice el ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto de equipos térmicos del edificio.
- Garantice una durabilidad y calidad suficientes.
- Garantice un uso seguro de la instalación.

Para maximizar el ahorro energético y dado que los colectores solares tienen mejor rendimiento trabajando a bajas temperaturas, es recomendable la conexión entre el sistema solar y el sistema de apoyo convencional de tal manera que el sistema solar siempre trabaje a la temperatura más baja posible. Esto nos llevará a

conectar la instalación solar en serie con el sistema de apoyo y siempre por delante de éste.

### 7.4.1. Producción de ACS con energía solar térmica

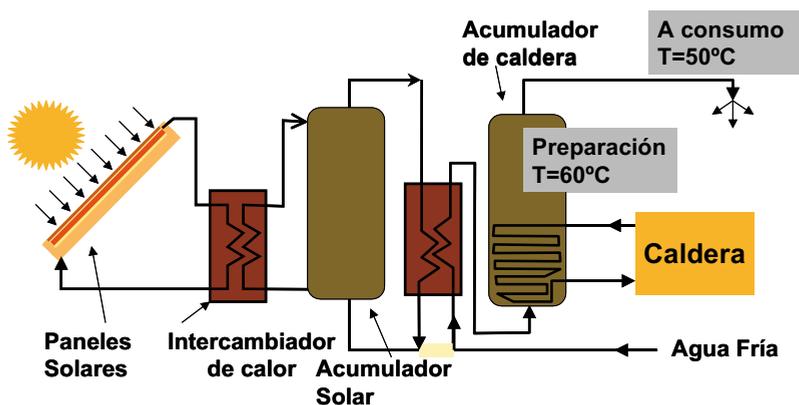
En instalaciones compartidas por varios usuarios, la producción de ACS solar será preferiblemente centralizada, es decir, un único sistema de captación, intercambio y acumulación solares.

En instalaciones de producción de ACS esto significará que la acumulación de agua calentada por el sistema solar se conectará a la entrada de agua fría de la instalación. El agua precalentada por el sistema solar pasará después, según se produzca el consumo, al sistema de calentamiento convencional (interacumulador calentado con caldera, calentador instantáneo modulante, termo eléctrico, etc.).

En este tipo de esquema existe un primer depósito en el que entra directamente el agua de red y que es calentado por el sistema solar, el depósito calentado por caldera es colocado en serie, siendo su entrada la salida del depósito solar. Para instalaciones con consumos de 1.000 a 3.000 l/día el esquema se suele resolver mediante interacumuladores, tanto para el sistema solar como para el convencional. En sistemas con consumos mayores de 5.000 l/día la acumulación solar se resuelve normalmente mediante acumuladores e intercambiador de placas externo. Para consumos mayores suele ser interesante realizar la acumulación solar en circuito cerrado mediante dos intercambiadores de placas, de este modo se economiza sensiblemente la inversión inicial en acumulación solar al poder utilizar tanques de acero al carbono sin recubrimiento.

En la Fig. 7, se muestra un esquema tipo de ACS solar, si bien en este caso se han separado los circuito de agua de consumo y de extracción de agua caliente solar mediante un intercambiador para evitar la necesidad del tratamiento anti-legionella en el acumulador solar.

A continuación se analizan algunas de las configuraciones básicas que se pueden aplicar para la conexión del sistema solar con la instalación convencional.



**Figura 7.** Sistemas de ACS con intercambiadores separados e intercambiador entre el acumulador solar y de caldera.

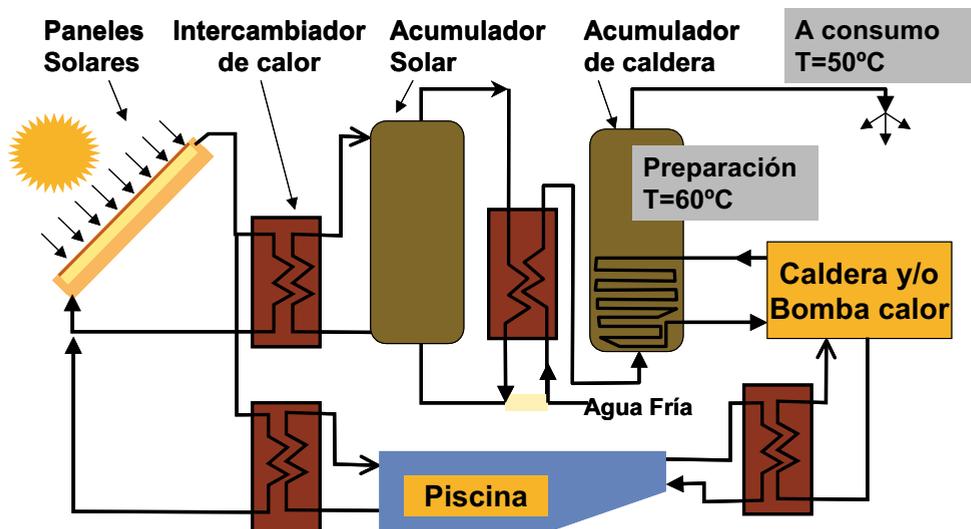
## 7.4.2. Producción de ACS y climatización de piscinas con energía solar térmica

Una de las aplicaciones más interesantes y eficientes de utilización de la energía solar es el calentamiento de piscinas ya que las temperaturas requeridas son bajas y las demandas energéticas muy grandes. En el caso de piscinas cubiertas es usual el instalar como sistema de calentamiento una combinación de bomba de calor y caldera. La bomba de calor sirve como mecanismo de control de la humedad del recinto, recuperando la entalpía del aire de renovación para aportar calor al ambiente y al vaso de la piscina. En este caso, la instalación solar siempre se ha de montar en serie con la caldera, pero en paralelo con la bomba de calor - para no empeorar su rendimiento ni pararla por sobretemperatura- dando prioridad al mantenimiento de las condiciones de confort -temperatura y humedad- en la piscina. En la Fig. 8 se muestra un esquema tipo para esta aplicación.

## 7.4.3. Conexión al retorno de los sistemas de calefacción con energía solar térmica

En sistemas de calefacción, y en general en circuitos cerrados, la conexión del sistema solar ha de hacerse donde se encuentre la temperatura más baja del

circuito. Normalmente este punto es el retorno de la instalación. En la Fig. 9 se muestra el esquema tipo: el retorno de calefacción se hace pasar por los tanques solares cuando los acumuladores solares están más calientes que el retorno y de esta manera precalentamos el retorno y ahorramos combustible en la caldera.



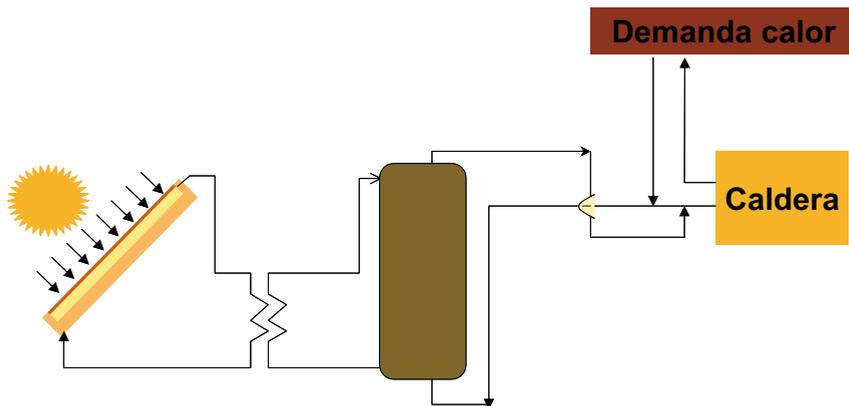
**Figura 8.** Esquema tipo de aplicación solar para ACS y Piscina.

Si bien está bastante claro que el punto de conexión del sistema solar debe ser siempre el punto más frío de la instalación de calefacción, en ocasiones hay que hacer un análisis cuidadoso de la instalación para poder determinar cuál es este punto. En instalaciones clásicas en las que existe un único colector de impulsión y otro de retorno, el punto de conexión del sistema solar será siempre entre el colector de retorno y la caldera. Para hacer la conexión, la solución más sencilla es colocar una válvula de tres vías diversora que obligue al agua de retorno de la calefacción -cuando el retorno esté más frío que los tanques solares- a circular por la acumulación solar, donde será precalentado con la energía acumulada, para volver a entrar en la caldera a continuación.

En instalaciones de calefacción más complejas decidir el punto exacto de conexión del sistema solar a calefacción puede ser menos inmediato. Por ejemplo, si existe un distribuidor menor formado por colector de impulsión y colector de

retorno conectados a un colector corrido, el lugar más indicado para conectar la instalación solar no sería entre el colector corrido y el retorno de caldera, ya que este punto del retorno puede llegar a estar a una temperatura elevada. En este caso habría que conectar el sistema solar entre el colector menor de retorno y el colector corrido.

Además del correcto conexionado de los dos sistemas de producción, otro elemento muy importante para un buen rendimiento de los sistemas de calefacción con energía solar es el elemento de distribución del calor. Los sistemas solares tendrán mejor rendimiento con aquellos sistemas que trabajan con temperaturas de retorno más bajas, suelo radiante, *fan-coils*, sistemas de radiadores dimensionados para temperatura de impulsión de 60 °C o inferior, etc.; en ese sentido el trabajar con calderas que puedan trabajar con temperaturas de retorno más bajas (calderas de baja temperatura o condensación) siempre simplifica el funcionamiento de la instalación en su conjunto, aparte de, por supuesto, conseguir un ahorro energético global mucho mayor.



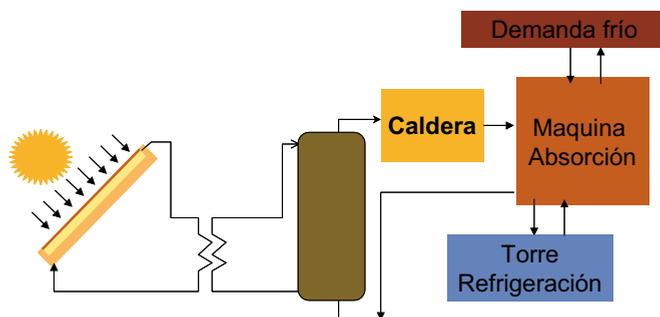
**Figura 9.** Esquema tipo de aplicación solar para Calefacción y ACS.

## 7.5. Conexión al retorno en sistemas de absorción con energía solar térmica

Para la aplicación del sistema solar a la producción de frío se utilizan máquinas de absorción con unas temperaturas de trabajo de 80-90 °C. Para

suministrar energía a estas temperaturas a la máquina de absorción se puede conectar el equipo al distribuidor de caldera como un consumidor más en la instalación. Conectando la máquina al distribuidor de calefacción el apoyo del sistema solar se podrá aplicar tanto a la producción de frío como al apoyo de calefacción de forma sencilla y natural, la única diferencia entre la temporada de calefacción y de refrigeración para el sistema solar será la temperatura de retorno en cada época.

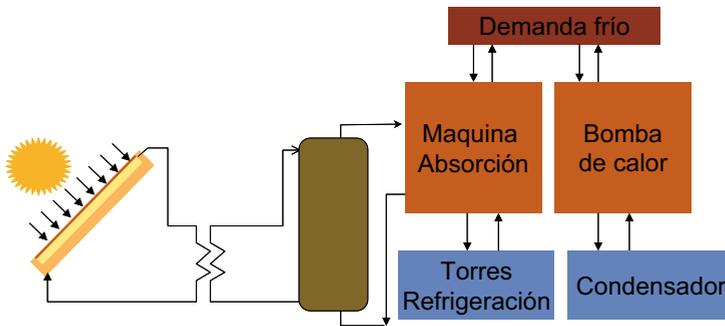
Este sistema de conexión de la máquina de absorción con el sistema solar es especialmente aconsejable en instalaciones en el que el único generador de frío es la máquina de absorción, Fig. 10.



**Figura 10.** Esquema tipo de aplicación solar para refrigeración con sólo máquina de absorción.

Teniendo en cuenta que las máquinas de absorción utilizables con energía solar presentan COP bajos, del orden de 0,65, a pesar de las diferencias de coste entre el kWh térmico producido por gas o gasóleo para alimentar la máquina de absorción y el kWh eléctrico (de 2 a 3 veces más caro) para alimentar la bomba de calor, como el COP en frío de las bombas de calor suele ser superior a 3 y las inversiones iniciales suelen ser bastante inferiores, la mayoría de las residencias suelen elegir bombas de calor para cubrir sus necesidades de frío. Desde ese punto de vista cuando se decide instalar una instalación solar para climatización mediante máquina de absorción, los consumos en las residencias suelen ser lo suficientemente altos para que además de la máquina de absorción se instalen bombas de calor (enfriadoras) para la producción de frío. En este caso la producción de frío mediante energía solar se realiza mediante la conexión directa del sistema solar a una máquina de absorción que solamente trabaja con energía

solar, Fig. 11, ya que no es interesante -ni desde un punto económico, ni medioambiental- el utilizar combustible en la máquina menos eficiente.



**Figura 11.** Esquema tipo de aplicación solar para refrigeración con máquina de absorción y apoyo de bomba de calor: modo frío.

## 7.6. Caso ejemplo: residencia de ancianos con energía solar para la producción de ACS

### 7.6.1. Objetivo

El fin de este caso es mostrar el potencial que la instalación de ACS de la Residencia de Ancianos Virgen del Pilar de Boadilla del Monte tiene para mejorar el medio ambiente aprovechando la energía solar, de una manera económica y con garantía de mantener sus niveles de confort, para la solicitud de las subvenciones concedidas por la Comunidad de Madrid.

### 7.6.2. Selección de opciones

Siguiendo las indicaciones de la Propiedad se han analizado las opciones existentes para integrar la energía solar en el sistema de producción térmica de la Residencia de Ancianos con el claro objetivo de reducir en la medida de lo posible las emisiones contaminantes reduciendo su consumo energético.

Después de analizar las necesidades energéticas, el dimensionado de la instalación solar ha venido limitado por el espacio disponible y las demandas estimadas: la superficie calculada es de 50 m<sup>2</sup> de colector plano de alta tecnología Vitosol 100. La opción con colector plano:

- ☀ Maximiza el aporte solar global, con la consecuente reducción de emisiones contaminantes.
- ☀ Es la opción más eficiente desde un punto de vista energético.
- ☀ Es la opción más estética y por tanto con mayores posibilidades de impactar en la opinión pública, promoviendo así la implementación en Madrid de la energía solar.

### 7.6.3. Características de la instalación

#### 7.6.3.1. Descripción general

Se propone una instalación con acumulación centralizada, 6000 litros en dos tanques, que reciben el calor solar por medio de un intercambiador de placas externo. Estos tanques están conectados al circuito secundario.

A continuación se indican las ventajas que presenta el esquema con el almacenamiento centralizado que se propone:

- ☀ Ahorro en fluido caloportador. Con esta configuración el circuito primario tiene el menor volumen posible, con lo que se ahorra fluido caloportador (y anticongelante).
- ☀ Aprovechamiento óptimo de la acumulación. La configuración elegida, con un tanque conectado según el esquema de la Fig. 12, favorece la estratificación térmica del almacenamiento, lo que mejora considerablemente el rendimiento solar de la instalación.

- ☀ La cesión de calor se realiza en un acumulador, de precalentamiento del agua que calientan los tanques de caldera, lo que reduce de manera importante la necesidad de aporte energético de la caldera. De hecho se recomienda que ésta permanezca completamente desconectada en verano.
- ☀ La menor necesidad de aporte energético de la caldera aumenta la capacidad de confort de la misma, ya que aumenta la capacidad de calentamiento instantáneo en los tanques convencionales.
- ☀ El tratamiento antilegionella de los tanques se realiza de forma 'gratuita' ya que es la energía solar quien lo realiza.
- ☀ El sistema de precalentamiento de los tanques da preferencia por naturaleza al ACS, con lo que se garantiza que la instalación tiene siempre su mayor rendimiento.

### 7.6.3.2. Funcionamiento del esquema hidráulico

#### Producción de ACS sin energía solar

La caldera calienta el interacumulador de ACS convencional. Por medio de la sonda de temperatura del interacumulador, la regulación de la caldera pone en marcha la bomba de circulación del circuito de caldera.

#### Producción de ACS con energía solar

##### Calentamiento del ACS

Si la Solartról M (1) detecta un diferencial de temperatura entre la sonda del colector (2) y la de los acumuladores (3) mayor al ajustado en su programación, ponen en marcha las bombas de circulación del circuito primario (4) y secundario (5), abriendo también la válvula motorizada (6), y se

produce el calentamiento de los acumuladores solares. El ACS precalentada con la energía solar en los acumuladores pasará, a medida que se produzca el consumo, al interacumulador convencional, donde se termina de calentar mediante la caldera si es necesario.

El paro de la bomba de primario (5) se producirá cuando la diferencia de temperatura entre la sonda de colectores (2) y la de los acumuladores (3) sea menor al valor fijado en la Solartról M.

La temperatura de los acumuladores solares es limitada por el valor fijado en la Solartról M y, en caso necesario, por el termostato de seguridad (7).

Estratificación térmica, la temperatura en la parte superior del depósito supera la máxima admitida por el depósito se pondrá en marcha la bomba (19).

### 7.6.3.3. Cálculos energéticos y económicos

El planteamiento del diseño del sistema de producción de ACS ha sido garantizar el máximo confort y economía del usuario, compatible con el máximo ahorro energético y la protección del medio ambiente, cubriendo las necesidades de ACS mediante la combinación de una caldera con los colectores solares Viessmann.

La superficie de colectores solares seleccionada como óptima para cumplir las restricciones de confort, economía y protección del medio ambiente ha sido de 50 m<sup>2</sup>, colocados en la azotea.

Con esta instalación solar se ahorrarán un total de 51787 kWh/año, lo que representa un 64,2 % para ACS de la energía total necesaria, evitando la emisión de 15.536 kg de CO<sub>2</sub> y otros gases contaminantes.



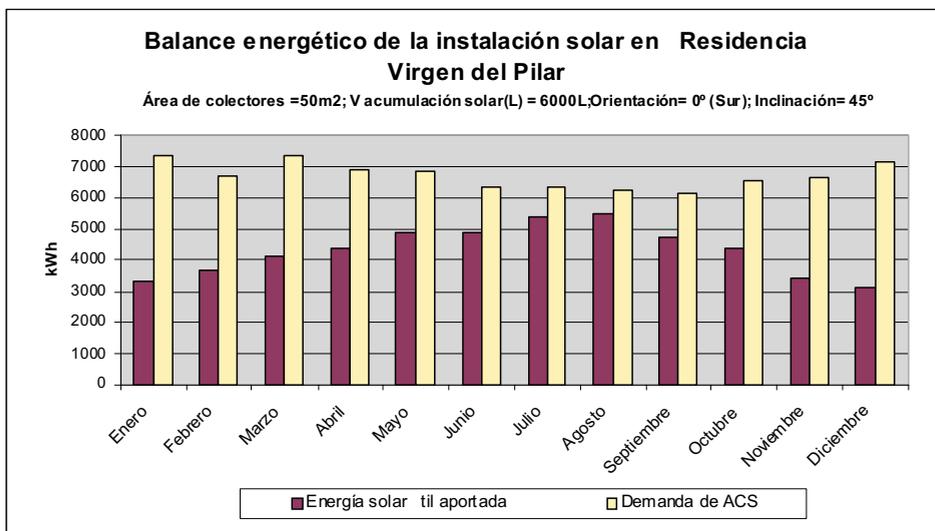
**TABLA 5.** Instalación de ACS. Aporte energético con energía Solar.

Mes	Radiación Disponible kWh	Energía solar til aportada kWh	Demanda de ACS kWh	Consumo de ACS a 45 °C m <sup>3</sup>	Grado de cobertura solar de la demanda %
Enero	5840	3336	7359	167	45.3%
Febrero	6463	3668	6709	151	54.7%
Marzo	7280	4118	7349	167	56.0%
Abril	7921	4376	6907	162	63.4%
Mayo	9067	4882	6848	167	71.3%
Junio	9029	4904	6347	162	77.3%
Julio	9844	5413	6347	167	85.3%
Agosto	9617	5483	6272	167	87.4%
Septiembre	8133	4735	6150	162	77.0%
Octubre	7660	4373	6571	167	66.5%
Noviembre	5922	3397	6641	162	51.1%
Diciembre	5416	3101	7150	167	43.4%
<b>Anual</b>	<b>92191</b>	<b>51787</b>	<b>80651</b>	<b>1971</b>	<b>64.2%</b>
Nº Paneles	Vitсол 100=	20	Consumo ACS (m <sup>3</sup> /día)	5.4	
m <sup>2</sup> totales=		50	V acumulación solar(L) =	6000	
Orientación=		0° (Sur)	Potencia de Intercambio (kW)=	30	
Inclinación=		45°			

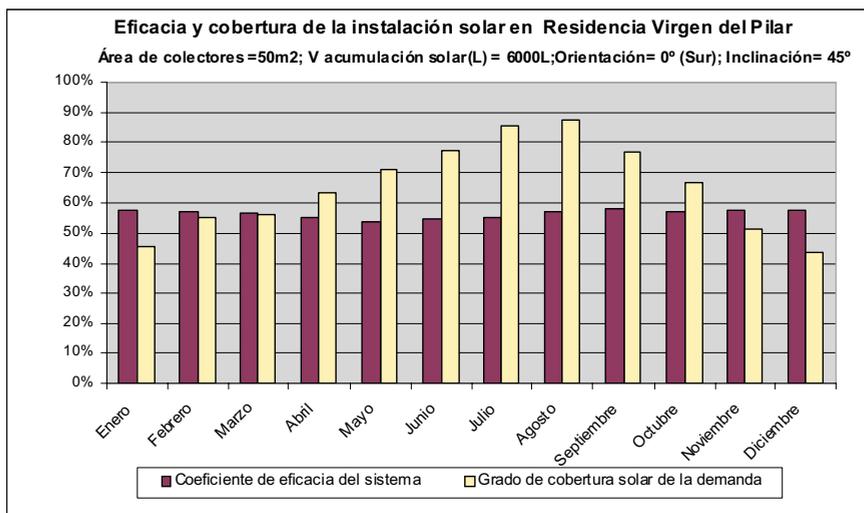
  

Captación solar por m <sup>2</sup> de colector	1036	kWh/m <sup>2</sup> año
CO <sub>2</sub> evitados	15536	kg/año

\*Fuente kg/año CO<sub>2</sub> evitados: EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook (SNAP-97)



**Figura 13.** Balance energético de la instalación solar en Residencia Virgen del Pilar.



**Figura 14.** Eficacia y cobertura de la instalación solar en Residencia Virgen del Pilar.

### 7.6.3.4. Ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub>

La instalación del sistema solar en la Residencia de Ancianos, además de ahorro energético, producirá una gran reducción de las emisiones producidas al entorno. En la siguiente tabla se presenta el cálculo de los kg de CO<sub>2</sub> que se dejarán de emitir gracias al sistema solar.

Combustible	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> (*) (kg/GJ)	Energía Solar til (kWh/año)	CO <sub>2</sub> evitados (kg/año)
Gasóleo	75	51787	15536

(\*)Fuente: EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook (SNAP-97).

## 7.7. Resumen de los beneficios de solarizar una Residencia de Ancianos

Los principales beneficios son:

- Reducir la factura energética.
- Pagar las inversiones con parte de los ahorros.
- Mejorar el medio ambiente urbano.
- Mejorar la imagen de la Residencia: la Residencia como promotor del uso racional de la energía y de la innovación.

Los principales factores que están limitando su desarrollo son:

- Bajo coste de la energía convencional.
- Falta de contabilidad de costes energéticos.

y los que lo están favoreciendo:

- Preocupación medioambiental.
- Las demandas energéticas son grandes y en fase con la disponibilidad del Sol, lo que nos lleva a instalaciones solares eficientes y con rentabilidades muy interesantes especialmente al contabilizar los beneficios ambientales y de imagen pública.