

# Guía de Ahorro y Eficiencia Energética



## En Oficinas y Despachos

Madrid Vive Ahorrando Energía



Dirección General de Industria,  
Energía y Minas

CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y CONSUMO

**Comunidad de Madrid**

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



La Suma de Todos



# Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Oficinas y Despachos



Madrid **Ahorra** con Energía

Madrid, 2007



Esta Guía es descargable en formato pdf desde la sección de publicaciones de las páginas web:

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

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

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

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

**Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid**  
[dgtecnico@madrid.org](mailto:dgtecnico@madrid.org)

**Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid**  
[fundacion@fenercom.com](mailto:fundacion@fenercom.com)

Depósito Legal: M. 46.900-2007

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

# Presentación

La Comunidad de Madrid se caracteriza por una importante implantación del sector servicios, motivada por la gran actividad económica que se desarrolla en la Región.

La existencia de un gran número de empresas, así como de otro tipo de sociedades mercantiles, da lugar a numerosas oficinas y despachos que configuran el lugar de trabajo habitual de miles de personas.

El consumo de energía en las mismas constituye una partida importante del gasto de funcionamiento, derivado de los consumos en climatización, iluminación, equipos ofimáticos, etc.

La evolución de este sector está íntimamente relacionada con la capacidad del mismo para identificar las posibilidades de mejora en su gestión, siendo dos las líneas estratégicas en materia de energía: la optimización de los contratos energéticos y la adecuación de las instalaciones para reducir el consumo energético.

Por otra parte, en la estrategia energética de la Comunidad de Madrid juega un papel central la promoción de la eficiencia energética y de la utilización de energías renovables, al objeto de minimizar el impacto ambiental que supone el uso de energía, aumentar la competitividad de las empresas madrileñas e incrementar el grado de autoabastecimiento de la Región. Esta estrategia está en línea con los objetivos de la política energética nacional y europea, y con el cumplimiento de los compromisos internacionales, singularmente el Protocolo de Kyoto.

Por ello, la Consejería de Economía y Consumo ha decidido publicar esta Guía para informar a los empresarios y a otros profesionales relacionados con el sector servicios 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



# Autores

- Capítulo 1. **Auditorías energéticas. Metodología**  
S3 Energía. Auditorías Energéticas  
[jisasa@las.e.telefonica.net](mailto:jisasa@las.e.telefonica.net)
- Capítulo 2. **Medidas para la eficiencia energética en garajes y aparcamientos**  
Endesa. Dirección Empresas. Marketing Empresas.  
[www.endesa.es](http://www.endesa.es)
- Capítulo 3. **Ahorro de energía eléctrica en el alumbrado**  
Phillips División Comercial Alumbrado  
[www.philips.es](http://www.philips.es) / [www.alumbradoymedioambiente.es](http://www.alumbradoymedioambiente.es)
- Capítulo 4. **Sistemas de lavado y 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 oficinas y despachos**  
D. José J. Vilchez. 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. **La automatización y el control aplicados a oficinas y despachos**  
CEDOM  
Asociación Española de Domótica  
[www.cedom.org](http://www.cedom.org)
- Capítulo 7. **Sistemas de aislamiento térmico**  
Saint Gobain Cristalería S.A.  
Beatriz Sirvent / Eduardo de Ramos  
[www.saint-gobain-glass.com](http://www.saint-gobain-glass.com)  
Carlos Roderó Antúnez  
[www.isover.net](http://www.isover.net)
- Capítulo 8. **Ascensores de última generación**  
ZARDOYA OTIS, S.A.  
[www.otis.com](http://www.otis.com)
- Capítulo 9. **Diagnósticos energéticos de edificios**  
Dña. Sara M<sup>a</sup> Fernández Quintano  
Departamento de Medio Ambiente  
MAPFRE, S.A.  
[www.mapfre.com](http://www.mapfre.com)



# Índice

Capítulo 1. Auditorias energéticas. Metodología	17
1.1. Introducción	17
1.2. Reflexiones Previas	18
1.3. Eficiencia energética	20
1.4. Rentabilidad económica	21
1.5. Consumidores de energía en Oficinas y Despachos	22
1.6. Factores determinantes del gasto energético	23
1.6.1. Utilización	23
1.6.2. Mecanismos de Gestión y Control	25
1.6.3. Compras de Material. Sustitución y Mantenimiento	26
1.6.3.1. Iluminación	26
1.6.3.2. Equipos Ofimáticos	27
1.6.4. Mantenimientos	28
1.6.5. Eficiencia de los equipos	29
1.6.6. Eficiencia de los sistemas	30
1.6.7. Contratación	31
1.6.7.1. Término de potencia	32
1.6.7.2. Término de energía	32
1.6.7.3. Energía reactiva	33
1.6.7.4. Discriminación horaria	33
1.7. Conclusiones	33
Capítulo 2. Medidas para la eficiencia energética	35
2.1. Introducción	35
2.2. Optimización tarifaria	37
2.2.1. Mercado Liberalizado: Gas y Electricidad	37
2.3. Optimización de instalaciones	38
2.3.1. Estudio del consumo	38
2.3.1.1. Consumo de energía en oficinas y despachos	38
2.3.1.2. Distribución del consumo energético	39
2.3.2. Parámetros de eficiencia energética	40
2.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en oficinas	41
2.3.3.1. Iluminación	42

2.3.3.2. Calefacción y aire acondicionado	49
2.3.4. Gestión y mantenimiento energéticos	54
2.3.4.1. Mantenimiento	54
2.3.4.2. Sistemas de Gestión	55
2.3.5. Eficiencia energética de edificios. Análisis de la Directiva 2002/91/CE	56
2.3.5.1. Certificado de eficiencia energética	57
2.3.5.2. Inspección de calderas y de los sistemas de aire acondicionado	58
2.4. Conclusiones	59
Capítulo 3. Ahorro de energía eléctrica en el alumbrado	63
3.1. Introducción	63
3.1.1. Antecedentes	63
3.1.2. Alumbrado en oficinas y despachos	64
3.2. Directivas, Códigos, Leyes y Reglamentos sobre la Eficiencia Energética	66
3.2.1. Código Técnico de la Edificación (CTE)	66
3.2.2. Norma UNE 12464.1: Norma Europea sobre la iluminación para interiores	83
3.2.3. Real Decreto 208/2005, relativo a la Directiva RAEE sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos	87
3.2.4. RoHS. Directiva sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos	89
3.2.5. Real Decreto 838/2002. Requisitos de eficiencia energética de los balastos para lámparas fluorescentes	91
3.3. Cómo se puede ahorrar energía en instalaciones de alumbrado	95
3.3.1. Fase de Proyecto	97
3.3.1.1. La predeterminación de los niveles de iluminación	97
3.3.1.2. Elección de los componentes de la instalación	99
3.3.1.3. Elección de sistemas de control y regulación	104
3.3.2. Ejecución y explotación	105
3.3.2.1. Suministro de energía eléctrica	105
3.3.2.2. Cumplimiento de los niveles proyectados	105
3.3.2.3. Respeto de las soluciones y sistemas proyectados	106
3.3.2.4. Establecimiento de los encendidos y apagados	106
3.3.2.5. Regulación de los niveles de luz artificial	106
3.3.3. Mantenimiento	107
3.3.3.1. Previsión de operaciones programadas	107
3.3.3.2. Respeto a la frecuencia de reemplazo de los componentes	109

3.3.3.3. Reemplazo llevado a cabo con componentes correctos	109
3.3.3.4. Recogida, transporte y reciclaje de los elementos sustituidos	109
3.3.4. Consejos a la hora de elegir las lámparas. Coste Total de Propiedad (CTP)	110
3.3.5. Consejos para la realización de proyectos de alumbrado en oficinas y despachos	117
3.3.5.1 Parámetros en la iluminación de oficinas	117
3.3.5.2 Tendencias en la iluminación de oficinas	118
Capítulo 4. Sistemas de ahorro de agua y energía	123
4.1. Introducción	123
4.2. ¿Por qué ahorrar agua?	125
4.2.1. Ordenanzas específicas del sector, en materia de ahorro y uso racional del agua	129
4.2.2. Objetivos de un Plan de Reducción del Consumo de Agua	133
4.3. ¿Cómo ahorrar agua y energía?	135
4.3.1. Acciones y consideraciones para ahorrar agua y energía	136
4.4. Primera medida: la optimización de las tarifas	139
4.5. Tecnologías y posibilidades técnicas para ahorrar agua y energía	142
4.6. Clasificación de equipos	145
4.6.1. Grifos Monomando tradicionales	145
4.6.2. Grifos de volante tradicionales	148
4.6.3. Grifos termostáticos	149
4.6.4. Grifos electrónicos de activación por infrarrojos	150
4.6.5. Grifos de ducha y torres de prelavado en cocinas o comedores	151
4.6.6. Grifos temporizados	153
4.6.7. Fluxores para inodoros y vertederos	155
4.6.8. Regaderas, cabezales y mangos de duchas	157
4.6.9. Inodoros (WC)	160
4.6.10. Nuevas técnicas sin agua	166
4.6.11. Pistolas de alta presión	167
4.6.12. Contadores para el control de la instalación	168
4.6.13. Tecnología para las redes de distribución	171
4.6.14. Técnicas y mejoras en los procesos de trabajo	177
4.7. Consejos generales para economizar agua y energía	178
4.8. Beneficios de este tipo de inversiones	183

Capítulo 5. Ahorro energético en la climatización de edificios de oficinas	187
5.1. Introducción	187
5.2. Diseño y utilización de las instalaciones	188
5.3. Tecnología del ciclo frigorífico aplicable al ahorro energético	196
5.3.1. Ahorro energético por el avance tecnológico en nuevos equipos	197
5.3.2. La bomba de calor: una máquina frigorífica como fuente de calor	198
5.3.3. Recuperación de Calor en sistemas de caudal variable de refrigerante	203
5.3.4. Recuperación de Calor para Producción de agua caliente en unidades de condensación por aire	205
5.3.5. Sistemas de Bucle cerrado de agua	207
5.3.6. Ahorro energético con válvulas de expansión electrónica. Economizadores	210
5.3.7. Ahorro energético con turbina de expansión	212
5.3.8. Cogeneración más unidades de producción de agua fría por ciclo de absorción	212
5.4. Utilización de sistemas de control de ahorro energético más eficaces	216
5.4.1. Gestión de componentes del sistema: cambio de modo de operación	216
5.4.2. La instrucción técnica IT 1.2.4.5: Gestión de Enfriamiento gratuito por aire exterior y Recuperación de Calor de extracción	217
5.4.3. Gestores energéticos para distribución de agua fría con múltiples enfriadoras	223
5.5. Consideraciones finales	224
Capítulo 6. La automatización y el control aplicados a oficinas y despachos	229
6.1. Introducción	229
6.2. Selección de un sistema adecuado de control	230
6.3. Descripción del sistema inmótico	231
6.3.1. Descripción del Building Management System (BMS)	231
6.3.1.1. Control de accesos	232
6.3.1.2. Control de iluminación	233
6.3.1.3. Control de los sistemas de ventilación	234
6.3.1.4. Control de las plantas de producción (frío/calor)	234
6.3.1.5. Integración del sistema de incendios	234
6.3.1.6. Integración del sistema de ascensores	235
6.3.1.7. Alarmas técnicas	235
6.3.1.8. Medición de consumos	236
6.3.1.9. Comunicación con internet	236
6.3.2. Descripción del Room Management System (RMS)	237

6.3.2.1. Control de accesos	237
6.3.2.2. Control de presencia	238
6.3.2.3. Control de la climatización	239
6.3.2.4. Control de la ventilación	240
6.3.2.5. Control de la iluminación	240
6.3.2.6. Control de persianas	241
6.3.2.7. Sistemas de alarmas	242
6.3.2.8. Interface de usuario	242
6.3.2.9. Control de consumos	243
6.4. Guía de implantación de un sistema inmótico en oficinas	243
6.4.1. Definición de las necesidades	243
6.4.2. Realización del proyecto	245
6.4.3. Ejecución del proyecto	246
6.4.4. Entrega y postventa	246
6.5. Ejemplos de sistemas inmóticos para oficinas y despachos	247
6.5.1. El sistema inmótico de la empresa ISDE	247
6.5.1.1. Building Management System (BMS)	249
6.5.1.2. Room Management System (RMS)	252
6.5.1.3. Infraestructura del sistema de control	254
6.5.1.4. Periféricos específicos de oficinas	255
6.5.2. El sistema inmótico de la empresa Ingenium	255
6.5.2.1. Building Management System (BMS)	257
6.5.2.2. Room Management System (RMS)	262
Capítulo 7. Sistemas de aislamiento térmico	265
7.1. Introducción	265
7.2. Acristalamientos	265
7.2.1. Introducción	265
7.2.2. Acristalamientos con Aislamiento Térmico Reforzado	266
7.2.2.1. Funcionamiento de vidrios de Aislamiento Térmico Reforzado	267
7.2.2.2. Valor U de un acristalamiento	268
7.2.3. Acristalamientos con Control Solar	269
7.2.3.1. Funcionamiento de un vidrio de Control Solar	269
7.2.3.2. Factor Solar de un acristalamiento	270
7.2.3.3. Carpintería / Marco de la ventana	272
7.2.4. Elección de acristalamiento y recomendaciones	273
7.2.4.1. Test de Aislamiento Térmico – Régimen de Invierno	273
7.2.4.2. Test de Control Solar – Régimen de Verano	276

7.2.4.3. Composiciones Recomendadas	279
7.2.4.4. Recomendaciones para instalar un acristalamiento sin problemas	280
7.2.5. Normativa de acristalamientos	282
7.2.5.1. Código Técnico de la Edificación	282
7.2.5.2. Certificación energética de los edificios	283
7.2.5.3. Marcado CE	284
7.3. Muros	284
7.3.1. Aislamiento por el interior: trasdosados autoportantes de placas de yeso laminado sobre perfiles metálicos y aislamiento de lana mineral (lana de vidrio / lana de roca)	285
7.3.1.1. Tipos de soporte	285
7.3.1.2. Ventajas	286
7.3.1.3. Limitaciones	286
7.3.1.4. Productos recomendados	287
7.3.1.5. Proceso de instalación	287
7.3.1.6. Detalles	288
7.3.1.7. Prestaciones	289
7.3.2. Aplicación de un sistema de fachada ventilada con lana mineral (lana de vidrio / lana de roca)	289
7.3.2.1. Tipos de soporte	290
7.3.2.2. Ventajas	291
7.3.2.3. Limitaciones	292
7.3.2.4. Productos recomendados	292
7.3.2.5. Proceso de instalación	293
7.3.2.6. Detalles constructivos	293
7.3.2.7. Prestaciones térmicas de los sistemas	294
7.3.3. Cubiertas con aislamiento por el interior: revestimientos autoportantes de placas de yeso laminado y aislamiento de lana mineral (lana de vidrio / lana de roca)	294
7.3.3.1. Tipos de soporte	295
7.3.3.2. Ventajas	295
7.3.3.3. Limitaciones	296
7.3.3.4. Productos recomendados	296
7.3.3.5. Proceso de instalación	296
7.3.3.6. Detalles constructivos	297
7.3.3.7. Prestaciones	299
Capítulo 8. Ascensores de última generación	301
8.1. Ascensores de última generación: ¿en qué consisten?	301
8.1.1. Tipos básicos de ascensores	301

8.1.2. Modos más utilizados de controlar el movimiento	301
8.1.3. Máquinas de ascensor con engranajes	302
8.1.4. Los ascensores de última generación. Máquinas de tracción directa	303
8.2. Ahorro en el consumo de energía y disminución de las emisiones de CO <sub>2</sub> a la atmósfera teniendo en cuenta el parque de ascensores instalados en edificios de oficinas y de uso público de la Comunidad de Madrid	305
8.2.1. Ahorro en el consumo de energía	306
8.2.2. Ahorro potencial teniendo en cuenta el parque de ascensores de Madrid instalados en edificios de oficinas y de uso público	309
8.2.3. Reducción de las emisiones de CO <sub>2</sub> a la atmósfera	311
8.3. Reducción de la generación de residuos contaminantes durante la vida útil del ascensor	311
8.3.1. Desglose de consumo de aceite de un ascensor con máquina convencional con engranajes	311
8.3.2. Desglose de consumo de un ascensor hidráulico	313
8.3.3. Desglose de consumo de aceite de un ascensor de última generación	313
8.3.4. Reducción de residuos contaminantes	314
8.4. Conclusión	315
Capítulo 9. Diagnósticos energéticos de edificios	317
9.1. Introducción	317
9.2. Selección de muestra representativa	317
9.3. Metodología del proceso de auditoría	318
9.4. Desarrollo de las auditorías	319
9.4.1. El consumo energético	319
9.4.2. La iluminación	321
9.4.2.1. Luminarias y lámparas	321
9.4.2.2. Sistemas de control del alumbrado	322
9.4.3. La envolvente de los edificios	323
9.4.3.1. Utilización de películas de control solar	324
9.4.3.2. Utilización de doble cristal en ventanas	325
9.4.4. Los sistemas de climatización	326
9.4.4.1. Combustión de calderas	326
9.4.4.2. Calentamiento de agua para climatización	327
9.4.4.3. Aprovechamiento del aire exterior para la climatización de edificios	327
9.4.4.4. Control de velocidad por variador electrónico de frecuencia	328
9.4.4.5. Motores eléctricos de alta eficiencia	328
9.4.5. Las termografías	328

9.4.5.1. Aplicaciones de la termografía	329
9.5. Conclusiones: Sistema de Gestión de la Energía	331

## 1.1. Introducción

La auditoria de los distintos equipos y sistemas consumidores de energía en las oficinas tiene por objeto conocer si el funcionamiento de cada uno de ellos se realiza de modo eficiente y en caso negativo definir las actuaciones necesarias para corregir la situación.

Obviamente, este conocimiento proporciona una posibilidad real de disminuir el consumo; bien, porque se consigue mejorar el grado de eficiencia de funcionamiento mediante correcciones operativas, se realizan sustituciones de los equipos poco eficientes o se establecen estrategias de uso y control que disminuyen el consumo.

En general, para mejorar la eficiencia total y en consecuencia disminuir la factura energética, se deben tener en cuenta los cuatro planos de actuación mencionados. El ahorro energético se produce, por tanto, como resultado de actuaciones sobre el conjunto y afecta tanto a los sistemas físicos como a los mecanismos de control de éstos y a las pautas prácticas de utilización

Excepcionalmente, pueden existir determinados equipos o sistemas que contribuyan por sí solos, decisivamente, al consumo total. En estos casos, una actuación concreta sobre los mismos es preferible a cualquier otra, ya que repercute directamente y de forma significativa en el ahorro total.

Esta circunstancia permite establecer una diferencia entre las auditorias de carácter general y las auditorias específicas, orientadas a conocer y corregir el funcionamiento de equipos o instalaciones concretas.

La intensidad de las actuaciones de corrección se decidirá, en función del coste de la medida que se deba aplicar, en cada caso y el beneficio obtenible por la implantación de la misma.

El estudio de la rentabilidad económica es simple y se detalla en otros manuales ya publicados por la Comunidad de Madrid. Por su potencial utilidad se reproduce en un punto de la presente guía.

## 1.2. Reflexiones Previas

Antes de comenzar la realización de una auditoria, cualquier empresa debe realizar un análisis prospectivo de las razones que existen para desarrollar un proceso de esta naturaleza.

En muchas empresas no existe una conciencia previa de que el gasto energético sea excesivo, por tanto en la reflexión organizativa de si se debe o no abordar un proceso de esta naturaleza, la conclusión puede ser negativa o cuanto menos dudosa.

Las razones para ello son de varios tipos:

- ✿ La factura energética no condiciona el desenvolvimiento de la actividad.
- ✿ No se sabe muy bien como abordar el proceso.
- ✿ Las facturas de la energía se han pagado siempre, como los impuestos, porque tienen su origen en hechos sobre los que la empresa no tiene control.
- ✿ Probablemente para conseguir alguna mejora será necesario realizar inversiones adicionales y dedicar un tiempo y un esfuerzo que afectarán al cumplimiento de otros objetivos.

Sin embargo existen argumentos importantes para que cualquier organización, con independencia de su tamaño o características alcance un buen nivel de eficiencia energética:

- ✿ El ahorro energético que puede conseguirse, de forma permanente, es en la mayoría de los casos, del orden del 10-15 %. Este ahorro disminuye los costes y mejora la competitividad de la empresa.

- ✿ El valor económico del ahorro conseguido aumentará en términos relativos durante los próximos años, ya que por distintas razones<sup>1</sup> se producirá una presión al alza sobre el precio de la energía.
- ✿ El coste de realización de la auditoría y de la implantación de las medidas correctoras se recupera rápidamente.
- ✿ Las políticas de racionalidad en el consumo de los recursos contribuyen a la mejora de los procesos internos de la empresa.
- ✿ El ahorro energético debe formar parte de los manuales de responsabilidad social corporativa de las empresas.
- ✿ Las empresas respetuosas con el medio ambiente obtienen un mayor grado de aceptación social.

En síntesis, existen razones económicas, organizativas y de responsabilidad social para que cualquier empresa realice una gestión eficiente de la energía que consume.

Previamente a la realización de una auditoría es importante:

- ✿ Mejorar la cultura general de la empresa respecto a lo que significa realizar una auditoría energética; definir los objetivos que se pretende alcanzar, los medios económicos y humanos que pueden ser necesarios y cuál es la rentabilidad esperada del proceso.
- ✿ Saber que la auditoría es sólo el primer paso del desarrollo de un sistema diferente para gestionar los consumos energéticos en la empresa. Para conseguir ahorros significativos a lo largo del tiempo la empresa debe

---

<sup>1</sup> En las estrategias de lucha contra el calentamiento global adoptadas a nivel internacional, el ahorro de energía es una línea de actuación preferente. Previsiblemente las tarifas de la electricidad tenderán a penalizar los consumos excesivos en mayor medida que en la actualidad.

generar y mantener una política y una gestión de la energía diferente de la tradicional.

- ✿ Conocer los diferentes modos de realizar auditorias, de forma autónoma o con el concurso de empresas especializadas; los diferentes tipos de subvenciones que la Comunidad de Madrid ha establecido para favorecer estas actuaciones y la forma de acceder a las mismas.

### 1.3. Eficiencia energética

Se actúa de forma eficaz cuando se consiguen los objetivos que se pretenden. Se es eficiente cuando los objetivos se alcanzan empleando para ello la menor cantidad de recursos posibles.

Una oficina eficiente, energéticamente hablando, debe realizar todas sus actividades productivas con el menor consumo posible de electricidad y, en general, de todas las materias primas que utilice.

Las auditorias energéticas tienen el objetivo de sentar las bases para conseguir un funcionamiento eficiente.

Una actuación eficiente no precisa, a menudo, de inversiones onerosas ni tampoco de cambios drásticos en la gestión. Con frecuencia, las actuaciones eficientes comienzan con la toma lógica de decisiones, adoptando criterios que no sean contradictorios y que no multipliquen el gasto necesario para conseguir un resultado.

Por ejemplo:

- ✿ Una oficina o un despacho en el que el sistema de iluminación se base en lámparas incandescentes sólo aprovechará el 5 % de la energía eléctrica para producir luz. Con el otro 95 % sólo se obtendrá calor.

Además, en verano, parte de la energía del sistema de refrigeración se empleará en contrarrestar el calor generado por la iluminación.

En conjunto, la eficiencia del sistema es mala. Y una medida tan simple como la utilización de lámparas de luz fría, mejoraría la situación.

- ✿ El uso de los sistemas de refrigeración, adolece en muchas ocasiones de la misma falta de criterio y conocimiento: interruptores de sistemas locales ajustados a -15 grados Celsius con objeto de conseguir un rápido descenso de la temperatura; ventanas abiertas para compensar que el aire acondicionado es excesivo o fachadas orientadas al sur que funcionan como grandes colectores solares, sin ninguna protección.

## 1.4. Rentabilidad económica

El cálculo de la rentabilidad económica puede realizarse a partir de los siguientes parámetros:

- a.- Inversión, de los diferentes equipos y trabajos a realizar (I).
- b.- Disminución anual de los costes energéticos (DCE).
- c.- Aumento de los costes de operación y mantenimiento, si los hubiere (AGOM).

El ahorro económico que se consigue (AEA) es la diferencia entre la disminución de la factura y el aumento de los gastos de operación y mantenimiento.

A partir de aquí, se pueden establecer el "Periodo de amortización Bruta",  $PB = I / AEA$ .

Las sustituciones de equipamiento pueden analizarse desde el rendimiento de la inversión, teniendo en cuenta el tiempo de vida útil del mismo,  $T_u$ .

El "Rendimiento Bruto de la Inversión" RBI, cuando  $T_u$  se mide en años es:

$$RBI = (I - AEA * Tu) * 100/I$$

El "Rendimiento Bruto Anual", RBA= RBI/Tu, (% , año)

Y finalmente, la Tasa de Retorno de la Inversión" (TRI), que tiene en cuenta la depreciación del equipo a lo largo de su vida útil.

Aceptando que la depreciación es lineal a lo largo de Tu, la depreciación D es:

$$D = I/Tu \text{ y } TRI = (AEA*Tu-D) /I$$

## 1.5. Consumidores de energía en Oficinas y Despachos

Las auditorías energéticas tienen como objetivo detectar las ineficiencias de los sistemas, e indicar las medidas de mejora. Tales medidas deben formar parte de un plan en el que cada una se analice en función del coste asociado y el beneficio esperado.

Los sistemas principales de consumo energético en estas instalaciones son:

1. Iluminación.
2. Calefacción y Aire Acondicionado.
3. Equipamiento específico: ordenadores, fotocopiadoras, faxes.
4. Equipamiento general: neveras, cafeteras.
5. Equipamiento compartido: ascensores, motores.

En cualquier caso, una auditoría energética general empieza por la realización de un inventario de los equipos existentes, la potencia nominal de cada uno de ellos y su forma de utilización. Este último parámetro permite determinar el factor de simultaneidad en cada una de las etapas de la jornada laboral.

El propósito es conocer la potencia máxima que realmente se utiliza, y establecer si modificando el régimen de funcionamiento de determinados equipos puede disminuirse dicho valor.

El objetivo es disminuir la potencia que se debe contratar con la compañía eléctrica suministradora ya que constituye uno de los elementos de la factura.

## 1.6. Factores determinantes del gasto energético

Los factores determinantes del gasto son:

1. Utilización.
2. Medios de control.
3. Mantenimiento.
4. Eficiencia de los equipos.
5. Eficiencia general del sistema.
6. Contratación de suministros.

### 1.6.1. Utilización

Uno de los factores que repercuten directamente en el gasto energético es la correcta utilización de los equipos y sistemas que se emplean en las oficinas.

En términos generales, una actuación poco eficiente incrementa el coste energético, en porcentajes que pueden alcanzar valores en torno al 15 – 20 %.

Imaginemos el número de horas en los que las luces de la oficina permanecen encendidas fuera del horario laboral; las dependencias poco utilizadas que están constantemente iluminadas; las temperaturas extremas que están más allá del límite de confort y nos provocan calor en invierno y frío en verano. Ordenadores y fotocopiadoras encendidas, día y noche, etc.

Esta descripción no corresponde a una oficina excepcionalmente poco cuidadosa en el consumo energético; antes al contrario, es una pauta de conducta bastante extendida.

De aquí que uno de los primeros factores a tener en cuenta en la realización de una auditoria sea analizar la práctica de utilización del equipamiento existente e introducir mejoras, mediante la implantación de un Plan de Utilización del equipamiento, que debe ser tenido en cuenta por el personal de la entidad.

El plan de utilización se elabora a partir del análisis de las características de las actividades que se desarrollan y el uso de los equipos que se utilizan.

Los planes de utilización deben mejorar la cultura de la entidad o empresa y contribuir a un funcionamiento más eficiente en todos los ámbitos.

Además, el compromiso con el ahorro energético y los resultados que se obtengan en la gestión eficiente de los recursos deben ser publicitados en las memorias de la empresa y dados a conocer a los clientes. Ello redundará, sin duda en su prestigio social.

Algunos elementos indicativos de la utilización de los sistemas, al margen de eficiencia intrínseca de los mismos, son:

### **Illuminación:**

1. Existencia de detectores de presencia.
2. Reguladores de intensidad luminosa electrónicos.
3. Discriminación de la intensidad luminosa necesaria en cada zona.
4. Utilización de iluminación localizada en el puesto de trabajo.
5. Reducción de la iluminación ornamental.

### **Equipos Ofimáticos**

1. Desconexión de los equipos al finalizar la jornada laboral.

2. Desconexión por ausencias superiores a 30 minutos.
3. Desconexión de la pantalla del ordenador durante periodos cortos.
4. Empleo de salva pantallas de color negro.

### Aire Acondicionado

1. Selección de la temperatura de refrigeración (24- 25 °C).
2. Posición de los termostatos de regulación.
3. Instalación de toldos y persianas.
4. Empleo de ventiladores.

### Calefacción

1. Selección de la temperatura de confort (20 – 22 °C).
2. Discriminación de temperatura en función de la dependencia.
3. Empleo de los termostatos de regulación.

## 1.6.2. Mecanismos de Gestión y Control

Los mecanismos de gestión y control no son un factor de consumo; antes al contrario son un factor que apoya la correcta utilización de los equipos que facilita y complementa la implantación del Plan de Utilización.

Los mecanismos de control son detectores, reguladores relojes, termostatos o sistemas que permiten establecer discriminaciones horarias, detectar la presencia de personal en las dependencias, o establecer el nivel de iluminación o el rango de temperaturas deseadas. También permiten modificar algunas de las condiciones energéticas de partida de las dependencias, mejorando la situación.

Muchos de ellos pueden instalarse a posteriori, aunque no estén incluidos en la instalación inicial de la oficina y contribuyen a que el funcionamiento de los equipos se ajuste a las necesidades.

En general, se trata de inversiones de baja cuantía y poseen una larga duración, por lo que la amortización está asegurada con el ahorro energético que producen.

Algunos elementos de singular utilidad son:

- ✿ Instalar toldos o paneles regulables, en las ventanas de las fachadas orientadas a mediodía. Se pueden conseguir ahorros considerables, de hasta el 20 % de la energía que consume el aire acondicionado, evitando la penetración de la radiación en el interior.
- ✿ Colocar detectores de presencia en las zonas de paso o escasa utilización: garajes almacenes, servicios.
- ✿ Dar preferencia a la iluminación localizada adaptándola a las necesidades de cada puesto de trabajo.
- ✿ Aprovechar al máximo la luz natural, empleando reguladores electrónicos de intensidad luminosa.
- ✿ Empleo de ventiladores; el movimiento del aire produce una sensación de disminución de la temperatura y su consumo es muy bajo.

### 1.6.3. Compras de Material. Sustitución y Mantenimiento

#### 1.6.3.1. Iluminación

El material empleado en la iluminación de las dependencias de una oficina debe realizarse teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad que se desarrolle en cada una, el número de horas y si es jornada diurna, nocturna o mixta.

En términos generales debe evitarse el empleo de lámparas incandescentes ya sean convencionales o halógenas.

Las primeras poseen un rendimiento de sólo el 5 %, y aunque son las más baratas su duración es de sólo 1000 horas. Las segundas poseen un rendimiento mejor, mayor duración y una mayor calidad de luz que las hace ser empleadas con carácter ornamental.

Sin embargo, los tubos fluorescentes y las denominadas lámparas de bajo consumo duran ocho veces más y consumen un 15 % menos.

Si en la dependencia se produce un número elevado de encendidos y apagados, es mejor emplear lámparas de tipo electrónico, ya que los fluorescentes sufren una pérdida importante de su vida útil.

La incorporación de lámparas de luz fría puede realizarse gradualmente, aprovechando las necesidades de sustitución. De este modo se consigue distribuir la inversión ya que este tipo de lámparas son del orden de 15 veces más caras que las incandescentes.

A pesar de ello, la amortización y el ahorro están garantizados; un ejemplo típico, calculado para una bombilla incandescente de 100 W, frente a otra de bajo consumo de 20 W en un supuesto de utilización de 8 horas arroja un ahorro neto del orden de 120 € y evita, además la emisión de 0,7 toneladas de CO<sub>2</sub>.

### 1.6.3.2. Equipos Ofimáticos

En la última década, el equipamiento ofimática ha tenido un notable incremento y prácticamente todos los puestos de trabajo cuentan con ordenadores personales, impresoras, escaners, fotocopiadoras y sistemas de transmisión por fax.

El primer paso para conseguir un funcionamiento eficiente consiste en realizar una compra de adecuada, teniendo en cuenta no sólo las prestaciones técnicas sino también el consumo energético.

Siempre que sea posible, se deben adquirir equipos con sistemas de ahorro de energía, "Energy Star", que incorporan un modo de "stand by" o espera, que se activa cuando el equipo lleva un tiempo, programable, sin ser utilizado. En este modo, el consumo de energía es hasta un 75 % inferior al que se produce en modo normal.

Aunque el etiquetado energético sólo se aplica a los electrodomésticos de gama blanca, las características están incluidas en los manuales y en todo caso es una información que se debe solicitar al comercializador.

Es altamente recomendable adquirir equipos de la mayor eficiencia energética, ya que en muchos casos existen importantes diferencias de consumo para el mismo nivel de prestaciones.

#### 1.6.4. Mantenimientos

En general los contratos de mantenimiento de las oficinas no tienen en cuenta los aspectos relativos a la eficiencia energética, aunque los cristales de las ventanas y la superficie de las lámparas disminuyen su eficiencia notablemente debido a que la capa de polvo y restos que se depositan en la superficie impiden el paso de la luz.

El rendimiento de los sistemas de aire acondicionado está fuertemente afectado por la limpieza de los filtros y en las instalaciones en las que existen motores o calderas de combustión, es habitual que trabajen en un régimen de baja eficiencia debido a la ausencia de mantenimientos.

Si la realización de la auditoria energética con la implantación de las medidas consiguientes consigue una reducción de la factura significativa, es aconsejable valorar la posibilidad de realizar una contratación de servicios de mantenimiento, porque, a menudo es la única forma de mantener el nivel de eficiencia a lo largo del tiempo.

### 1.6.5. Eficiencia de los equipos

Como se ha puesto ya de manifiesto, existen en el mercado productos que a igualdad de prestaciones pueden presentar oscilaciones en el consumo energético de hasta el 50 %.

Teniendo en cuenta que la duración de los mismos es de varios años, las diferencias de consumo a lo largo de la vida útil pueden representar un coste innecesario importante.

Los electrodomésticos de gama blanca que se utilicen en una oficina deben elegirse teniendo en cuenta su calificación energética, empleando para ello el código de etiquetado de letras y colores que rige en la Unión Europea.

Como se ha comentado ya, en el sistema de iluminación deben emplearse lámparas de luz fría e incorporar sistemas de regulación cuando sea posible.

Los sistemas de climatización, calefacción y aire acondicionado, presentan una casuística amplia, debido al gran número de soluciones individuales y colectivas que existen en el mercado.

Su eficiencia energética varía ampliamente y, en general, los sistemas individuales son menos eficientes que los colectivos.

En aquellas oficinas en las que el sistema de aire acondicionado no está incorporado al diseño inicial, en la compra y sustitución de equipos debe tenerse en cuenta que:

- ✿ Existe una relación entre la superficie a refrigerar y la potencia del equipo. No adquiera equipos en los que la potencia difiera notablemente de la que se necesita.
- ✿ La orientación de las dependencias, su posición y la existencia de fuentes de calor, como sistemas informativos o de comunicación deben tenerse en cuenta debido a la gran cantidad de calor que emiten para su refrigeración.

- ✿ Es recomendable asesorarse con un experto en climatización, que no tenga un interés comercial directo.
- ✿ Si la instalación todavía dispone de sistemas de refrigeración compactos, se deben sustituir por otros partidos en los que el condensador es exterior. Son menos ruidosos y más eficientes.
- ✿ En aquellos casos en los que el sistema sea general pero existan sistemas individuales para fijar las temperaturas es conveniente analizar la posibilidad de incorporar un sistema de control centralizado, que evite una mala utilización.

### 1.6.6. Eficiencia de los sistemas

Aunque los equipos sean eficientes y su utilización adecuada, con frecuencia, los sistemas de iluminación o climatización presentan deficiencias de diseño que se traducen en un gasto energético innecesario, pero que casi siempre es difícil corregir.

A veces las deficiencias están en la estructura física, como la orientación de la finca o los materiales de construcción; en otros casos los sistemas de ventilación o iluminación natural han tenido en cuenta el factor estético en mayor medida que el funcional y también la ubicación física de los elementos de iluminación o climatización puede ser inadecuada o carecer de los modernos sistemas de control.

En los casos en que una empresa está considerando cambiar de ubicación por ampliación o cualquier otra razón de índole económica o comercial, debe interesarse por las características energéticas de las nuevas instalaciones, e incluir esta valoración en el conjunto de criterios que contribuyan a tomar la decisión sobre el nuevo emplazamiento

En cualquier caso conviene conocer la naturaleza y repercusión de las limitaciones y analizar la posibilidad de mitigar su efecto con políticas de utilización y mecanismos de control adecuados.

## 1.6.7. Contratación

La contratación de las materias primas energéticas es una potencial fuente de ahorro y, por tanto, un factor que debe ser sometido a auditoría.

### **Con quien contratar**

Desde el 1 de enero de 2003 todos los consumidores de energía eléctrica pueden elegir libremente su suministrador y pactar libremente el precio de la energía, o mantenerse dentro del sistema de tarifas reguladas. La elección depende básicamente del volumen del consumo, que repercute directamente en las condiciones de contratación, bajo distintos aspectos o consideraciones.

Estas alternativas son posibles con la compañía que se elija, aunque en la ciudad o zona de emplazamiento de la oficina, exista otra suministradora tradicional.

Hay que tener en cuenta que la garantía y la calidad de la energía no dependen de la compañía elegida, sino de la calidad de la red de distribución de cada zona. De modo que una contratación con una compañía distinta puede incidir favorablemente en el precio pero no tiene implicaciones negativas.

Sin necesidad de cambiar de suministrador, una empresa que posea distintos centros de gasto en la misma ciudad podrá negociar con el proveedor habitual unas condiciones más ventajosas y solicitar su asesoramiento para determinar cual es la tarifa eléctrica que más se ajusta a sus necesidades.

### **Cómo contratar**

En la factura eléctrica existen varios componentes que contribuyen a la formación del precio, de modo que la energía realmente consumida es sólo uno de ellos.

Los componentes son:

- Término de potencia (kW).
- Término de energía (kWh).
- Complemento por Reactiva.
- Comp. discriminación horaria.
- Impuestos.
- Alquiler equipos.
- IVA.

### 1.6.7.1. Término de potencia

La potencia contratada tiene el carácter de derecho o garantía que permite al usuario el consumo de una cantidad de energía. Se factura tanto si se utiliza como si no.

Para disminuir el importe del valor de la factura por este concepto es necesario que la potencia contratada no difiera notablemente de la necesaria. Por exceso porque se paga por algo que no se consume, y por defecto, porque puede saltar el interruptor de control de Potencia o incurrir en el recargo que las compañías tienen previsto para estas situaciones.

Existen equipos especiales, denominados maxímetros, que permiten conocer el valor de la potencia realmente utilizada y en cualquier caso, el cálculo del factor de simultaneidad permite alcanzar un valor aproximado de fiabilidad suficiente.

### 1.6.7.2. Término de energía

En caso de que la oficina tenga una tarifa en baja tensión, con una potencia superior a 15 kW, existen dos tarifas posibles: las tarifas 3.0 y 4.0.

Ambas tienen diferentes precios para los precios de la energía y la potencia, por lo que es conveniente estudiar cual se ajusta más a nuestras necesidades.

### 1.6.7.3. Energía reactiva

Los motores, fluorescentes o las lámparas de descarga generan un tipo de energía denominada energía reactiva, que no produce trabajo útil y que es necesario compensar.

La factura penaliza la producción de energía reactiva proporcionalmente a su cantidad, de modo que se pueden alcanzar recargos de hasta el 47 %.

### 1.6.7.4. Discriminación horaria

Desde las 23 h a las 7 h de la mañana existe un menor consumo de energía eléctrica como consecuencia de la disminución de actividades; en consecuencia existe un excedente de producción y el precio de la energía, es decir la tarifa, es menor.

Conviene analizar las posibilidades de beneficiarse de esta circunstancia que, probablemente tenderá a hacerse más acusada en los próximos años no sólo por la diferencia de precios que tenderá a aumentar, sino también porque aumenten los periodos de tiempo considerados como valle.

En el caso de la calefacción existen sistemas de acumulación que realizan el consumo y la carga en periodos nocturnos y liberan la energía almacenada durante el día.

## 1.7. Conclusiones

- ✿ Las auditorías energéticas son instrumentos para conocer el grado de eficiencia de funcionamiento de los equipos y sistemas, en función de sus características intrínsecas, y modo de utilización.

- ✿ La realización de una auditoria permite establecer medidas correctoras, que pueden requerir la realización de inversiones o simplemente la modificación de las pautas de gestión de los equipos.
- ✿ La implantación de medidas correctoras debe valorarse en términos de coste beneficio.
- ✿ El primer paso de una auditoria consiste en inventariar todos los equipos y sistemas existentes y realizar la caracterización energética de los mismos.
- ✿ En segundo término, es necesario establecer si sus características son adecuadas a las necesidades y el uso y mantenimiento de los mismos es el adecuado.
- ✿ El resultado de las deficiencias encontradas y la identificación de las medidas correctoras necesarias deben formar parte de un plan de gestión energética.

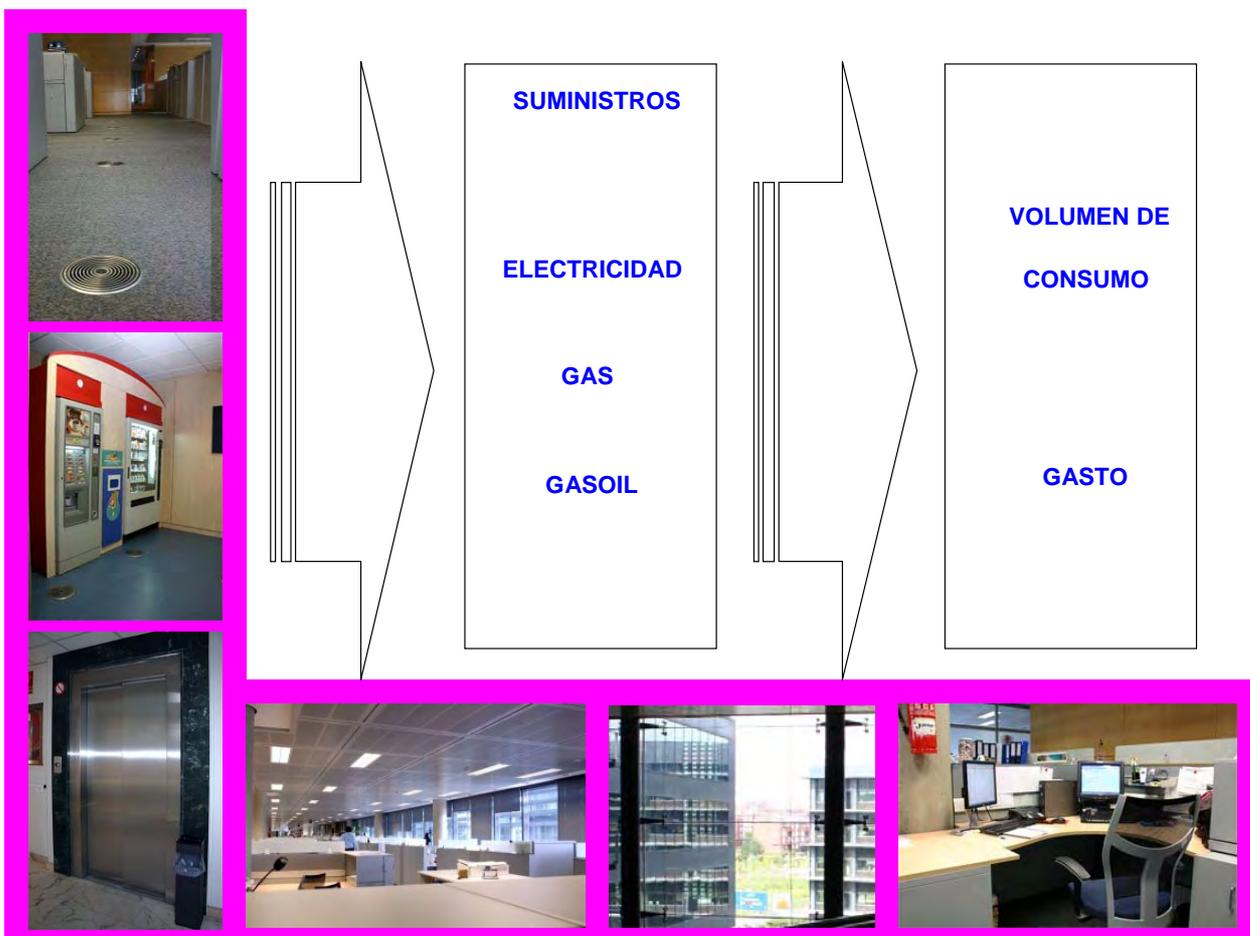
La realización de una auditoria casi nunca consigue mantener por sí misma un nivel eficiente de funcionamiento de forma sostenida. Es necesario que la empresa incluya la gestión de la energía entre sus planes para mejorar la eficiencia general de la misma, o al menos realice auditorias con cierta periodicidad.

# Medidas para la eficiencia energética

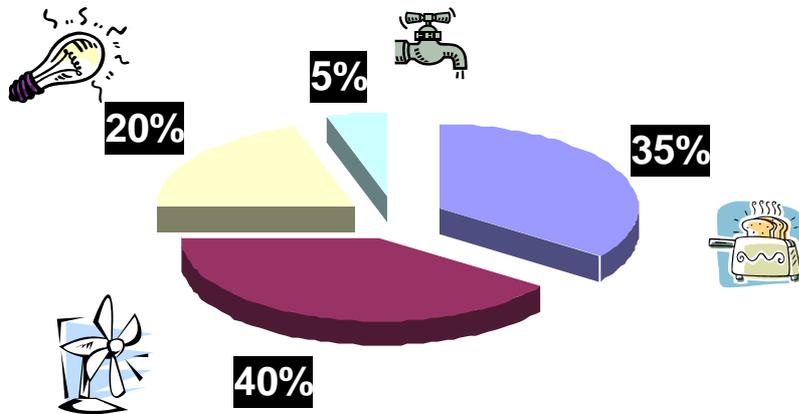
## 2.1. Introducción

Para una correcta gestión energética en las Oficinas, 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 puede acoger el Sector, así como del catálogo de servicios que en ellos se ofrece, depende el suministro de ENERGÍA.



Las aplicaciones que más consumo de energía concentran son: Electricidad, 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.

#### □ OPTIMIZACIÓN DE TARIFA

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

- ELECTRICIDAD
- GAS

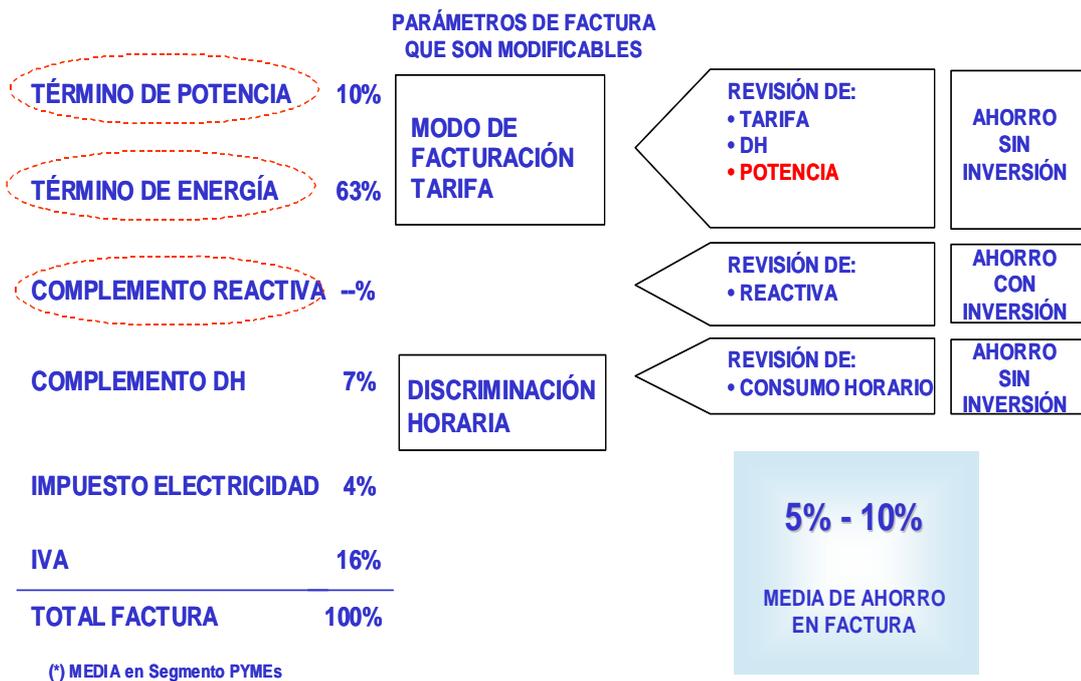
#### □ OPTIMIZACIÓN DE INSTALACIONES

##### 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 de 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:



### 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 y maquinaria con las que contamos en nuestras oficinas.

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

Se pretende establecer la estructura de consumo energético del Sector, analizando las fuentes de energía utilizadas, y los usos finales a los que se destina.

#### 2.3.1.1. Consumo de energía en oficinas y despachos

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

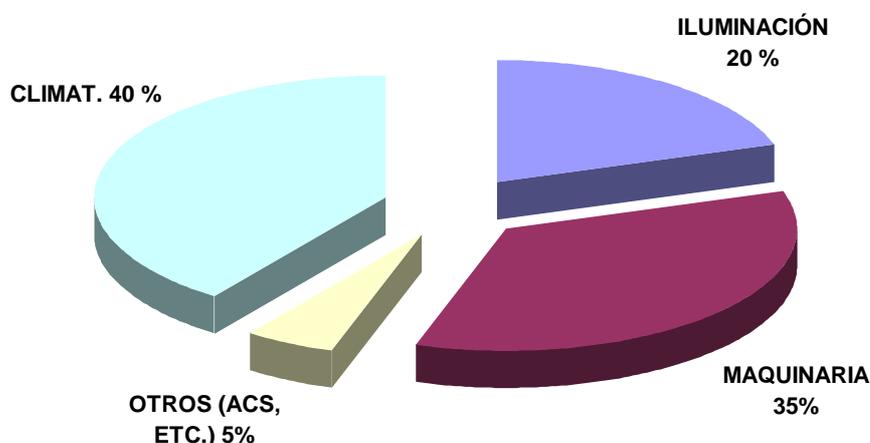
La distribución del consumo energético, entre energía eléctrica y energía térmica, demandada por una instalación del Sector, depende de varios factores: del tipo de oficina, actividad que desempeña como empresa, su situación, categoría, tamaño, etc.

No obstante, es la gran potencia eléctrica contratada, el consumo eléctrico del sistema de climatización, maquinaria mayoritariamente informática y la iluminación, los sistemas que proporcionan más gasto.

### 2.3.1.2. Distribución del consumo energético

En las oficinas se consume, esencialmente, energía eléctrica. La climatización, red informática, maquinaria de reprografía e iluminación son los sistemas que determinan la cuantía de las facturas de electricidad.

A la hora de realizar la distribución del consumo energético en el Sector se observa que, aún teniendo en cuenta la gran variedad de sectores empresariales, instalaciones, situación geográfica, etc., los sistemas antes nombrados son constantes en la distribución del consumo de energía, ya que son independientes de la actividad profesional asociada a la oficina.



Como podemos observar son, sin duda, las partidas destinadas a la climatización y al funcionamiento de maquinaria eléctrica las principales consumidoras de energía de una oficina. 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 de dicho consumo, bien mediante la utilización de tecnologías más eficientes, bien mediante la elección de la tarifa más adecuada.

### 2.3.2. Parámetros de eficiencia energética

El consumo energético de una oficina supone uno de sus gastos principales. La abundante maquinaria y la constante climatización e iluminación son piezas fundamentales en la rentabilidad del mismo.

Por otra parte, no siempre un mayor consumo energético equivale a un mejor servicio. Se conseguirá un grado de eficiencia óptimo cuando el consumo y el confort estén en la proporción adecuada.



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

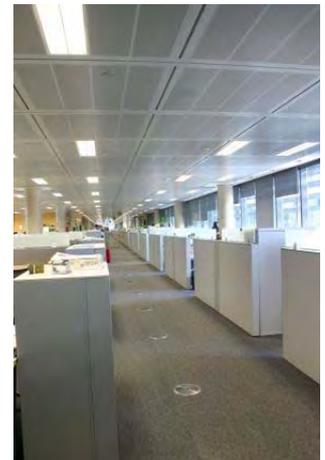
A partir de estos ratios, los profesionales del Sector pueden clasificar su local desde el punto de vista de la eficiencia energética, y tomar las medidas necesarias para reducir el consumo y coste de la energía.

### 2.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en oficinas

Para reducir el coste de los consumos de energía podemos:

- ❁ Optimizar el contrato.
- ❁ Optimizar las instalaciones.

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



**TABLA 1.** Mejoras potenciales y estimación del ahorro en sistemas de equipamiento.

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
<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
<b>Bombas circulación fluidos (general)</b>	Optimización del consumo eléctrico, según la presión del agua.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	15
<b>Bombas agua climatización</b>	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
<b>Iluminación: zonas auxiliares</b>	Pasillos, lavabos, sótanos etc. Reducción del tiempo de uso.	Incorporando temporizadores/detectores de presencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura.	60
<b>Lámparas dicroicas</b>	Reducción del consumo eléctrico (reducción de la potencia).	Cambio por lámparas dicroicas IRC de menor potencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	80
<b>Iluminación exterior</b>	Optimización del consumo.	Lámparas compactas de bajo consumo Cambio de lámparas de vapor de sodio de alta presión.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	40
<b>Iluminación interior (fluorescentes)</b>	Disminución del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio de las reactancias convencionales por balastos electrónicos de alta frecuencia.	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste en la factura eléctrica.	20
<b>Iluminación interior (incandescencia)</b>	Disminución del consumo y de la potencia de encendido.	Cambio a lámparas de bajo consumo.	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste en la factura eléctrica.	85
<b>Agua</b>	Reducción consumo de agua.	Instalación de limitador de caudal.	Reducción del consumo eléctrico o gas. Reducción del coste en la factura eléctrica o gas.	20
	Reducción del consumo de ACS, mediante desplazamiento del grifo monomando.	Sustitución de los grifos convencionales por grifos monomando especiales.		15

### 2.3.3.1. Iluminación

La iluminación es un apartado que representa un elevado consumo eléctrico dentro del Sector, dependiendo este porcentaje del tamaño del edificio, de las instalaciones complementarias y del clima de la zona donde esté ubicado. Este consumo puede oscilar en torno a un 20 %.



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.

Los elementos básicos de un sistema de alumbrado son:

- ❁ **Fuente de luz o lámpara:** es el elemento destinado a suministrar la energía luminica.
- ❁ **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 precisa 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 2 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 2**

<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
DISMINUCIÓN CONSUMO ENERGÉTICO		22,60 %	

La tecnología de los balastos energéticos de alta frecuencia permite además la regulación de la intensidad de la lámpara, lo cual a su vez nos sirve para adaptar el nivel de iluminación a las necesidades y consumos con aporte de iluminación exterior.

### **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.
- No producen zumbido ni otros ruidos.
- Permiten una buena regulación del flujo luminoso de la lámpara.
- Incrementan la vida de la lámpara.

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 de alta presión son hasta un 35 % más eficientes que los tubos fluorescentes con 38 mm de diámetro, aunque presentan el inconveniente de 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.

### 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.

**TABLA 3.** 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

Tienen el inconveniente de que no alcanzan el 80 % de su flujo luminoso hasta pasado un minuto de su encendido. En el caso de oficinas esto no supone ningún problema ya que, en despachos y zonas comunes la iluminación sólo se enciende una vez al día.



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

**TABLA 4.** 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	0,088 €/kWh	
Precio de compra estimado	0,60 €	18 €
Costes funcionamiento (8000 horas)	58,80 €	18,60 €
<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 5.** 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 de la forma más adecuada a las necesidades existentes.

Muchas luminarias modernas contienen sistemas reflectores cuidadosamente diseñados para dirigir la luz de las lámparas en la dirección deseada. Por ello, la remodelación de instalaciones viejas 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 a 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 y de calentamiento.

Los principales factores que afectan a la iluminación de un interior, mediante luz diurna, son la profundidad del espacio, el tamaño y la localización de ventanas y claraboyas, de los vidriados utilizados y de las sombras externas. Estos factores dependen en general 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 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 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 %.



### Sistemas de control y regulación

Un buen sistema de control de alumbrado asegura una iluminación de calidad mientras sea 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

Como hemos visto, podemos encontrar ahorros entre un 10 % y un 40 % gracias a la optimización de las instalaciones.

#### ✿ Características constructivas

Para unas condiciones climatológicas determinadas, la demanda térmica de un edificio de oficinas 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, 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, manteniendo los equipos en modo de espera. Esta temperatura de espera se determina de modo que la temperatura de la sala 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 y así reducir la temperatura interior del edificio cuando las condiciones lo permitan.

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

### ❁ **Aprovechamiento del calor de los grupos de frío**

En las instalaciones 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 precalienta 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 6.** 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 AGUA AGUA TIERRA TIERRA	AIRE AGUA AIRE AGUA AIRE AGUA

La utilización de bombas de calor puede resultar especialmente interesante en instalaciones industriales de nueva construcción emplazadas en zonas con inviernos suaves; con una inversión menor que en un sistema mixto de refrigeración y calefacción, se consigue 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>.



## Ahorro de agua

La disminución del consumo de agua no solamente redundará en una reducción 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 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 7 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 el posible ahorro económico anual que se obtendría con la aplicación de las anteriores medidas.

**TABLA 7.** 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>

## 2.3.4. Gestión y mantenimiento energéticos

### 2.3.4.1. Mantenimiento

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.

#### 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.

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.

### 2.3.4.2. Sistemas de Gestión

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, consume el 40 % del consumo final de energía de la Comunidad Europea.

**TABLA 8.** 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 propietario o por parte del propietario, a disposición del posible comprador o inquilino, 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 periodo podrá ampliarse a cuatro años.

Para calefacciones con calderas con 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.

Se establecía la obligatoriedad por parte de los Estados miembros de dar cumplimiento a dicha 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 la facturación, sin embargo no es el único camino para conseguir mejoras en el 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 los pasos para lograr reducir los costes, es necesario pararse a pensar cuáles son las variables sobre las que se debe actuar para conseguir mayor eficacia en esta tarea. Por ello, dentro del **sector de oficinas y despachos** se debe tener en cuenta que está sometido a elevados consumos energéticos. El ahorro energético que se puede conseguir con una combinación de actuaciones sobre diferentes puntos, ayudará al gestor a incrementar la rentabilidad de la empresa y a su vez, a conseguir una reducción del impacto medioambiental producido por su actividad.

Este documento muestra a modo de resumen, 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. Esto se conseguirá con Auditorías Energéticas.**

Las actuaciones recomendadas en este documento se han fundamentado sobre la propia tarifa energética, sobre las instalaciones 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 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 ayudará en la detección de oportunidades de ahorro. El ahorro producido por una adecuada selección tarifaria es inmediato y se pone de manifiesto 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 que se han conseguido con una adecuada selección tarifaria rebajará de modo ostensible los costes energéticos. Hay que tener en mente una máxima: la energía más barata es la que no se consume.

Además, el uso de otras posibilidades como la Energía Solar Térmica puede ser una opción interesante para reducir los costes de explotación reduciendo también las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Por otra parte, un adecuado **estudio termográfico** nos permitirá incrementar la seguridad y la prevención pero, además, evitaremos las averías antes de que éstas se produzcan y con ello las pérdidas energéticas y económicas subsiguientes. La termografía nos permite actuar fundamentalmente sobre las instalaciones

eléctricas y sobre los equipos e instalaciones térmicas. Con ello podemos evitar costes de oportunidad, aumentar la eficiencia y conseguir ahorros.

Cada establecimiento tiene unas particularidades específicas, por lo que demanda una atención personalizada.

**Por eso Endesa, no sólo identifica minuciosamente a cada uno de sus clientes**, sino que establece con ellos una relación de compromiso en la que la **versatilidad de su gama** de productos es la clave fundamental para ofrecerles el servicio que necesitan.

Pero también queremos que obtengan el máximo ahorro posible, por eso, la **Auditoría Energética** es el vehículo más adecuado para conocer nuestras necesidades y las posibilidades de mejora que Endesa pone a su disposición.

**Endesa**, a través de las auditorías energéticas, lleva a cabo un **estudio en profundidad de la instalación**, analizando cada uno de sus componentes, orientado hacia la implantación de las tecnologías más adecuadas según el sector, para una **utilización responsable y económica de la energía**.



## 3.1. Introducción

### 3.1.1. Antecedentes

El agotamiento de las fuentes de energía no renovables, el ahorro monetario o el cuidado del medio ambiente son algunas



de las razones por las que comenzamos a familiarizarnos con el término eficiencia energética, pero, ¿de qué se habla exactamente cuando se utiliza esta expresión? De algo tan sencillo como de la adecuada administración de la energía y, en consecuencia, de su ahorro.

La energía es algo que utilizamos a diario y constantemente desde que nos levantamos hasta que nos acostamos, pero raramente pensamos en cómo administrarla no sólo para ahorrar dinero, sino también para ayudar al medio ambiente. Y es que debemos tener claro que es la propia naturaleza la que más caro pagará todos nuestros derroches energéticos, sobre todo si se considera que un pequeño porcentaje de la energía utilizada en España proviene de fuentes renovables.

Resulta prioritario pues, reducir esta dependencia económica del petróleo y de combustibles fósiles - se trata de fuentes que poco a poco se agotan - y para ello hay dos soluciones: potenciar el uso de fuentes alternativas y renovables y, aún más importante, aprender a usar eficientemente la energía, cuestión en la que todos tenemos igual responsabilidad. El ahorro de energía se puede conseguir en cualquiera de las actividades diarias y, además, hoy día hay muchos adelantos tecnológicos orientados a este fin, que han obtenido buenos resultados. Se calcula

que desde 1970 se ha consumido un 20% menos de energía para generar los mismos bienes.



Debido al cambio climático, el aumento del precio de la energía, la escasez de recursos naturales y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (entre las que se encuentran las de CO<sub>2</sub>), todos ellos problemas clave de nuestros días, se consideró necesario marcar unos objetivos por países, dentro del protocolo de Kyoto. Actualmente las emisiones de CO<sub>2</sub> en España se encuentran a unos niveles muy alejados de los necesarios, para poder alcanzar el objetivo prefijado en Kyoto para el año 2012.

La industria del alumbrado posee la tecnología necesaria para conseguir ahorros energéticos y reducciones muy significativos de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Cambiando a sistemas de alumbrado energéticamente más eficientes, se pueden obtener además importantes ahorros en los costes de mantenimiento de las instalaciones. Las ventajas por tanto son muchas, tanto desde el punto de vista medioambiental como del financiero.

### 3.1.2. Alumbrado en oficinas y despachos

Un buen alumbrado de un edificio de oficinas será aquel que proporcione la luz adecuada, durante el tiempo adecuado y en el lugar adecuado. Esto hará que los trabajadores que se encuentran en él, puedan realizar su trabajo eficientemente y sin grandes esfuerzos o fatigas visuales. Además, un buen alumbrado puede realzar un ambiente agradable y contribuir a la creación de atmósferas diferentes, adecuadas a las múltiples tareas que hoy día se llevan a cabo en las oficinas.

Estudios científicos nos demuestran que la luz no sólo mejora el ambiente en la oficina, sino que también influye en la realización de las tareas, puesto que determina el estado de ánimo de los empleados ayudándoles a concentrarse y a mejorar la productividad.

La nueva normativa de la UE "Iluminación de interiores" (UNE 12464-1) ha entrado en vigor para mejorar la iluminación teniendo en cuenta las necesidades de los empleados. Según esta normativa, aquellas lámparas con un índice de reproducción del color menor a 80 no deben utilizarse en interiores donde las personas trabajan durante largos períodos.

Además de la reproducción del color, la normativa UNE 12464-1 también regula normas para el deslumbramiento y los parpadeos. Con el uso de un equipo electrónico, los molestos parpadeos de las lámparas fluorescentes se reducen significativamente, y se consigue disminuir el cansancio visual.

Durante las dos últimas décadas, la ciencia médica ha demostrado los efectos estimulantes de una buena iluminación en el ambiente de trabajo. Si se diseña correctamente, el ambiente general de la oficina contribuye positivamente a la sensación de salud y al rendimiento profesional de la gente que trabaja en ella.



Una buena iluminación tendrá a la larga, efectos en la productividad de todo su negocio, ya que sus empleados:

- ❁ Desempeñarán sus tareas correctamente y estarán en general más motivados y serán más productivos.
- ❁ Estarán más atentos y serán más precisos, lo que producirá menos errores y accidentes.
- ❁ Experimentarán una sensación general de bienestar, con la consiguiente reducción del absentismo.

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

Dados los efectos cada vez más alarmantes producidos por el cambio climático y la preocupación actual por el medio ambiente y su futuro, los gobiernos de la mayor parte de los países y en concreto la Unión Europea, ha redactado una serie de Directivas, Códigos, Leyes, Reglamentos y Normas para acomodar el consumo excesivo de los escasos recursos a las verdaderas necesidades, evaluando, limitando y primando el empleo de fuentes de energía alternativas y sobre todo renovables. Por otro lado, los fabricantes de aparatos que consumen energía investigan y desarrollan como reducir los consumos manteniendo las prestaciones de sus productos.

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 distintos lugares a iluminar; oficinas y despachos en el caso que nos ocupa.

A continuación se detallan una serie de normativas de obligado cumplimiento que afectan directamente al alumbrado en general y, especialmente, a la iluminación interior en oficinas.

### 3.2.1. Código Técnico de la Edificación (CTE)

El Consejo de Ministros mediante el Real Decreto 314/2006, del 17 de Marzo de 2006, aprobó el Código Técnico de la Edificación (CTE), marco normativo que establece las exigencias básicas de calidad, seguridad y habitabilidad de los edificios y sus instalaciones.

El auge de la construcción en los últimos años y en décadas anteriores no siempre ha alcanzado unos parámetros de calidad adaptados a las nuevas

demandas. El punto de inflexión que significó la firma del Protocolo de Kyoto en 1999 y los compromisos más exigentes de la Unión Europea con respecto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, marcan el desarrollo de una serie de normativas que salen ahora a la luz y que cambiarán los parámetros básicos de construcción.

El CTE se aprueba con los objetivos de mejorar la calidad de la edificación y de promover la innovación y la sostenibilidad. Aumentando la calidad básica de la construcción según se recogía en la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (LOE). Además, se han incorporado criterios de eficiencia energética para cumplir las exigencias derivadas de la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre, relativa a la eficiencia energética de edificios.

A través de esta normativa se da satisfacción a ciertos requisitos básicos de la edificación relacionados con la seguridad y el bienestar de las personas, que se refieren tanto a la seguridad estructural y de protección contra incendios, como a la salubridad, la protección contra el ruido, **el ahorro energético** o la accesibilidad a las personas con movilidad reducida.

Esta nueva norma regulará la construcción de todos los edificios nuevos y la rehabilitación de los existentes, tanto los destinados a viviendas como los de uso comercial, docente, sanitario, deportivo, industrial o sociocultural.

Dentro de esta nueva legislación, existen distintas secciones que afectan a la iluminación de los edificios. Los más importantes, se recogen a continuación:

### **SECCIÓN HE3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación**

Éste es sin duda el documento que supondrá un mayor avance en materia de iluminación de las edificaciones. Su ámbito de aplicación son las instalaciones de iluminación de interior en:

- ✿ Edificios de nueva construcción.
- ✿ Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil de más de 1.000 m<sup>2</sup>, donde se renueve más del 25 % de la superficie iluminada.

- ✿ Reformas de locales comerciales y edificios de uso administrativo donde se renueve la instalación de alumbrado.

Se excluyen específicamente:

- ✿ Edificios y monumentos de valor histórico, cuando la aplicación de estas exigencias supongan alteraciones inaceptables para ellos.
- ✿ Construcciones provisionales para menos de 2 años.
- ✿ Instalaciones Industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- ✿ Edificios independientes de menos de 50 m<sup>2</sup>.
- ✿ Interiores de viviendas.

Aún en estos casos, se deben adoptar soluciones, debidamente justificadas en el proyecto, para el **ahorro de energía en la iluminación**. Para la aplicación de esta sección, se establece un procedimiento de verificación, que debe incluir:

- ✿ Cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación VEEL (según se explica más adelante).
- ✿ Comprobación de la existencia del sistema de control y regulación que optimice el aprovechamiento de luz natural.
- ✿ Verificación de la existencia de un plan de mantenimiento.

Así mismo, debe incluirse en la memoria del proyecto, la siguiente documentación justificativa:

- ✿ Para cada zona figura junto con los cálculos justificativos, la siguiente información: Índice del local (K) utilizado en el cálculo, número de puntos considerados, factor de mantenimiento previsto (Fm), Iluminancia media mantenida (Em), Índice de deslumbramiento unificado (UGR), Índice de rendimiento del color (Ra), el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEL) y las potencias de los conjuntos formados por lámpara más equipo auxiliar.
- ✿ Así mismo, debe justificarse en la memoria del proyecto para cada zona el sistema de control y regulación que corresponda.

A continuación, se detalla la caracterización y cuantificación de estas exigencias:

### 1. Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):

Este valor se define como:

$$\text{VEEI} = \frac{\text{Potencia instalada} \times 100}{\text{Superficie iluminada (m}^2\text{)} \times \text{iluminancia media mantenida}}$$

Las unidades son, por tanto: W/m<sup>2</sup> por cada 100 Lux.

Para este valor se establecen unos valores mínimos, diferenciándose en los edificios dos tipos de zonas: las de representación y las de no representación. Se entienden por zonas de representación aquellas donde el criterio de diseño, imagen o estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética. Por el contrario, zonas de no representación son aquellas donde los criterios como el nivel de iluminación, confort visual, seguridad y eficiencia energética son más importantes que cualquier otro criterio.

Analizando los sistemas actualmente utilizados para iluminación de los distintos espacios interiores, hay que prestar especial atención dentro del caso que nos ocupa:

#### Zonas de no representación:

- a) **Iluminación general de oficinas, zonas de no representación:** en general, las luminarias más comúnmente utilizadas, tanto con tubos fluorescentes T8 (siempre que sean gama 80 -trifósforo-), como con lámparas fluorescentes compactas, cumplen con los niveles mínimos de eficiencia exigidos. Únicamente determinadas soluciones con luminarias con sistemas de iluminación indirecta no cumplen con las exigencias mínimas de 3,5 W/m<sup>2</sup> por cada 100 lux.

Siempre se ha de tener especialmente en cuenta que el alumbrado de acentuación se debe incluir en el cálculo de eficiencia aunque no es muy habitual su uso en zonas de no representación.

- b) **Zonas comunes:** en estas zonas hay que prestar especial cuidado al uso abusivo de lámparas halógenas (para iluminación general), ya que harían imposible conseguir los mínimos exigidos de eficiencia. Si se utilizan este tipo lámparas, deben ser en todo caso para aportar luz de acentuación en puntos concretos, y utilizando las tecnologías más eficientes disponibles.

### **Zonas de representación:**

En general, los niveles de eficiencia exigidos para las zonas de no representación son conseguidos con cierta facilidad, siempre que el alumbrado no se base en lámparas incandescentes o halógenas estándar. Este tipo de iluminación es todavía habitual en determinadas oficinas, galerías de exposiciones, pequeños comercios y hoteles. Para aumentar la eficiencia es importante utilizar lámparas con la mayor eficiencia posible, como las lámparas de bajo consumo.

En los hoteles y hostelería también es habitual la instalación de luminarias de diseño decorativo que incorporan difusores opales de vidrio o tela. Este tipo de luminarias no se deberá utilizar para hacer la iluminación general, ya que imposibilitará obtener las eficiencias mínimas exigidas. En todo caso ayudará el sustituir, en el interior de estas luminarias, cualquier fuente de luz halógena o incandescente por lámpara fluorescentes compactas.

## **2. Sistemas de control y regulación**

Las instalaciones de iluminación deberán contar con un sistema de regulación y control.

Se prohíbe expresamente utilizar como único sistema de control el apagado y encendido en cuadros eléctricos, práctica muy habitual en la actualidad, por lo que se tendrá que instalar para cada zona, al menos, un sistema de encendido y apagado manual.

El sistema de control dispondrá, al menos de **detección de presencia** o temporización en zonas de uso esporádico. Esto implica la obligación de instalar estos sistemas en aseos, pasillos, escaleras, aparcamientos, etc.

Además los edificios que dispongan de una suficiente iluminación natural tendrán un sistema de **regulación en las luminarias más próximas a las ventanas**, de manera que se aproveche el aporte de luz natural.

El CTE incluye las fórmulas que permiten calcular en qué tipo de edificios es obligatoria hacer esta regulación, en función de la superficie acristalada, respecto a la de la planta del edificio, la transmitancia del cerramiento acristalado y los posibles obstáculos exteriores al edificio, y que proyecten sombras sobre ellos. Se puede concluir que, en la mayoría de las configuraciones de los actuales edificios de oficinas, será necesaria su instalación. Así mismo, en muchos centros comerciales y polideportivos cubiertos se cuenta hoy en día con el suficiente aporte de luz natural.

Quedan explícitamente excluidas del requerimiento de regulación:

1. Las zonas comunes de edificios residenciales.
2. Las habitaciones de hospitales.
3. Las habitaciones de hoteles.
4. Tiendas y pequeños comercios.

### 3. Cálculo

Se establece que los parámetros de calidad de la instalación aceptados como mínimos, son los que se establecen en la norma UNE 12464-1, "Iluminación en lugares de trabajo. Parte I: Lugares de trabajo interiores" y en la Guía Técnica para la evaluación y prevención de riesgos laborales.

Dentro de la norma UNE 12464-1, hay que prestar especial interés a los valores de deslumbramiento directo (UGR) e indirecto (límite de luminancia en luminarias con flujo hacia el hemisferio inferior;  $\text{cd}/\text{m}^2 < 65^\circ$ ), ya que en las instalaciones actuales estos parámetros de calidad suelen no ser considerados.

Los parámetros mínimos de cálculo que se tienen que obtener para cada zona son:

- ✿ Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI).
- ✿ Iluminancia media mantenida ( $E_m$ ) en el plano de trabajo.
- ✿ Índice de deslumbramiento unificado (UGR) para el observador.

Así mismo se deberán indicar el índice de rendimiento cromático ( $R_a$ ) y las potencias de los conjunto lámparas – equipo auxiliar. El cálculo se puede realizar manualmente o bien mediante ordenador (por ejemplo con el programa Dialux).

#### 4. Productos de la construcción

Se establecen en este punto unos valores mínimos de eficiencia de los equipos eléctricos asociados a las lámparas fluorescentes, halógenas de baja tensión y de descarga. Los valores exigidos para fluorescencia son los ya incluidos con anterioridad en el Real Decreto 838/2002 (posteriormente analizado).

Para lámparas de descarga y halógenas de bajo voltaje, se exigen unos niveles inferiores a los que ofrecen algunos fabricantes en equipos convencionales. Utilizar reactancias y transformadores electrónicos garantiza el cumplimiento de este punto, en todos los casos.

## 5. Mantenimiento y conservación

El CTE obliga a elaborar un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación, de manera que se garantice el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y de la eficiencia energética.

Éste contemplará los periodos de reposición de las lámparas, los de la limpieza de luminarias, así como la metodología a emplear. Actualmente es práctica común hacer un mantenimiento puntual de las lámparas, lo cual impide garantizar las condiciones de calidad de la instalación.

### TEXTO OFICIAL DEL B.O.E

#### 1. Generalidades

##### 1.1 Ámbito de aplicación

- 1.- Esta sección es de aplicación a las instalaciones de iluminación interior en:
  - a) edificios de nueva construcción;
  - b) rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m<sup>2</sup>, donde se renueve más del 25 % de la superficie iluminada;
  - c) reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación.
- 2.- Se excluyen del ámbito de aplicación:
  - a) edificios y monumentos con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando el cumplimiento de las exigencias de esta sección pudiese alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto;
  - b) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 2 años;
  - c) instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales;

- d) edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>;
  - e) interiores de viviendas.
- 3.- En los casos excluidos en el punto anterior, en el proyecto se justificarán las soluciones adoptadas, en su caso, para el ahorro de energía en la instalación de iluminación.
- 4.- Se excluyen, también, de este ámbito de aplicación los alumbrados de emergencia.

### **1.2 Procedimiento de verificación**

- 1.- Para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia de verificaciones que se expone a continuación:
- a) cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación VEEI en cada zona, constatando que no se superan los valores límite consignados en la Tabla 1 del apartado 2.1;
  - b) comprobación de la existencia de un sistema de control y, en su caso, de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, cumpliendo lo dispuesto en el apartado 2.2;
  - c) verificación de la existencia de un plan de mantenimiento, que cumpla con lo dispuesto en el apartado 5.

### **1.3 Documentación justificativa**

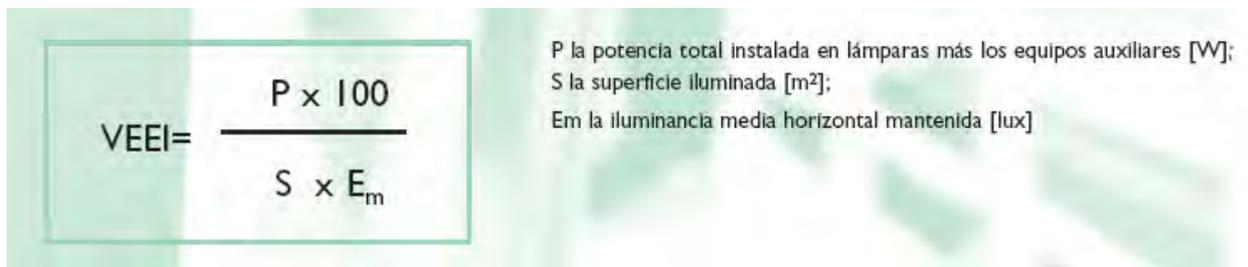
- 1.- En la memoria del proyecto para cada zona figurarán junto con los cálculos justificativos al menos:
- a) el índice del local (K) utilizado en el cálculo;
  - b) el número de puntos considerados en el proyecto;
  - c) el factor de mantenimiento (Fm) previsto;
  - d) la iluminancia media horizontal mantenida (Em) obtenida;
  - e) el índice de deslumbramiento unificado (UGR) alcanzado;
  - f) los índices de rendimiento de color (Ra) de las lámparas
  - g) el valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) resultante en el cálculo;
  - h) las potencias de los conjuntos: lámpara más equipo auxiliar;

- 2.- Asimismo debe justificarse en la memoria del proyecto para cada zona el sistema de control y regulación que corresponda.

## 2. Caracterización y cuantificación de las exigencias

### 2.1 Valor de Eficiencia Energética de la Instalación

- 1.- La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación VEEI ( $W/m^2$ ) por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:



The diagram illustrates the formula for VEEI (Value of Energy Efficiency of the Installation) and defines its variables. The formula is presented in a box on the left, and the definitions are on the right.

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m}$$

P la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares [W];  
S la superficie iluminada [m<sup>2</sup>];  
E<sub>m</sub> la iluminancia media horizontal mantenida [lux]

- 2.- Con el fin de establecer los correspondientes valores de eficiencia energética límite, las instalaciones de iluminación se identificarán, según el uso de la zona, dentro de uno de los 2 grupos siguientes:
- a) Grupo 1: zonas de no representación o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y la eficiencia energética;
  - b) Grupo 2: zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética.
- 3.- Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la Tabla 1. Estos valores incluyen la

iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

**TABLA 1.** Valores límite de eficiencia energética de la instalación.

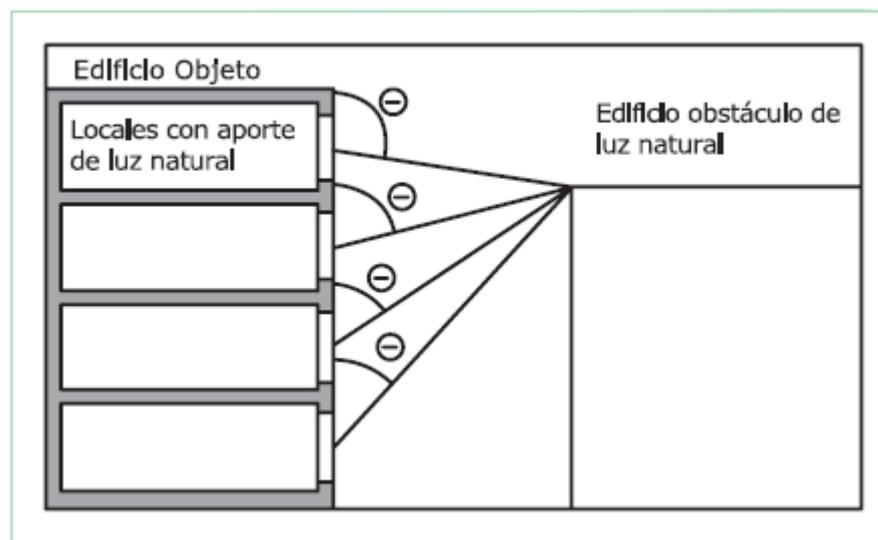
Grupo	Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
<b>1</b> <b>Zonas de no representación</b>	Administrativo en general	3,5
	Andenes de estaciones de transporte	3,5
	Salas de diagnóstico (4)	3,5
	Pabellones de exposición o ferias	3,5
	Aulas y laboratorios (2)	4,0
	Habitaciones de hospital (3)	4,5
	Zonas comunes (1)	4,5
	Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
	Aparcamientos	5
	Espacios deportivos (5)	5
	Recintos interiores asimilables a grupo 1 no descritos en la lista anterior	4,5
<b>2</b> <b>Zonas de representación</b>	Administrativo en general	6
	Estaciones de transporte (6)	6
	Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
	Bibliotecas, museos y galerías de arte	6
	Zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	Centros Comerciales (excluidas tiendas) (9)	8
	Hostelería y restauración (8)	10
	Religioso en general	10
	Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias (7)	10
	Tiendas y pequeño comercio	10
	Zonas comunes (1)	10
	Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
	Recintos interiores asimilables a grupo 2 no descritos en la lista anterior	10

- (1) Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, espacios de tránsito de personas, aseos públicos, etc.
- (2) Incluye la instalación de iluminación del aula y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas de práctica de ordenador, música, laboratorios de lenguaje, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.
- (3) Incluye la instalación de iluminación interior de la habitación y baño, formada por iluminación general, iluminación de lectura e iluminación para exámenes simples.
- (4) Incluye la instalación de iluminación general de salas como salas de examen general, salas de emergencia, salas de escáner y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo, quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.
- (5) Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderíos de espacios deportivos, tanto para actividades de entrenamiento y competición, pero no se incluyen las instalaciones de iluminación necesarias para las retransmisiones televisadas. Los graderíos serán asimilables a zonas comunes del grupo 1.
- (6) Espacios destinados al tránsito de viajeros como recibidor de terminales, salas de llegadas y salidas de pasajeros, salas de recogida de equipajes, áreas de conexión, de ascensores, áreas de mostradores de taquillas, facturación e información, áreas de espera, salas de congresos, etc.
- (7) Incluye la instalación de iluminación general y de acento. En el caso de cines, teatros, salas de conciertos, etc. Se excluye la iluminación con fines de espectáculo, incluyendo la representación y el escenario.
- (8) Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público como recibidor, recepción, restaurante, bar, comedor, auto-servicio o buffet, pasillos, escaleras, vestuarios, servicios, aseos, etc.
- (9) Incluye la instalación de iluminación general y de acento de recibidor, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos de los centros comerciales.

## 2.2 Sistemas de control y regulación

1.- Las instalaciones de iluminación dispondrán, para cada zona, de un sistema de regulación y control con las siguientes condiciones:

- a) toda zona dispondrá al menos de un sistema de encendido y apagado manual, cuando no disponga de otro sistema de control, no aceptándose los sistemas de encendido y apagado en cuadros eléctricos como único sistema de control. Las zonas de uso esporádico dispondrán de un control de encendido y apagado por sistema de detección de presencia o sistema de temporización;
- b) se instalarán sistemas de aprovechamiento de la luz natural, que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo un lucernario, en los siguientes casos
  - i) en las zonas de los grupos 1 y 2 que cuenten con cerramientos acristalados al exterior, cuando éstas cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

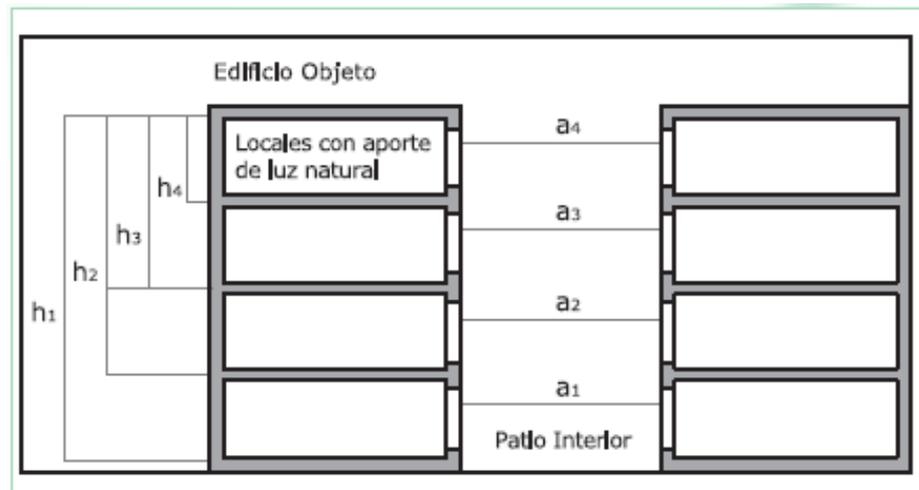


- que el ángulo  $\theta$  sea superior a  $65^\circ$  ( $\theta > 65^\circ$ ), siendo  $\theta$  el ángulo desde el punto medio del acristalamiento hasta la cota máxima del edificio obstáculo, medido en grados sexagesimales;

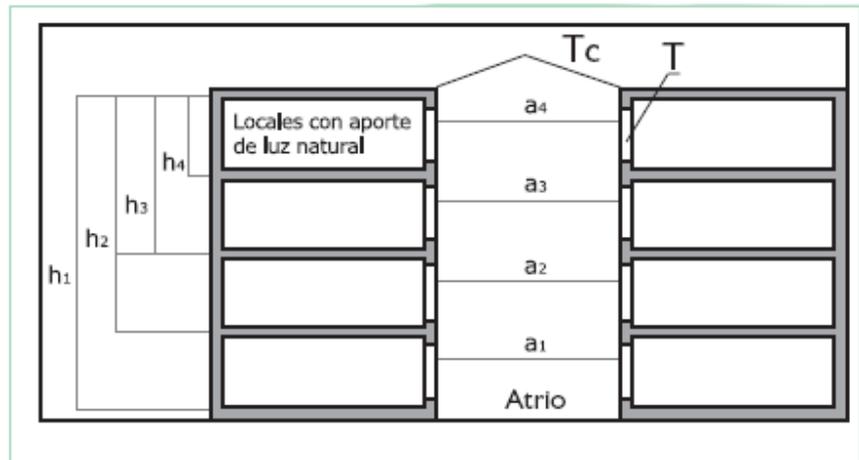
- que se cumpla la expresión:  $T (A_w/A) > 0,07$  siendo, T el coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local en tanto por uno;  $A_w$  el área de acristalamiento de la ventana de la zona [ $m^2$ ]; y A el área total de las superficies interiores del local (suelo + techo + paredes + ventanas) [ $m^2$ ].

ii) en todas las zonas de los grupos 1 y 2 que cuenten con cerramientos acristalados a patios o atrios, cuando éstas cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- en el caso de patios no cubiertos cuando estos tengan una anchura ( $a_i$ ) superior a 2 veces la distancia ( $h_i$ ), siendo  $h_i$  la distancia entre el suelo de la planta donde se encuentre la zona en estudio, y la cubierta del edificio; y la cubierta del edificio;



- en el caso de patios cubiertos por acristalamientos cuando su anchura ( $a_1$ ) sea superior a  $2/T_c$  veces la distancia ( $h_i$ ), siendo  $h_i$  la distancia entre la planta donde se encuentre el local en estudio y la cubierta del edificio, y siendo  $T_c$  el coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de cerramiento del patio, expresado en tanto por uno.



- que se cumpla la expresión  $T (A_w/A) > 0,07$ , siendo  $T$  el coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local en tanto por uno;  $A_w$  el área de acristalamiento de la ventana de la zona [ $m^2$ ]; y  $A$  el área total de las superficies interiores del local (suelo + techo + paredes + ventanas)[ $m^2$ ].

Quedan excluidas de cumplir las exigencias de los puntos i e ii anteriores, las siguientes zonas de la Tabla 1:

- zonas comunes en edificios residenciales;
- habitaciones de hospital;
- habitaciones de hoteles, hostales, etc;
- tiendas y pequeño comercio.

### 3. Cálculo

#### 3.1 Datos previos

1.- Para determinar el cálculo y las soluciones luminotécnicas de las instalaciones de iluminación interior, se tendrán en cuenta parámetros tales como:

- a) el uso de la zona a iluminar;
- b) el tipo de tarea visual a realizar;
- c) las necesidades de luz y del usuario del local;
- d) índice  $K$  del local o dimensiones del espacio (longitud, anchura y altura);
- e) las reflectancias de las paredes, techo y suelo de la sala;

- f) las características y tipo de techo;
- g) las condiciones de la luz natural;
- h) el tipo de acabado y decoración;
- i) el mobiliario previsto.

2.- Podrá utilizarse cualquier método de cálculo que cumpla las exigencias de esta Sección, los parámetros de iluminación y las recomendaciones para el cálculo contenidas en las zonas de referencia.

### **3.2 Método de cálculo**

- 1.- El método de cálculo utilizado, que quedará establecido en la memoria del proyecto, será el adecuado para el cumplimiento de las exigencias de esta sección y utilizará como datos y parámetros de partida, al menos, los consignados en el apartado 3.1, así como los derivados de los materiales adoptados en las soluciones propuestas, tales como lámparas, equipos auxiliares y luminarias.
- 2.- Se obtendrán como mínimo los siguientes resultados para cada zona:
  - a) valor de eficiencia energética de la instalación VEEL;
  - b) iluminancia media horizontal mantenida  $E_m$  en el plano de trabajo;
  - c) índice de deslumbramiento unificado UGR para el observador.

Asimismo, se incluirán los valores del índice de rendimiento de color (Ra) y las potencias de los conjuntos lámpara más equipo auxiliar utilizados en el cálculo.

- 3.- El método de cálculo se formalizará bien manualmente o a través de un programa informático, que ejecutará los cálculos referenciados obteniendo como mínimo los resultados mencionados en el punto 2 anterior. Estos programas informáticos podrán establecerse en su caso como Documentos Reconocidos.

## 4. Productos de construcción

### 4.1 Equipos

- 1.- Las lámparas, equipos auxiliares, luminarias y resto de dispositivos cumplirán lo dispuesto en la normativa específica para cada tipo de material. Particularmente, las lámparas fluorescentes cumplirán con los valores admitidos por el Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.
- 2.- Salvo justificación, las lámparas utilizadas en la instalación de iluminación de cada zona tendrán limitadas las pérdidas de sus equipos auxiliares, por lo que la potencia del conjunto lámpara más equipo auxiliar no superará los valores indicados en las Tablas 2 y 3.

**TABLA 2.** Lámparas de descarga.

Potencia total del conjunto (W)			
Potencia Nominal de lámpara (W)	Vapor de mercurio	Vapor de sodio de alta presión	Vapor halogenuros metálicos
50	60	62	—
70	—	84	84
80	92	—	—
100	—	116	116
125	139	—	—
150	—	171	171
250	270	277	270 (2,15A) 277 (3A)
400	425	435	425 (3,5A) 435 (4,6A)

**NOTA:** Estos valores no se aplicarán a los balastos de ejecución especial tales como secciones reducidas o reactancias de doble nivel.

**TABLA 3.** Lámparas halógenas de baja tensión.

Potencia nominal de lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)
35	43
50	60
2x35	85
3x25	125
2x50	120

## 4.2 Control de recepción en obra de productos

- 1.- Se comprobará que los conjuntos de las lámparas y sus equipos auxiliares disponen de un certificado del fabricante que acredite su potencia total.

## 5. Mantenimiento y conservación

- 1.- Para garantizar en el transcurso del tiempo el mantenimiento de los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación VEEI, se elaborará en el proyecto un plan de mantenimiento de las instalaciones de iluminación que contemplará, entre otras acciones, las operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento, la limpieza de luminarias con la metodología prevista y la limpieza de la zona iluminada, incluyendo en ambas la periodicidad necesaria. Dicho plan también deberá tener en cuenta los sistemas de regulación y control utilizados en las diferentes zonas.

## NORMAS DE REFERENCIA

### 1. Parámetros de iluminación

- 1.- A efectos del cumplimiento de las exigencias de esta sección, se consideran aceptables los valores de los distintos parámetros de iluminación que definen la calidad de las instalaciones de iluminación interior, dispuestos en la siguiente normativa:
  - a) UNE 12464-1: 2003. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte I: Lugares de trabajo en interiores. (Véase siguiente apartado).
  - b) Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo, que adopta la

norma UNE 12464 y ha sido elaborada en virtud de lo dispuesto en el artículo 5 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero y en la disposición final primera del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, que desarrollan la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

c) Norma UNE 12193: Iluminación de instalaciones deportivas.

## 2. Recomendaciones

- 1.- UNE 72 112 Tareas visuales. Clasificación.
- 2.- UNE 72 163 Niveles de iluminación. Asignación de Tareas.

### 3.2.2. Norma UNE 12464.1: Norma Europea sobre la iluminación para interiores

En el ámbito de la Unión Europea, el Parlamento y el Consejo redactaron y publicaron en el año 2002 la Directiva 2002/91/CE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios, de aplicación obligatoria en los países miembros (entre los cuales se encuentra España), una vez transcurrido el período transitorio de adecuación correspondiente.

Esta Directiva impulsa la consecución de la **mayor eficiencia energética posible** en todas y cada una de las instalaciones que concurren en un edificio, entre las cuales se encuentra la iluminación. Tal y como se indica en sus capítulos, se trata de reducir los consumos excesivos de energía hasta en un 22 % obligando a la adopción de medidas de ahorro y recuperación energética y se aconseja la sustitución de ciertas fuentes de energía escasas y contaminantes por otras renovables y menos agresivas con el medio ambiente.

Inmersos en el cumplimiento de dicha Directiva, en nuestro país se están desarrollando múltiples esfuerzos enfocados a la consecución de dicha mejora energética en las instalaciones de alumbrado, constituyendo de este modo una

sería y responsable respuesta a las peticiones que surgen de todos los ámbitos de la sociedad.

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.

Afortunadamente en septiembre de 2002 se aceptó 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.

En un aspecto más materialista se describe de modo muy detenido la importancia de la utilización de factores de mantenimiento correctos a emplear en las instalaciones de alumbrado, teniendo en cuenta las pérdidas propias de envejecimiento de los componentes o el ensuciamiento de sus superficies ópticas.

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 colores.

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  $R_a > 80$  en la conocida escala de 0 a 100 para iluminar cualquier tarea visual en salas o recintos en los que la ocupación sea de gran duración 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.

Cabe pensar que hay que felicitarse porque la Comisión Europea de Normalización y los países de la Unión Europea hayan refrendado los deseos de los usuarios de las instalaciones satisfaciendo sus ya antiguas reivindicaciones en cuanto al tratamiento de los colores y del confort visual además de la seguridad.

Los requisitos de iluminación son determinados por la satisfacción de tres necesidades humanas básicas:

- ✿ **Confort visual;** en el que los trabajadores tienen una sensación de bienestar, de un modo indirecto también contribuye a un elevado nivel de la productividad.
- ✿ **Prestaciones visuales;** en el que los trabajadores son capaces de realizar sus tareas visuales, incluso en circunstancias difíciles y durante períodos más largos.

## ☀ Seguridad

A continuación se muestra una tabla para el caso concreto de las oficinas así como una explicación de cada uno de los parámetros mostrados:

### Tabla de Oficinas

I. Oficinas					
Nº ref	Tipo de interior, tarea y actividad	$E_m$ lux	UGR <sub>L</sub>	R <sub>a</sub>	Observaciones
I.1	Archivo, copias, etc	300	19	80	
I.2	Escritura, escritura a máquina, lectura y tratamiento de datos	500	19	80	
I.3	Dibujo técnico	750	16	80	
I.4	Puestos de trabajo de CAD	500	19	80	
I.5	Salas de conferencias y reuniones	500	19	80	- La iluminación debería ser confortable
I.6	Mostrador de recepción	300	22	80	
I.7	Archivos	200	25	80	

*Columna 1:* recoge el **número de referencia** para cada (área) interior, tarea o actividad.

*Columna 2:* recoge **las (áreas) interiores, tareas o actividades**, para las que están dados los requisitos específicos. Si el (área) interior, tarea o actividad particular no está recogida, deberían adoptarse los valores dados para una situación similar, comparable.

*Columna 3:* da **la iluminancia mantenida  $E_m$**  en la superficie de referencia para el (área) interior, tarea o actividad dada en la columna 2. La iluminancia media para cada tarea no debe caer del valor en tablas para cada área, independientemente de la edad y estado de la instalación. La iluminancia mantenida puede ser disminuida en circunstancias inusuales o aumentada en circunstancias críticas (trabajos de precisión).

*Columna 4:* cuando los **límites de UGR (límite de Índice de Deslumbramiento Unificado UGR)** son aplicables a la situación recogida en la columna 2.

*Columna 5:* proporciona los **índices de rendimiento de colores (Ra)** mínimos para la situación recogida en la columna 2.

*Columna 6:* se dan avisos y pies de notas para excepciones y aplicaciones especiales para las situaciones recogidas en la columna 2.

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

El Consejo de Ministros aprobó el Real Decreto 208/2005, el 25 de febrero de 2005, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos, con el que se pretende mejorar el comportamiento ambiental de todos los agentes (productores, distribuidores y usuarios) que intervienen en el ciclo de vida de estos aparatos y, en particular, el de aquellos agentes directamente implicados en la gestión de los residuos derivados de estos aparatos.

El Real Decreto incorpora al derecho español las Directivas europeas 2002/96/CE, de 27 de enero de 2003, y la Directiva 2003/108/CE, de 8 de diciembre de 2003.

Establece medidas de prevención desde la fase de diseño y fabricación de los aparatos eléctricos o electrónicos para limitar la inclusión en ellos de sustancias peligrosas, que serán exigibles a los aparatos que salgan al mercado a partir del 1 de julio de 2006.

Se determina también cómo gestionar estos aparatos para minimizar el impacto ambiental de sus residuos con especial consideración de los procedentes de hogares particulares, por su porcentaje mayoritario en el cómputo total de

residuos de estos aparatos. La norma aprobada establece que los últimos poseedores podrán devolver los aparatos sin coste a los distribuidores o a las entidades locales. Posteriormente los productores deberán hacerse cargo de ellos y proceder a su correcta gestión, bien directamente o mediante gestores autorizados.

El Real Decreto aprobado concreta las operaciones de su tratamiento, que deben ajustarse a las mejores técnicas disponibles, en el sentido indicado por la ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrado de la contaminación.

En aplicación del principio “quien contamina paga” el productor debe hacerse cargo de los costes de la gestión, incluida la recogida desde las instalaciones de almacenamiento temporal establecidas por los entes locales o desde los distribuidores, de los residuos que se generen tras el uso de los aparatos eléctricos o electrónicos que se hayan puesto en el mercado a partir del 13 de agosto de 2005. A partir de esa fecha, los aparatos que se pusieron en el mercado se marcaron para identificar a su productor y para constatar que habían sido puestos en el mercado después de dicha fecha, se etiquetaron con el símbolo indicativo de la necesaria recogida selectiva y diferenciada del resto de residuos urbanos, según el estándar europeo desarrollado para este fin.

Se prevé asimismo la financiación de los costes de gestión de los residuos procedentes de productos puestos en el mercado antes del 13 de agosto de 2005: en los aparatos puestos en el mercado a partir de la entrada en vigor del Real Decreto, los productores deberán informar a los usuarios sobre la repercusión de los costes de gestión de los aparatos existentes en el mercado antes de dicha fecha, debiendo esta información ser especificada en la factura. Esta obligación podrá mantenerse hasta el 13 de febrero de 2011, con algunas excepciones en las que puede mantenerse hasta el 13 de febrero de 2013.

De conformidad con lo dispuesto en el RD 208/2005, el fabricante especificará en sus facturas la información relativa a la repercusión en el precio de sus productos de los costes de gestión de los aparatos puestos en el mercado antes del 13 de agosto de 2005 cuando devengan residuos.

Finalmente se establecen los requisitos técnicos tanto de las instalaciones de recepción, incluso provisionales, como los de las instalaciones de tratamiento de residuos de aparatos eléctricos o electrónicos, y se determina la información que los distintos agentes económicos deben remitir a las Comunidades Autónomas y al Registro de establecimiento industriales de ámbito estatal, así como la que éstos deben enviar al Ministerio de Medio Ambiente para su remisión a la Unión Europea.

Los productores pueden desarrollar su propio sistema de recogida, reciclado y valorización o realizar este servicio a través de un Sistema Integrado de Gestión (S.I.G.). Philips Alumbrado cuenta con la Asociación sin ánimo de lucro Ambilamp para los residuos de lámparas ([www.ambilamp.es](http://www.ambilamp.es)) y con la Fundación Ecolum para luminarias ([www.ecolum.es](http://www.ecolum.es)).

### **3.2.4. RoHS. Directiva sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos**

Desde el 1 de julio de 2006 son de aplicación las medidas previstas en la Directiva 2002/95/CE sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, también conocida como Directiva RoHS (transpuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero), medidas que tendrán un impacto significativo en las cantidades de sustancias peligrosas emitidas al medio ambiente. Complementa la Directiva RAEE reduciendo las cantidades de materiales potencialmente peligrosos contenidos en productos eléctricos y electrónicos.

Una de las principales consecuencias de la directiva RoHS deberá ser la restricción de aquellos productos que no cumplan con las cantidades de sustancias contaminantes que en esta directiva se especifican. Así mismo, reducir los riesgos en la manipulación de los productos en su ciclo de reciclaje.

Se prohibirán las siguientes sustancias en lámparas y equipos:

- ☀ Plomo (Pb)
- ☀ Mercurio (Hg)
- ☀ Cromo hexavalente (Cr VI)
- ☀ Cadmio (Cd)
- ☀ Bifenilos polibromados (PBB)
- ☀ Difeniléteres polibromados (PBDE).

La Directiva RoHS afecta tanto a las lámparas como a los equipos y, conjuntamente con la directiva RAEE, tendrá un impacto significativo en las cantidades de sustancias peligrosas emitidas al medio ambiente. Hay que tener en cuenta que las lámparas incandescentes y halógenas, a diferencia de la directiva RAEE, sí están incluidas en RoHS.

La normativa sobre el mercurio y el plomo contempla algunas exenciones en iluminación, basadas en los niveles que se utilizan actualmente en el sector, Tabla 4. La razón es que se requiere algo de mercurio para que las lámparas de descarga en gas funcionen eficientemente, así como la ausencia de alternativas técnicas industriales al plomo en determinadas categorías de producto. Una de las principales consecuencias de la Directiva RoHS deberá ser la restricción de los productos de baja calidad.

**TABLA 4.** Exenciones en iluminación de la Directiva RoHS.

<b>Sustancia</b>	<b>Aplicaciones</b>	<b>Exención Máx. valor</b>
Mercurio	Compactas Integradas y No Integradas	< 5 mg
	Lámparas fluorescentes rectas (fines generales)	< 10 mg
	Halofosfatos (lámparas estándar)	< 5 mg
	Trifosfatos vida normal (Gama 80)	< 8 mg
	Trifosfatos vida prolongada (Xtra/Xtreme)	Exento
	Fluorescentes para fines especiales	Exento
	Lámparas HID (compactas)	Exento
Plomo	Vidrio de arrancadores y tubos fluorescentes	Exento
	Soldaduras de alta temperatura de fusión (Pb>85%)	Exento
	Piezas cerámicas electrónicas (por ejemplo, en excitadores)	Exento

### 3.2.5. Real Decreto 838/2002. Requisitos de eficiencia energética de los balastos para lámparas fluorescentes

El Real Decreto 838/2002 del 2 de agosto traspone la Directiva 2000/55/CE que fue aprobada en el Parlamento Europeo el 18 de septiembre. Esta Directiva regula los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

La presente Directiva tiene como objeto reducir el consumo de energía de los balastos para lámparas fluorescentes abandonando poco a poco aquellos que sean menos eficientes a favor de balastos más eficientes que permitan además un importante ahorro energético.

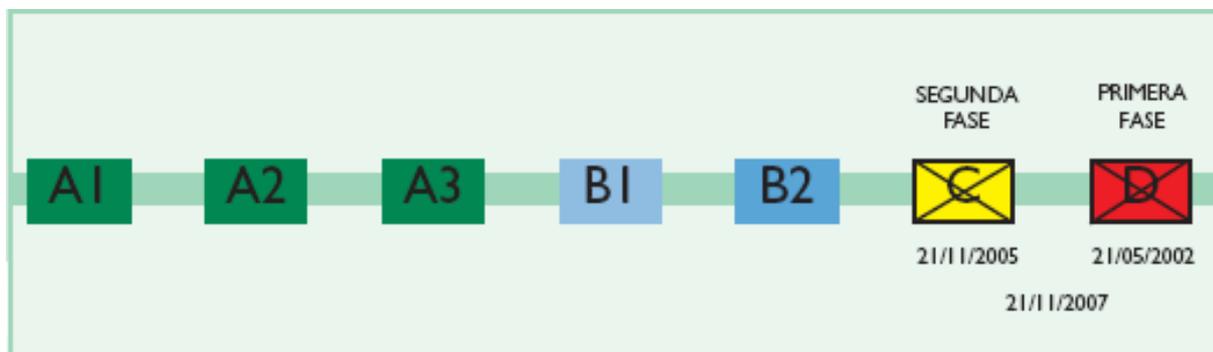
Esta Directiva se debe de aplicar a los balastos de fluorescencia alimentados a través de la red eléctrica. Están excluidos: los balastos integrados en lámparas, balastos que, estando destinados a luminarias, han de instalarse en muebles y los balastos destinados a la exportación fuera de la Comunidad.

Los balastos deber de ir con el marcado "CE". El marcado "CE" habrá de colocarse de manera visible, legible e indeleble en los balastos y en sus embalajes. Es decisión del fabricante incorporar en el balasto una etiqueta indicando el índice de eficiencia energética.

Se define como Índice de eficiencia energética, la potencia máxima de entrada del circuito balasto-lámpara. Existen 7 niveles de eficiencia, clasificándolas de mejor a peor son:

- ✿ A1, electrónicos regulables.
- ✿ A2, electrónicos de bajas pérdidas.
- ✿ A3, electrónicos estándar.
- ✿ B1, electromagnéticos de muy bajas pérdidas.
- ✿ B2, electromagnéticos de bajas pérdidas.

- ☀ C, electromagnéticos de pérdidas moderadas.
- ☀ D, electromagnéticos de altas pérdidas.



Ésta última está en función de la potencia de la lámpara y del tipo de balasto; por lo tanto, la potencia máxima de entrada de los circuitos balasto-lámpara para un tipo de balasto determinado se define como la potencia máxima del circuito balasto-lámpara con distintos niveles para cada potencia de lámpara y para cada tipo de balasto.

Para calcular la potencia máxima de entrada de los circuitos balasto-lámpara de un tipo determinado de balasto, habrá que situarlo en la categoría adecuada de la lista siguiente:

<i>Categoría</i>	<i>Descripción</i>
1	Balasto para lámpara tubular
2	Balasto para lámpara compacta de 2 tubos
3	Balasto para lámpara compacta plana de 4 tubos
4	Balasto para lámpara compacta de 4 tubos
5	Balasto para lámpara compacta de 6 tubos
6	Balasto para lámpara de tipo 2 D

En la siguiente tabla se establece la potencia máxima de entrada de los circuitos balasto-lámpara expresada en W:

Potencia de lámpara (W)			CLASE						
	50 Hz.	HF	A1	A2	A3	B1	B2	C	D
GRUPO I	15	13,5	9	16	18	21	23	25	>25
	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
	30	24	16,5	31	33	36	38	40	>40
	36	32	19	36	38	41	43	45	>45
	38	32	20	38	40	43	45	47	>47
	58	50	29,5	55	59	64	67	70	>70
	70	60	36	68	72	77	80	83	>83
GRUPO 4	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
	24	22	13,5	25	27	30	32	34	>34
	36	32	19	36	38	41	43	45	>45
GRUPO 4	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
	24	22	13,5	25	27	30	32	34	>34
	36	32	19	36	38	41	43	45	>45
GRUPO 4	10	9,5	6,5	11	13	14	16	18	>18
	13	12,5	8	14	16	17	19	21	>21
	18	16,5	10,5	19	21	24	26	28	>28
	26	24	14,5	27	29	32	34	36	>36
GRUPO 4	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
	26	24	14,5	27	29	32	34	36	>36
GRUPO 4	10	9	6,5	11	13	14	16	18	>18
	16	14	8,5	17	19	21	23	25	>25
	21	19	12	22	24	27	29	31	>31
	28	25	15,5	29	31	34	36	38	>38
	38	34	20	38	40	43	45	47	>47

En las tablas anexas encontrará de forma rápida y sencilla como comprobar la potencia total del sistema (lámpara + balasto). La primera columna indica el tipo de lámpara. Las dos siguientes columnas indican el consumo de la lámpara bien trabajando a 50 Hz o bien trabajando con balasto de alta frecuencia. Las columnas con las distintas clases de balastos indican el consumo total del sistema, (lámpara + balasto). Para los balastos clase A1, A2 y A3 se toma como potencia de la lámpara los datos de la columna HF, y para el resto los de la columna 50 Hz.

	Potencia de lámpara (W)		CLASE						
	50 Hz	HF	A1	A2	A3	B1	B2	C	D
TL-D	15	13,5	9	16	18	21	23	25	>25
	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
	30	24	16,5	31	33	36	38	40	>40
	36	32	19	36	38	41	43	45	>45
	38	32	20	38	40	43	45	47	>47
	58	50	29,5	55	59	64	67	70	>70
	70	60	36	68	72	77	80	83	>83
PL-L	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
	24	22	13,5	25	27	30	32	34	>34
	36	32	19	36	38	41	43	45	>45
PL-F	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
	24	22	13,5	25	27	30	32	34	>34
	36	32	19	36	38	41	43	45	>45
PL-C	10	9,5	6,5	11	13	14	16	18	>18
	13	12,5	8	14	16	17	19	21	>21
	18	16,5	10,5	19	21	24	26	28	>28
	26	24	14,5	27	29	32	34	36	>36
PL-T	18	16	10,5	19	21	24	26	28	>28
	26	24	14,5	27	29	32	34	36	>36
PL-Q	10	9	6,5	11	13	14	16	18	>18
	16	14	8,5	17	19	21	23	25	>25
	21	19	12	22	24	27	29	31	>31
	28	25	15,5	29	31	34	36	38	>38
	38	34	20	38	40	43	45	47	>47
PL-S	5	4,5	4	7	8	10	12	14	>14
	7	6,5	5	9	10	12	14	16	>16
	9	8	6	11	12	14	16	18	>18
	11	11	7,5	14	15	16	18	20	>20
TL-MINI	4	3,4	3,5	6	7	9	11	13	>13
	6	5,1	4	8	9	11	13	15	>15
	8	6,7	5	11	12	13	15	17	>17
	13	11,8	8	15	16	17	19	21	>21
TL-E	22	19	12	22	24	28	30	32	>32
	32	30	18,5	35	37	38	40	42	>42
	42	32	19,5	37	39	46	48	50	>50

Lámparas que trabajan únicamente con balastos electrónicos de alta frecuencia.

	Potencia de lámpara (W)	CLASE						
	HF	A1	A2	A3	B1	B2	C	D
TL-5	14	9,5	17	19				
	21	13	24	26				
	24	14	26	28				
	28	17	32	34				
	35	21	39	42				
	39	23	43	46				
	49	29	55	58				
	54	31,5	60	63				
	80	47,5	88	92				
TL-5 CIRCULA	22	14	26	28				
	40	24	45	48				
	55	32,5	61	65				

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

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

La iluminación en unas oficinas debe servir a dos objetivos fundamentales:



- ❁ Cumplir con las recomendaciones de calidad y confort visual.
- ❁ Crear ambientes agradables y confortables para los usuarios de las instalaciones.
- ❁ Racionalizar el uso de la energía con instalaciones de la mayor eficiencia energética posible.

Las instalaciones de iluminación de las distintas dependencias que componen las oficinas y despachos, deben estar dotadas de sistemas que proporcionen un entorno visual confortable y suficiente, según las 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.

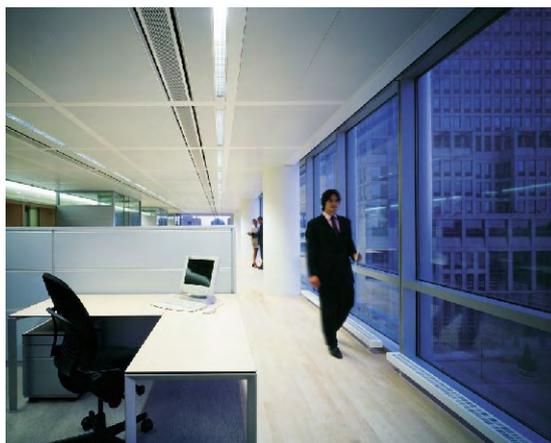
En una instalación de alumbrado de una oficina o despacho, podemos encontrar problemáticas específicas, tales como:

- ❁ Luminarias que producen deslumbramientos directos o indirectos.

- ❁ Lámparas de temperatura de color y potencia inadecuada a la instalación, tanto por defecto como por exceso.

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 control y regulación cuando sea posible adecuados a las necesidades del espacio a iluminar, lo que permitirá tener unos buenos niveles de confort sin sacrificar la eficiencia energética.

Conociendo los requisitos generales del usuario, es posible determinar los criterios de alumbrado para cada uno de los diferentes espacios: pasillos, áreas de mesas de trabajo, salas de reunión, zonas de descanso, etc.



La calidad de la luz (nivel de iluminación, reproducción del color, temperatura del color y grado de deslumbramiento) ha de ser siempre suficiente para garantizar un rendimiento visual adecuado de la tarea en cuestión. El rendimiento visual de una persona depende de la calidad de la luz y de sus propias "capacidades visuales". En este sentido, la edad es un factor importante, ya que con ella aumentan las necesidades de iluminación.

Los efectos estimulantes de la luz son reconocidos por casi todo el mundo. No sólo los distintos efectos de la luz solar, sino también los efectos de la luz en los entornos cerrados. Existen estudios que sugieren que la luz repercute positivamente en la salud de las personas.

Una iluminación de baja calidad puede requerir un mayor esfuerzo y/o un mayor número de errores o accidentes, con la consiguiente disminución de las capacidades de actuación. Las causas son con frecuencia el escaso nivel de iluminación, el deslumbramiento y las relaciones de luminancia mal equilibradas en

el lugar, o el consabido parpadeo de los tubos fluorescentes que funcionan con equipo convencional.

Está demostrado que muchos tipos de errores y accidentes se podrían evitar si se mejorara la visibilidad aumentando el nivel de iluminación, mejorando la uniformidad, evitando deslumbramientos, instalando balastos electrónicos para evitar el efecto estroboscópico o parpadeo.

A continuación se analizan cuáles son las fases de una instalación de alumbrado en las que se puede ahorrar energía, y 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, que dependerá de la fuente de luz elegida, de las luminarias así como de la posibilidad de ensuciamiento del mismo. 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 las actividades que se realizan 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 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 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

En el caso de las oficinas deberá estudiarse la superficie abierta, la orientación 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.

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 (energía y mantenimiento de la instalación), 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.

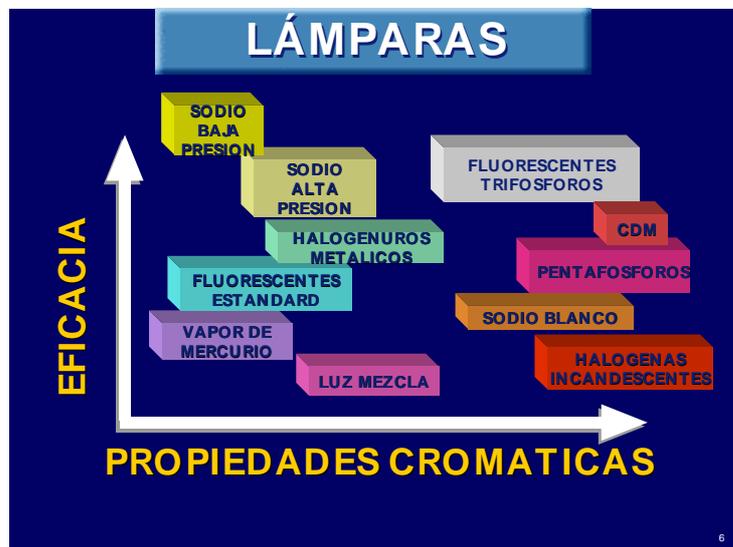


Figura 1. Cuadro comparativo de eficacia de las lámparas.

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.

<b>Ra &lt; 60</b>	<b>Pobre</b>
<b>60 &lt; Ra &lt; 80</b>	<b>Bueno</b>
<b>80 &lt; Ra &lt; 90</b>	<b>Muy Bueno</b>
<b>Ra &gt; 90</b>	<b>Excelente</b>

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 periodos.

La "aparición 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:

<b>Blanco Cálido</b>	<b>Tc &lt; 3300 K</b>
<b>Blanco Neutro</b>	<b>3300 K &lt; Tc &lt; 5300 K</b>
<b>Blanco Frío</b>	<b>Tc &gt; 5300 K</b>

La elección de aparición de color es una cuestión psicológica, estética y de lo que se considera como natural. La elección dependerá del nivel de iluminancia, colores del espacio y objetos del mismo, clima circundante y la aplicación.

## **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 *Electrónicos* (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:

- ❁ **Pérdidas de potencia:** las pérdidas de potencia en los balastos tradicionales (electromagnéticos) oscilan entre un 6-7 % hasta un 20 %, mientras en los balastos electrónicos puros son de 0 watios.
- ❁ **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.
- ❁ **Comportamiento:** 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.
- ❁ **Seguridad:** 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.

- ❁ **Instalación:** 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).
- ❁ **Eficacia:** el funcionamiento de los balastos electrónicos a alta frecuencia, por encima de 16 kHz, que hace aumentar la eficacia del tubo en un 10 %.

Además, los balastos electrónicos 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.



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 éstas 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 presente 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.

### 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 subtensiones 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 más, menos 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**

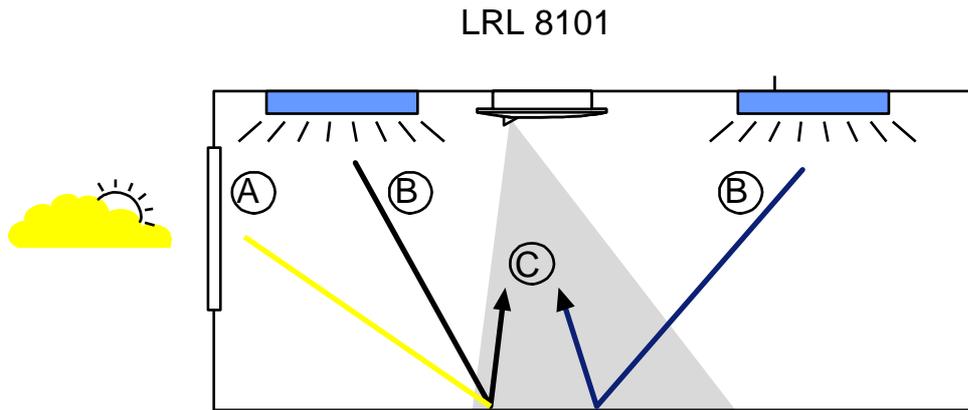
Hay que respetar al máximo las soluciones de Proyecto, pues aunque la tendencia a equiparar componentes y soluciones esté muy extendida en función de las diferencias de precios de adquisición, que a veces son muy importantes, las consecuencias de una falta de respeto del Proyecto puede dar lugar a pérdidas 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 iluminadas 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 para compensar la aportación de la luz natural que penetra por las zonas abiertas de una oficina, Fig. 3, puede conducir a ahorros enormes de consumo de energía eléctrica, evaluables según la orientación y superficie abierta. Ningún edificio con aportación de luz natural debería proyectarse sin regulación del flujo luminoso o apagado de las fuentes más próximas a los espacios abiertos. Esto se recoge perfectamente en los últimos comentarios dentro del Código Técnico de la Edificación.



**Figura 3.** Combinación de luz natural y luz artificial mediante control por célula.

### 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 atención especial 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 de prisa 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 pueden 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 evita 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 las luminarias sean fácil y económicamente accesibles para el mantenimiento y cambio de lámparas.

Cuando se cambian las lámparas, hay que tener especial cuidado en que las luminarias vayan equipadas con el tipo correcto. La instalación eléctrica deberá comprobarse y cualquier elemento desaparecido o estropeado será repuesto de nuevo.

### **3.3.3.2. Respeto a la frecuencia 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 algunas instalaciones 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.

En 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 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. Consejos a la hora de elegir las lámparas. Coste Total de Propiedad (CTP)

A la hora de invertir en una instalación de alumbrado no solo se deben de tener en cuenta la inversión inicial, coste de lámparas + luminarias + equipos y el coste de la instalación. Se deben de tener en cuenta también los siguientes costes:

- ✿ Costes de reemplazo de las lámparas (mano de obra y precio lámpara).
- ✿ Costes energéticos, precio del kWh. Consumo energético del sistema.
- ✿ Costes de mantenimiento: que serán la suma de los costes laborales, costes operacionales y los costes por alteración o interrupción producida.

Los CTP se pueden reducir:

- ✿ Reduciendo el coste de la instalación.
- ✿ Utilizando lámparas de mayor vida útil (lámparas de larga duración).
- ✿ Utilizando equipos energéticamente más eficientes (balastos electrónicos).
- ✿ Utilizando sistemas de control que permitan un uso racionalizado de la luz.

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  $m^2$ ). La unidad de medida es el lux (lúmen/ $m^2$ ). 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.).



La elección de las luminarias estará en función del trabajo que se realice en el espacio a iluminar y de la altura a la que debemos colocar las luminarias.

Las lámparas que se utilizan en las oficinas y despachos son principalmente del tipo fluorescencia. Hemos realizado diversos supuestos de instalaciones para valorar los ahorros y ventajas de unos frente a otros.

### Fluorescentes estándar vs Fluorescentes Trifósforo

Las lámparas fluorescentes son las más utilizadas debido a su bajo coste, su versatilidad y su simplicidad de uso. Los ahorros obtenidos por la utilización de uno u otro tipo difieren considerablemente en función del balasto con el que trabajan. A parte del ahorro económico, la utilización de un tubo trifósforo frente a un tubo estándar otorga una mejor reproducción cromática y un mayor flujo lumínico además de una vida más larga.

Tipo de fluorescente	Ra	Eficacia	Contenido en mercurio
Tubo estándar	50-60	67-79	8 mg
Tubo trifósforo	>80	75-93	2 mg

En los siguientes supuestos se muestran cuáles son los verdaderos costes totales de propiedad anuales. Se entiende por coste total de propiedad la suma de los costes de las lámparas, costes de electricidad y costes de mantenimiento.

Bajo un ciclo de encendido de 12 horas (dos encendidos diarios)

**A.1** Tubo fluorescente trifósforo 36 W Vs tubo fluorescente estándar 36 W trabajando con **equipo electromagnético**:

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	12h / día - 3600h / año

Tipo de fluorescente	Estándar T8	Trifósforo
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	12000
Precio medio (€)	3	6
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	2,79 €
<b>Ahorro anual</b>		<b>0,23 €</b>

**A.2** Tubo fluorescente trifósforo 36 W Vs tubo fluorescente estándar 36 W trabajando con **equipo electrónico**:

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	12h / día - 3600h / año

Tipo de fluorescente	Estándar T8	Trifósforo
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	19000
Precio medio (€)	3	6
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	1,76 €
<b>Ahorro anual</b>		<b>1,26 €</b>

Tanto si se dispone de un balasto electromagnético como electrónico, los ahorros en mantenimiento por lámpara instalada son considerables. A este beneficio económico, hay que añadir la mejor reproducción cromática de la gama

trifósforo (cumplimiento de la Normativa UNE 12464-1), disminución del contenido en mercurio de la lámpara, siendo de este modo más respetuoso con el medioambiente y una mejora de la eficacia de las lámparas, permitiendo incluso la disminución del número de lámparas instaladas manteniendo el mismo flujo lumínico.

### Fluorescentes estándar vs Fluorescentes Trifósforo de Larga Vida

Para lograr un mayor ahorro en CTP, en los últimos años, han aparecido lámparas fluorescentes trifósforos de larga vida. Los ahorros al utilizar estas lámparas son considerables si las comparamos con lámparas estándar o convencionales.

Tipo de fluorescente	Ra	Eficacia	Contenido en mercurio
Tubo estándar	50-60	75-93	8 mg
Tubo trifósforo	>80	70-90	2 mg

En función de los ciclos de encendido y del tipo de balasto, las lámparas de larga vida pueden durar desde 24000 h hasta 79000 horas de vida útil.

A continuación, se muestran dos ejemplos comparativos en función del balasto utilizado en la instalación:

**B.1** Tubo fluorescente trifósforo de larga duración 36 W Vs tubo fluorescente estándar 36 W trabajando con **equipo electromagnético**:

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	12h / día - 3600h / año

Tipo de fluorescente	Estándar T8	Trifósforo Larga Vida MASTER TLD - Xtra
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	40000
Precio medio (€)	3	10
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	1,20 €

<b>Ahorro anual</b>		<b>1,83 €</b>
---------------------	--	---------------

Tipo de fluorescente	Estándar T8	Trifósforo Larga Vida MASTER TLD - Xtreme
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	58000
Precio medio (€)	3	18
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	1,32 €

<b>Ahorro anual</b>		<b>1,70 €</b>
---------------------	--	---------------

Tanto con la utilización de tubos de larga vida Xtra o Xtreme, los ahorros anuales por tubo fluorescente instalados son considerables. A este beneficio económico, hay que añadir la mejor reproducción cromática de la gama trifósforo (cumplimiento de la Normativa UNE 12464-1), disminución del contenido en mercurio de la lámpara, siendo de este modo más respetuoso con el medio ambiente y una mejora de la eficacia de las lámparas, permitiendo incluso la disminución del número de lámparas instaladas manteniendo el mismo flujo lumínico.

Estos ahorros anuales varían principalmente por el número de horas de encendido, equipos de funcionamiento, etc.

**B.2** Tubo fluorescente trifósforo de larga vida 36W Vs tubo fluorescente estándar 36W trabajando con **equipo electrónico**:

<b>Coste de la energía (kWh)</b>	<b>0.08 €</b>
<b>Tiempo de utilización anual</b>	<b>12h / día - 3600h / año</b>

<b>Tipo de fluorescente</b>	<b>Estándar T8</b>	<b>Trifósforo Larga Vida MASTER TLD - Xtra</b>
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	55000
Precio medio (€)	3	10
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	0,87 €
<b>Ahorro anual</b>		<b>2,15 €</b>

<b>Tipo de fluorescente</b>	<b>Estándar T8</b>	<b>Trifósforo Larga Vida MASTER TLD - Xtreme</b>
Número de tubos	1	1
Potencia (vatios)	36	36
Vida útil (horas)	7500	79000
Precio medio (€)	3	18
Tasa RAEE (€)	0,3	0,3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	10,37 €	10,37 €
Costes de Mant. /año	3,02 €	0,97 €
<b>Ahorro anual</b>		<b>2,05 €</b>

Al igual que en el caso anterior, se logran ahorros en mantenimiento mayores al trabajar con equipos electrónicos.

### 3.3.5. Consejos para la realización de proyectos de alumbrado en oficinas y despachos

#### 3.3.5.1 Parámetros en la iluminación de oficinas

Como hemos comentado anteriormente, los requisitos de iluminación para salas y actividades en lugares de trabajo interiores están especificados en la normativa UNE 12464.1 Iluminación para interiores CEN (*European Committee for Standardisation*). La normativa, que está en vigor desde septiembre del 2002, es válida para todos los miembros de la UE y reemplaza las regulaciones propia de cada país. La normativa especifica los requisitos de los sistemas de iluminación para casi todos los lugares de trabajo en interiores según la cantidad y calidad de la iluminación.

La normativa UNE 12464.1 para el sector de oficinas menciona cuatro parámetros de calidad básicos para tareas y actividades en interiores: nivel de iluminación medio ( $E_m$ ), uniformidad ( $E_{nim}/E_{med}$ ), control de deslumbramiento (UGR) y rendimiento del color ( $R_a$ ).

Lo índices indicados a continuación, dan una idea aproximada de la necesidad de luz para oficinas:

Oficinas		
Tipo de interior, tarea o actividad	Iluminancia	UGR
Almacenaje, copia, etc.	300	19
Escribir, teclear, leer, proc. de datos	500	19
Dibujo técnico	750	19
Estaciones de trabajo CAD	500	16
Salas de reuniones y conferencias	500	19
Recepción	300	22

### 3.3.5.2 Tendencias en la iluminación de oficinas

Tal y como hemos hecho referencia a lo largo del capítulo, son múltiples los procedimientos y sistemas de los que disponemos para alcanzar la eficiencia energética en nuestras instalaciones de alumbrado en oficinas. A continuación se explican algunas de las principales soluciones, que no sólo contribuyen a cumplir con la normativa vigente sino que además ayudarán a conseguir grandes ahorros en la explotación y mantenimiento a lo largo de la vida de nuestras instalaciones de alumbrado. Algunas de ellas serán de obligado cumplimiento según el Código Técnico de la Edificación:

#### Sistemas de control básicos:

A) **Detectores de presencia:** un sistema muy utilizado en oficinas en diversas zonas como pueden ser las escaleras, aseos, descansillos, etc., son los detectores de presencia. Las principales ventajas de los detectores de presencia son:

- ✿ Ahorro de energía: mediante este tipo de detectores se puede maximizar su confort y ahorrar energía. Con un detector de presencia integrado – en función del modelo detectará presencia o ausencia – y/o una fotocélula, se asegura que las luminarias solo estén encendidas cuando sea necesario.
- ✿ Fácil de instalar: suelen tener un concepto de cableado sencillo, sin cableado vertical, permite el cableado directo o en cascada y opción de regleta con tornillos o conector *wieland*.
- ✿ Fácil de usar y configurar: los equipos suelen venir precableados con las funcionalidades más comunes.
- ✿ Adecuado para diversas aplicaciones.
- ✿ Control automático o manual.



Dado que en estos espacios puede existir un flujo más o menos constante de personas y esto supondría un elevado número de encendidos y apagados, se deben instalar equipos de alta frecuencia de precaldeo de forma que los encendidos no reduzcan la vida de las lámparas. Además para que la instalación sea más confortable y segura para las personas debemos de tratar de que nunca se quede en completa oscuridad sino regulada al mínimo.



Como ejemplo de detector de presencia, tenemos el Occuswitch, que incorpora un interruptor, y está diseñado para el encendido automático de la luz en aplicaciones de interior.

- B) **Detectores de aporte de luz natural:** son fotosensores que regulan el flujo luminoso de una luminaria en función de la luz natural existente en la zona de ubicación de ésta. Como ejemplo de esta aplicación, tenemos el sistema Luxsense.



En la siguiente tabla se muestra el potencial de ahorro de un sistema de luminarias regulado en función de los niveles de luz natural detectados:

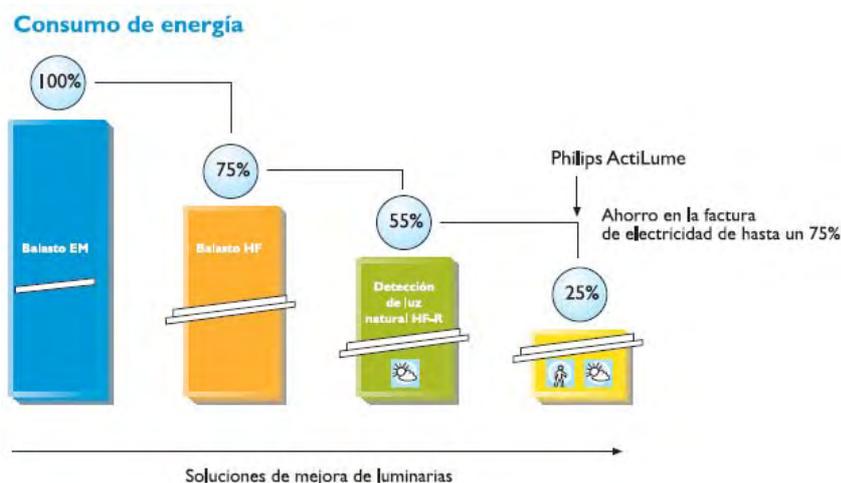
		Sur	Norte
Verano	1ª Fila de luminarias	55%	45%
	2ª Fila de luminarias	35%	25%
Invierno	1ª Fila de luminarias	45%	35%
	2ª Fila de luminarias	25%	15%

## Sistemas de control avanzados

Otros sistema de regulación y control tienen funcionalidades más avanzadas como es no sólo la detección de presencia sino la regulación en el caso de aportación de luz natural y otra serie de ventajas.

El consumo de energía supone entre el 50 % y el 80 % del coste total de un sistema de alumbrado. Usando este tipo de aplicaciones se puede conseguir un ahorro de energía de hasta un 75 %. Este ahorro tendrá también un impacto significativo en la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y ayudará a cumplir con las nuevas directivas de ahorro de energía y alcanzar los objetivos de Kyoto.

Un ejemplo de este tipo de aplicaciones es Actilume, solución *plug&play* compuesta de un multisensor (fotocélula, detector de movimiento y receptor de infrarrojos) y un controlador integrados en una luminaria, que permite funciones de control dependiendo de la luz natural, de la detección de presencia y de las instrucciones de un mando a distancia.



**Figura 4.** Ahorros de energía e a través de la mejoras en las luminarias.

Las ventajas principales de estos sistemas son:

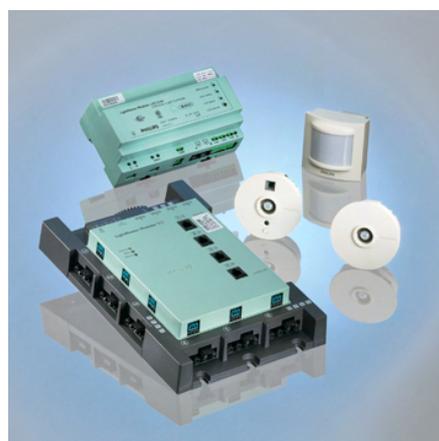
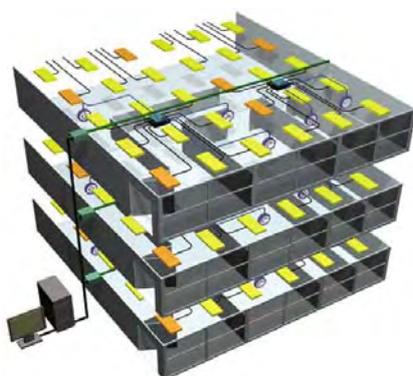
- ❁ Sistema de atenuación automático y asequible que ofrece un **ahorro de energía automático**.

- ✿ El alumbrado se regula automáticamente, adaptando los tipos de iluminación a los usos y necesidades del entorno.
- ✿ Fácil de instalar
- ✿ Integrable en la luminaria o en falso techo.



### Sistemas de gestión integral de edificios

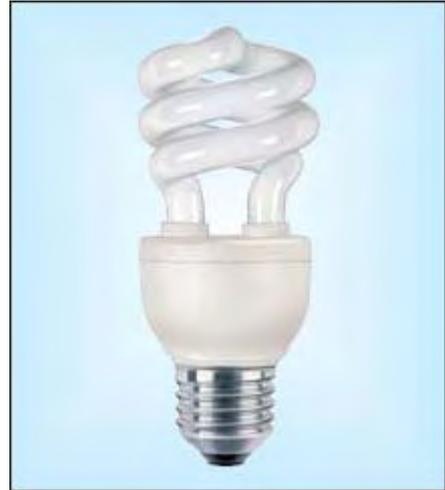
Son sistemas de gestión de alumbrado que pueden usarse para controlar toda la iluminación de un edificio. Estos sistemas garantizan grandes ventajas con una mínima inversión extra y un corto plazo de amortización. Como ejemplo tenemos el sistema LightMaster Modular: sistema de gestión integral de alumbrado basado de modularidad y escalabilidad. Ofrece la máxima flexibilidad con el mínimo de complejidad y coste.



### Lámparas ahorradoras

Bajo este nombre nos referimos a las lámparas fluorescentes compactas con equipo integrado. Todas las ventajas de las lámparas CFL-i se obtienen con sólo cambiar la bombilla. Igual que las lámparas incandescentes, éstas obtienen la corriente directamente de la red con un portalámparas normal, produciendo una iluminación de la misma calidad que la lámpara a la que sustituyen. Sus principales

ventajas son: ahorros de energía de hasta un 80 %, duración mucho mayor que las incandescentes, se calientan menos y además permiten la opción de seleccionar la temperatura de color de la iluminación.



### Fluorescentes Tele 5

Se trata de sistemas originales de iluminación de 16 mm inventados por Philips hace más de una década. Con su introducción, se redefinieron las posibilidades del diseño de luminarias al ser el tubo un 40 % más delgado que las lámparas fluorescentes al uso, de manera que las luminarias podían ser más compactas y decorativas. También favoreció una sustancial reducción de los costes operativos, así como un considerable **ahorro en energía** y materiales. Su reducido diámetro permitía, además, controlar la fuente luminosa con más precisión para producir una luz sin deslumbramiento y ultra confortable. Su mayor flujo luminoso propició la creatividad en los proyectos de alumbrado utilizando un menor número de luminarias.

### Lámparas de larga duración

En el mercado existen fuentes de luz con mayores duraciones y menores tasas de fallos prematuros. Esto permite conseguir grandes beneficios mediante la reducción de costes de mantenimiento. Dentro de las lámparas fluorescentes de larga vida, tenemos como ejemplo las series Xtra y Xtreme.

## Bibliografía

1. Código técnico de la edificación de "Código Técnico de la Edificación y otras normas relacionadas con el alumbrado".
2. "Introducción al alumbrado". Philips Ibérica.
3. "Luz sobre la Norma Europea". Philips Ibérica.
4. "Manual de Iluminación". Philips Ibérica.
5. "Revista internacional de luminotecnia". Philips Ibérica.

## 4.1. Introducción

Cada día estamos constatando el aumento notable de la preocupación de la sociedad por el consumo racional del agua y la energía, debido principalmente a la suma de distintos factores, como la sequía latente que nos acecha, la irregularidad pluviométrica que tenemos, la falta de recursos energéticos propios, el aumento de la sociedad y de las zonas urbanas, etc.

El sector servicios y en concreto, el sector de oficinas y despachos, aportan en las grandes ciudades una serie de connotaciones que lo posicionan como uno de los grandes consumidores de agua y energía, tras las viviendas e industrias, principalmente por su cantidad y elevado volumen de usuarios que acogen.

Lo que provoca que la gestión, distribución, uso y disfrute de la misma, requiera cada día más, un análisis racional de si podemos minimizar su consumo o hacer que éste sea más eficiente y respetuoso.

Últimamente algunas administraciones se toman cada día más en serio este problema, reglamentando y obligando por leyes, decretos, ordenanzas y pautas de comportamiento límites al consumo, dirigiendo y forzando a la sociedad a un crecimiento sostenible, por la calidad, que no por la cantidad.

A este respecto surge la necesidad de desarrollar estas buenas prácticas o intenciones pero de una forma rápida, ya que en algunas zonas del país el problema es acuciante, y lo primero que tenemos que tener, es una idea clara de qué se puede hacer, cómo y de qué forma, con qué ahorros y beneficios y en qué plazo se amortizarán las inversiones.

Desde este prisma, no cabe en cabeza alguna, la inactividad, si se está convencido, y hay ejemplos para demostrarlo, será una aberración el no tomar la iniciativa para cambiar las cosas.

Un concepto nuevo o reciente al tratar el tema del agua, es el crecimiento sostenible de nuestra sociedad; parte fundamental y responsabilidad de nuestros políticos y dirigentes, los cuales, y entre otras muchas cosas, a nivel municipal, tienen la misión de establecer y de regirse por unos principios sostenibles, siendo respetuosos con el medio ambiente, socialmente aceptables y económicamente viables para las arcas municipales y sus ciudadanos.

Este concepto municipal de desarrollo sostenible, lleva aparejado un grandísimo cambio en la forma de ver, pensar y actuar de cualquier ayuntamiento, y de hecho algunos van paulatinamente concretando cómo ha de ser el futuro inmediato de su localidad a través de ordenanzas más o menos exhaustivas, *(por norma general, en función de los problemas de suministro que posean)*.

De hecho, en este capítulo, vamos a repasar las que afectan a este sector, y que por norma general, los ayuntamientos dan prioridad a la hora de regular o normalizar consumos, ya que se sabe a ciencia cierta que son altos demandantes del consumo de agua y por norma general se realizan o articulan actuaciones concretas para este sector, con el fin de minimizar los consumos, en las ordenanzas que estos llevan a cabo.

Un buen ejemplo de esta inquietud, podría ser el Ayuntamiento de Madrid, el cual y a través de su **“Plan Municipal de Gestión de la Demanda de Agua en la Ciudad de Madrid”** se hace eco de la demanda social y se posiciona como la primera gran ciudad del mundo, que ataca casi la totalidad de las posibles actuaciones a realizar y utiliza la gestión de la demanda, como instrumento de la gestión integrada del agua en el Municipio, lo que le permite tener en consideración a todos los agentes y planificar una política estratégica de crecimiento sostenible para toda la ciudad, empezando por los propios edificios municipales y servicios a la ciudad, pasando por los edificios “De Uso Público” como edificios de oficinas, despachos, etc., a los cuales les afecta de lleno el mismo.

## 4.2. ¿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 porqué ha de escasear el agua, y porqué 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, corresponde al agua salada no potable de los océanos y mares. La mayor parte de los restantes 36 millones de kilómetros cúbicos de agua dulce, está aglomerada sólidamente en forma de hielo en los glaciares 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.

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

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

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 la incorporación de medidas correctoras y la instalación de dispositivos, y permitan reducir de este modo, los consumos tan elevados que en muchas ocasiones se tiene. Paralelamente, está demostrada el alza progresiva del coste de la misma.

Los dos últimos años (el 2005-2006), se dice que han sido de los peores desde hacía mucho tiempo a nivel de sequía. Según explicó el Secretario General para el Territorio y la Biodiversidad, D. Antonio Serrano, de la combinación de todos los datos disponibles "se puede decir con certeza que 2005 fue el año más seco" desde 1887, aunque eso no significa que sea "la peor sequía".

Se trata, sólo de datos de pluviometría, porque "para hablar de sequía hay que tener en cuenta el estado del suelo y de las reservas acumuladas a principio del año hidrológico" que comienza en octubre. Y el año 2006 acumulamos un déficit hídrico de más del 11 %, según D. Ángel Rivera (INM), aunque se empezó con el segundo octubre más lluvioso de los últimos 10 años.

Según los estudios realizados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), respecto a los datos de consumo que se tuvieron en el año 2004, y que fueron publicados el día 17 de agosto de 2006, se obtiene que durante ese año en España se dispusiera de 4.923 hm<sup>3</sup> de agua de abastecimiento público urbano. De esta cantidad, un 82,1 % (4.042 hm<sup>3</sup>) se distribuyó para el consumo de familias, empresas e instituciones y para consumos municipales.

El consumo de agua de las familias españolas ascendió a 2.701 hm<sup>3</sup>, lo que representa el 67 % del consumo total. El consumo medio se situó en **171 litros por habitante y día**, un 2,4 % más que los **167** litros del año 2003.

El valor unitario del agua (*cociente entre ingresos por el servicio realizado y el volumen de agua gestionada*) se incrementó un **11,6 % en el año 2004**, hasta situarse en **0,96 euros/m<sup>3</sup>**. El valor unitario del abastecimiento de agua alcanzó los 0,66 euros/m<sup>3</sup>, mientras que el de tratamiento de aguas residuales fue de 0,30 euros/m<sup>3</sup>.

Por comunidades autónomas, los valores más elevados correspondieron a Canarias (1,64 euros/m<sup>3</sup>), Región de Murcia (1,41). Por el contrario, Castilla y León (0,61), Castilla – La Mancha (0,63) y Cantabria (0,65) presentaron los valores unitarios más bajos.

La tendencia general de las grandes comunidades consumidoras de agua, es la de ir reduciendo los consumos, debido a la sequía de los dos últimos años, 2005 y 2006, y la mayor sensibilidad y restricciones que esto provoca.

En la Tabla 1 podemos ver la evolución del consumo por comunidades autónomas en los **6 últimos años**, (*últimos datos oficiales, extraídos del INE*).

**TABLA 1.** Consumo medio por habitante y día en las distintas regiones de España.

Región:	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Andalucía	180	183	181	184	184	189
Aragón	169	176	174	170	169	162
Asturias (Principado de)	149	151	155	158	161	172
Baleares, Islas	133	129	124	127	130	142
Canarias	135	139	135	134	135	147
Cantabria	180	188	174	182	185	187
Castilla y León	148	153	146	155	168	172
Castilla - La Mancha	184	188	200	185	184	179
Cataluña	185	186	184	182	183	174
Comunidad Valenciana	164	166	156	158	163	178
Extremadura	148	156	169	165	163	178
Galicia	124	128	124	131	143	155
<b>Madrid (Comunidad de)</b>	<b>176</b>	<b>176</b>	<b>171</b>	<b>166</b>	<b>166</b>	<b>171</b>
Murcia (Región de)	140	145	151	146	149	161
Navarra (Com. Foral de)	150	159	147	148	152	144
País Vasco	142	154	151	147	149	150
Rioja (La)	180	186	143	140	136	141
Ceuta y Melilla	143	153	158	146	139	142
<b>España</b>	<b>165</b>	<b>168</b>	<b>165</b>	<b>164</b>	<b>167</b>	<b>171</b>

Un ejemplo claro de esta tendencia podría ser la Comunidad de Madrid, donde en la primera mitad de este año hidrológico (*de Octubre a Octubre*), se ha reducido el consumo en más del 22,6 % (*de los 168 de Octubre de 2005*), posicionándose como una de las que más agua economiza en el país, ya que en esta tendencia de consumos (*130 litros por persona y día en la actualidad*), la región se coloca con los consumos más bajos de la última década (*un 20 % sobre los 162 litros que gastaba en el año 1998*) y todo ello gracias al impulso de la Administración, la cual ha regalado más de 50.000 perlizadores y sistemas de ahorro, en diversas campañas (*de varias Consejerías, del Ayuntamiento y Empresas, Instituciones y Fundaciones*), incluyendo anuncios en radio, prensa y TV, para la

sensibilización de la ciudadanía. Asimismo, ha optimizando muchos de sus edificios públicos.

Un ejemplo de actuación innovadora, es la que está llevando a cabo el Gobierno de Cantabria, el cual y a través de su Consejería de Medio Ambiente, está ejecutando la tercera fase de suministro de equipos economizadores a la sociedad, totalizando en estos momentos más de 600.000 equipos o unidades de estos, tras comprobar (ya que requiere una copia del recibo del agua al usuario que los solicita), que garantizan un ahorro mínimo del 40 % sobre el consumo previo existente y resulta una medida de bajo coste y de resultados inmediatos y para toda la vida.

La valoración de una guía, como lo pretende ser ésta, que sirva a nivel genérico para todo tipo de edificios de Oficinas y Despachos, nos lleva a enfocar el tema desde una perspectiva más reducida y generalista, con consejos generales y actuaciones concretas y polivalentes a toda clase de actividades desarrolladas en estos edificios.

Este enfoque es el del consumo de agua fría de consumo humano (AFCH) y agua caliente sanitaria (ACS), que no suele estar ligado directamente a la actividad del centro o edificio, y que viene representando una parte importante dentro del catálogo de demandas de consumo, que se producen en un edificio de este tipo.

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, produciendo, por lo tanto, un menor gasto de reutilización.

En este punto y antes de continuar, una variante discriminatoria de los consumos de agua en este tipo de empresas, es cuando se pega el salto a la denominación de grandes consumidores (aquellos con un consumo anual superior a 10.000 m<sup>3</sup>), pues los costes se verán incrementados no sólo por una mayor penalización tarifaria, sino también por una serie de obligaciones que, por ejemplo,

en el caso del Ayuntamiento de Madrid, obligará a tener un plan de minimización del consumo y a ser auditado por una compañía externa, que certifique las actuaciones, consumos y medidas dispuestas para reducir al mínimo el consumo del establecimiento.

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, para evitar la combustión, y reducir así 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 mínimas de más de **0,537 kilogramos** de **CO<sub>2</sub>**, considerando todo el ciclo de agua.

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

Muchas de las compañías con grandes masas de edificios de oficinas, suelen ser multinacionales donde el peso y auge que está tomando la lucha contra las emisiones de gases de efecto invernadero, hacen que cualquier empresa busque cómo paliar y contabilizar la reducción de las mismas, y el agua es un elemento que suele pasar desapercibido por los gestores y responsables de la materia.

#### **4.2.1. Ordenanzas específicas del sector, en materia de ahorro y uso racional del agua**

Como se comentaba al principio, cada vez hay más ayuntamientos que a través de las ordenanzas municipales, regulan los consumos de agua en sus municipios y especialmente en todo aquello que es público y en sectores como el que estamos tratando, que concentran un altísimo volumen de demanda de agua

sanitaria, motivado por la cantidad de tiempo que pasamos trabajando; ocupando el segundo lugar tras el tiempo que pasamos en nuestros hogares.

Si el volumen de agua consumida personalmente por cualquier trabajador, es menor en una empresa, es porque en la gran mayoría de ellas no se hace uso de las duchas, ya que a nivel de sanitarios tipo inodoros o urinarios, el uso de estos es superior en el puesto de trabajo que en su propio hogar.

Vamos a repasar a grandes rasgos **La Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid**, publicada en el **B.O.C.M., Nº 146 del miércoles 21 de Junio de 2006**, como ejemplo de otras muchas que ya existen o que están a punto de aprobarse por otros ayuntamientos que el autor tiene constancia de ello.

El elegir esta normativa, no ha sido sólo por poner un ejemplo de una gran ciudad, sino también porque es posiblemente la ciudad con más edificios de empresas, oficinas y despachos de todo el país y la normativa les dedica un amplio aspecto a los grandes consumidores, como lo suelen ser este tipo de edificios.

Para empezar, son normas que ya están en plena vigencia, por lo que hay que ser conscientes de que la inadecuación de los establecimientos a los parámetros y exigencias denotadas por la normativa, acarrea la posibilidad de ser sancionados por incumplimiento de la misma.

En concreto y dentro del **Título II, Capítulo II, "Medidas en usos residenciales, de oficinas y otros edificios de uso público"** y a modo de resumen, la ordenanza obliga y exige las siguientes cuestiones:

- ✿ Los locales, establecimientos o unidades de consumo susceptibles de individualización, deberán disponer de un contador de agua individual.
- ✿ **Todos los grifos** habrán de estar equipados *con dispositivos economizadores* de agua de modo que para una presión de 2,5 kg/cm<sup>2</sup>, el **caudal máximo suministrado sea de 6 l/minuto**. En ningún caso el caudal aportado por los grifos podrá ser superior a *10 l/minuto*.

- ✿ **Las duchas** incluirán obligatoriamente *economizadores de chorro o similares* y un sistema de reducción de caudal de modo que para una presión de 2,5 kg/cm<sup>2</sup> el caudal máximo suministrado sea de **10 l/minuto**.
- ✿ En **los inodoros**, el mecanismo de accionamiento de la descarga de las cisternas será tal, que permita consumir un **volumen máximo de 6 litros por descarga** y *dispondrá* de un dispositivo de interrupción de la misma o de un sistema de doble de pulsación.
- ✿ *Será obligatoria la instalación* de **temporizadores en los grifos** o bien de griferías electrónicas, en las que la apertura y cierre se realiza mediante sensores de presencia, que permitan limitar el volumen de descarga a **un litro**.
- ✿ Las **duchas** de estos edificios deberán disponer de griferías termostáticas de *funcionamiento temporizado*.
- ✿ Los **inodoros** deberán estar dotados de grifería de tiempo de descarga *temporizado de tipo fluxor o similar*.
- ✿ Los **urinarios** de grifería automática serán con *accionamiento a través de sensor de presencia*.
- ✿ En todos los casos se ajustarán los volúmenes de descarga a valores mínimos, pero garantizando siempre el correcto funcionamiento.
- ✿ En todas las **zonas verdes**, se incluirán sistemas de riego que fomenten el ahorro y la eficiencia en el uso del agua y como mínimo:
  - Programadores y sensores de lluvia o de humedad.
  - Aspersores de corto alcance en las zonas de pradera.
  - Riego por goteo en zonas arbustivas y en árboles.
  - Durante los meses de junio a septiembre, ambos inclusive, no estará permitido el riego entre las diez y las veinte horas.

- ❁ Queda prohibida la instalación de circuitos de refrigeración, climatización y calefacción abiertos que no dispongan de sistema de recirculación para recuperación de agua.
- ❁ El baldeo de viales, deberá realizarse con equipos economizadores de agua, quedando restringido el baldeo mediante manguera acoplada a hidrante o boca de riego a aquellas zonas donde sea inviable el baldeo mecanizado.

Todo esto, disponiendo de **1 ó 2 años desde que se publicó la ley**, salvo las grandes reformas, que el límite se estableció en tres años, tiempo en el que todo deberá estar adecuado a la nueva normativa.

**Además todos aquellos denominados grandes consumidores** (*más de 10.000 m<sup>3</sup> al año*), deberán:

- ❁ Realizar y disponer de un **Plan de Gestión Sostenible del Agua** que contenga las proyecciones de uso, la identificación de áreas para la reducción, reciclado, reutilización de agua o aprovechamiento de aguas pluviales y las medidas de eficiencia a aplicar, en el que se especifiquen las metas de conservación y el cronograma de actuaciones previsto. (*Con una vigencia máxima de cuatro años, debiéndose presentar ante el órgano municipal con competencia ambiental para su aprobación*).
- ❁ Además deberán efectuar, *con carácter bienal*, **una auditoría del uso del agua en sus instalaciones** realizada por una *empresa o entidad especializada* en ese campo que incluirá, en todo caso, las medidas aplicadas en el uso eficiente del agua y el grado de cumplimiento del Plan de Gestión Sostenible del Agua.

Esta medida no será exigible a aquellas empresas adheridas con carácter voluntario al Sistema Comunitario de Gestión y Auditoría Medioambiental (EMAS II), siempre que entre los objetivos del sistema se encuentren medidas de ahorro y reducción del consumo de agua.

Un aliciente para el sector, es el hecho de que el ayuntamiento desarrollará una "**Etiqueta del Uso Eficiente del Agua**", diseñada para productos, servicios o

establecimientos que demuestren dicha circunstancia a través de las auditorías antes mencionadas.

Adicionalmente se establecen otra serie de obligaciones para las nuevas edificaciones, complementarias en cuanto aprovechamiento, reciclaje del agua, zonas verdes, paisajismo, fuentes ornamentales, etc., tanto para edificios existentes como para obra nueva, donde será obligatorio ya desde su diseño; no autorizando la licencia de obras si no se contemplan todas estas características antes mencionadas.

Como vemos en este corto extracto de la ordenanza, se detalla con mayor precisión aspectos que hasta ahora, los gestores o responsables de este tipo de edificios, no sabían ni que existían, y donde cada vez más, las tendencias son más o menos uniformes a delimitar, tarar o minimizar los consumos de agua.

No en vano, se empieza a considerar el agua como elemento vital e imprescindible, y se teoriza sobre que las futuras guerras, no serán tanto por la obtención o posesión del "Oro Negro", del petróleo, sino por el "Control del Agua".

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

Un **Programa de Reducción y Uso Eficiente del Agua**, para cualquier inmueble, edificio, oficina o industria, 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, por lo tanto, 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 o enfriar el agua, así como los de almacenaje y preparación.
- ✿ 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.
- ✿ Demostrar con el ejemplo, facilitando referencias a los empleados y proveedores, facilitando los medios y motivando a los usuarios, mediante incentivos, a que tomen medidas correctoras, dentro de sus posibilidades, para hacer un uso del agua más eficiente y respetuoso con el medio ambiente y el crecimiento sostenible. Estando todo ello muy bien visto por sus clientes, pues es una de las primeras premisas, que hoy en día tiene la responsabilidad social corporativa de muchas empresas.
- ✿ Facilitar las posibles implementaciones de sistemas de gestión medioambiental, tipo ISO 14.001, EMAS, etc.
- ✿ Obtener una mejor imagen pública para la corporación local o gestora, de ser 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 más necesitadas, facilitando y aumentando los beneficios por ahorro generado, haciendo posibles otros planes y programas para el Municipio.

### 4.3. ¿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 nuestras instalaciones, y este capítulo persigue dar a conocer acciones, técnicas y sistemas que permitan a los responsables, gestores, directores y técnicos de los edificios o empresas, 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.

Como ejemplo, 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 campañas municipales, hoteles, residencias, hospitales, gimnasios y empresas españolas, principalmente iniciado en las zonas costeras e insulares.

Las primeras acciones que algunas ciudades españolas empezaron a llevar a cabo, fue la realización de una serie de campañas, en las cuales el propio ayuntamiento servía de hilo conductor para que tanto en las instalaciones municipales, como las industriales y las de la ciudadanía, se optimizaran los consumos de agua, y de la energía derivada de su utilización. Cabe destacar ayuntamientos como el de Alcobendas, Zaragoza, Calviá, Castro Urdiales, etc., los

cuales realizaron incluso hasta normativas propias para limitar o tarar el exceso de consumo en uso cotidiano del agua, Siendo de los primeros a nivel nacional.

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

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, a 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, sino por posibilidades de ahorro existentes.

Muchas veces se da por hecho, que por ser nuevo un edificio, ha de ser eficiente, y no siempre es así; siendo estos, en la gran mayoría de los casos, mucho más derrochadores que los antiguos, al diseñarse con vistas al futuro.

### 4.3.1. Acciones y consideraciones para ahorrar agua y energía

Dentro de la infinidad de posibles acciones y temas a considerar, a continuación, se detallan algunas de las más importantes que pueden 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.

- ✿ Prever las necesidades hídricas de producción, detectando en qué procesos se podría, mediante intercambiadores de calor o frío, aprovechar la energía de unos procesos a otros, mezclando incluso sistemas de calefacción, o aire acondicionado, con procesos industriales o de servicio del edificio.
  
- ✿ 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 para ello; mientras que si se preocupan de incluirlas en el proyecto, el coste será mínimo, ofreciendo beneficios por ahorro de por vida; en el caso de Madrid además y desde el año 2006 ya es obligatorio.
  - ✓ *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.*
  
- ✿ 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 estos 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 (*si lo tuviera*), 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 que saben exactamente cuál es el tipo más adecuado, 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, sobre todo cuando el edificio tenga *office* o cafetería.

✿ 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 frotarles con un 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 que el último día sólo se aporte el agua necesaria, programando su arranque para que el lunes esté preparada para su consumo).*

- ✿ Supervisar mensualmente la grifería, a la vez que se toman las temperaturas en puntos terminales, como exige el RD. 865/2003. Comprobar si todos los elementos cierran adecuadamente o 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 edificio, empresas o usuarios de éste, 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, edificio o empresas instaladas en el mismo.
- ✿ 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.

## 4.4. Primera medida: la optimización de las tarifas

La primera medida a adoptar será la optimización de los costes del agua, en función de la tarifa contratada.

No en todos los ayuntamientos este planteamiento puede realizarse, pero a modo de ejemplo y es muy habitual, los ayuntamientos y empresas de suministro de agua, producen variaciones en los costes, por los cánones y por la tarifa aplicada en función del volumen de agua consumida y por el diámetro de las acometidas.

Por esta razón, lo primero que tendremos que ver es si podemos reducir el coste del suministro, y en segundo lugar valorarlo antes y después de realizar un plan de hidroeficiencia en el establecimiento.

En el ejemplo siguiente, que está realizado con las tarifas del CYII, en el Ayuntamiento de Madrid, del año, 2004, podemos ver como sí que importa mucho la tarifa que nos apliquen.

Analizando las tarifas y costes del agua, podemos observar que los dos parámetros fundamentales se establecen en función de:

- ✿ Consumos trimestrales, bimensuales o incluso mensuales.
- ✿ Diámetro de la acometida y contador contratado.

Por ejemplo, si en el histórico de facturaciones que la compañía de suministro de aguas, el consumo medio fluctuaba normalmente entre los 1.800 y los 2.300 metros cúbicos por trimestre, y disponemos de un contador de 50 mm de diámetro, el coste medio del agua era de entre 0,844 € y 0,847 € por metro cúbico consumido.

Ahora bien, tras la optimización propuesta, supongamos que el consumo total del centro, se reduce en un 30 % del total, las nuevas fluctuaciones nos darán unos consumos de entre 1.200 y 1.500 m<sup>3</sup>, por lo que sin variar la tarifa actual, el nuevo coste será de entre 0,865 € y 0,842 € siendo este último coste el más económico posible para esta tarifa.

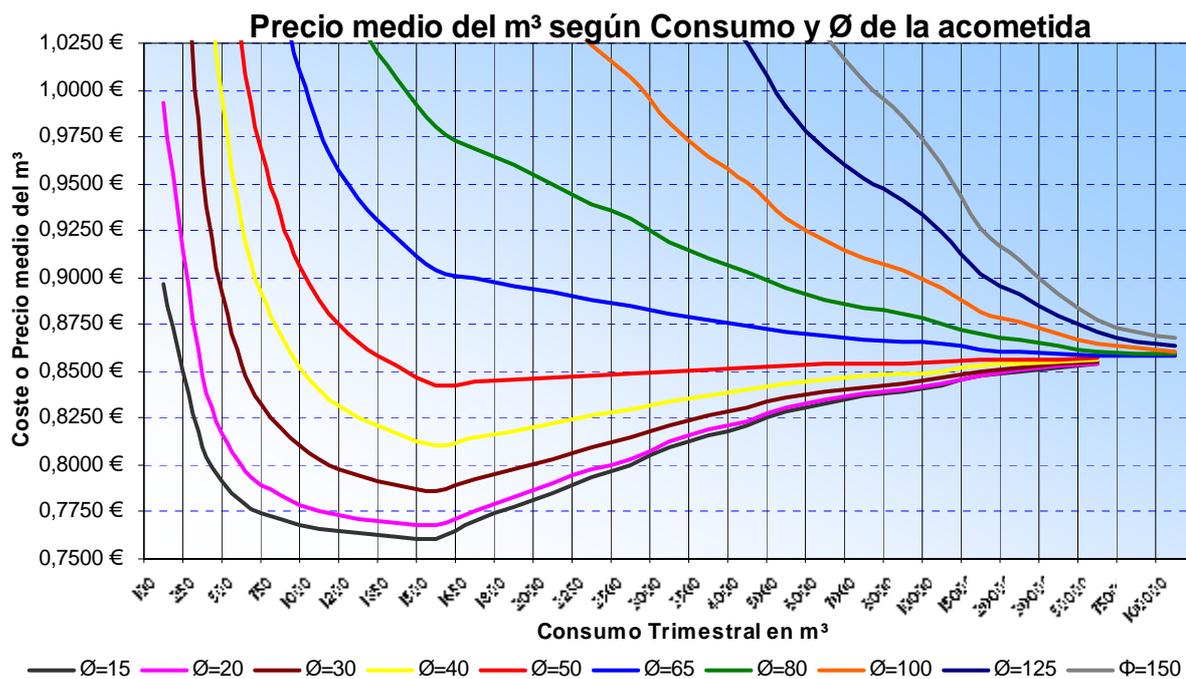


Figura 1.

Si observamos el gráfico anterior, en él podemos comprobar, cómo con un mismo consumo de agua, una vez optimizado el edificio, podríamos obtener el agua en condiciones más ventajosas, es decir, más económica.

No obstante si se decidiera cambiar de contrato, por un contador más moderno (*mayor precisión de la medición*), y con un diámetro más optimizado a nuestros consumos, podríamos hacerlo a uno de unos 30 mm de diámetro, sin perder calidad del servicio, teniendo unos nuevos costes de entre 0,794 € y 0,785 € el m<sup>3</sup>, lo que supone un ahorro de entre 0,0713 € y 0,0570 €, lo que representaría por trimestre facturado 85,55 €, ahorrados.

Ahora sólo quedaría por determinar cuánto nos cobraría la compañía por el cambio de contador.

## 4.5. 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 consume 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 complementa 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.

En el caso del Ayuntamiento de Madrid, a través de su "**Plan Municipal de Gestión de la Demanda de Agua en la Ciudad de Madrid**" se pone especial atención, no sólo a los consumos que habrán de tener los sanitarios que se instalen en cualquier clase de edificio, (*determinando caudales y características a través de su nueva normativa*), sino que también se precisan los distintos programas de actuación y las pautas a seguir, para mediante un plan muy detallado, poder garantizar a lo largo del tiempo el abastecimiento y el crecimiento sostenible del municipio.

También la ordenanza municipal antes mencionada, viene a desarrollar detallada y exhaustivamente la anterior posición de la administración, resultando o siendo una de las ordenanzas más amplias, definidas y bien estructuradas de las que el autor conoce a nivel internacional. Resultando pionera en aplicar estas normativas a nivel internacional, en grandes ciudades.

En otras comunidades como la Murciana, se ha regulado a nivel autonómico esta circunstancia, poniendo techo normativo y obligando a todos los ayuntamientos a desarrollar ordenanzas específicas en la materia, con detalles mucho más restrictivos que ninguna otra norma a nivel internacional, donde por ejemplo el consumo máximo para cualquier grifo, **no podrá ser superior a 5 litros/minuto** para una presión **de 2,5 bar**. Marcando un hito a nivel mundial, no sólo por detalles como el anterior, sino también por ser la única ley que prevé además

subvenciones directas e indirectas para los usuarios a través de la declaración de la renta y las facturas del agua.

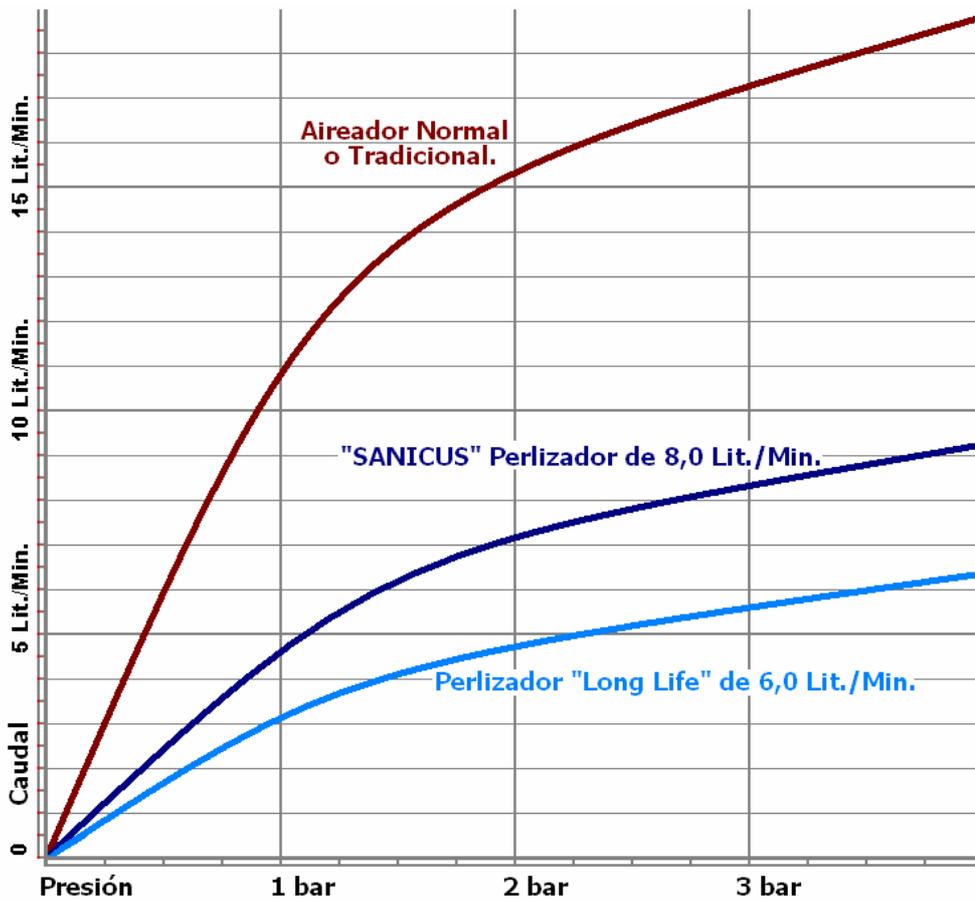


Figura 2. Consumos de griferías normales y ecológicas con Perlizadores.

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, consumiendo mucha menos agua que con 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. 2.

En el caso de los grifos, estos 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 anti-

cal y anti-bloqueo, pudiendo ser sustituidos en cualquier grifería existente. Aunque también hay griferías que ya lo incorporan.

## 4.6. 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. *(No estando todas las existentes).*

### 4.6.1. 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. (*Con freno de apertura*).

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.

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.



Foto 1. Explicación gráfica de los Cartuchos Ecológicos.

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.

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.



Foto 2. Perlizadores de distintos caudales y modelos.

#### 4.6.2. 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 estos.

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.

### 4.6.3. 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 65,00 € 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 todos aquellos

centros donde se corra el riesgo de que el usuario pudiera quemarse por un uso inconsciente del equipo. (*Centros de asistencia, residencias, etc.*).

#### 4.6.4. 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 65 % de ahorro**, e incluso **el 78 %**, 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. *(Se recomiendan principalmente donde el uso se muy elevado, más de 80-100 utilizaciones diarias).*

#### 4.6.5. Grifos de ducha y torres de prelavado en cocinas o comedores

Uno de los puntos donde posiblemente se consume más agua, de las zonas comunes de un edificio de uso público, es sin lugar a dudas la zona de lavado de la vajilla del centro o cocina, si se posee bar, cafetería o comedor colectivo.

Si bien es cierto, que los nuevos lavavajillas reciclan el agua del aclarado anterior para el prelavado del siguiente ciclo, ahorrando 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 vuelven de nuevo, dejando los 5-6 platos que se quedaron debajo de la ducha muy limpios y el resto sin mojar.



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

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.

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.

#### 4.6.6. 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. *(Ofrecerá un caudal aparentemente mayor, con mucha menos agua, y siendo más eficaz con el jabón líquido, que suele ser el más usado en centros públicos).*
- ✿ Temporización ajustada a demanda *(6 segundos en lavabos y 20-25" en duchas).*
- ✿ Cabezales intercambiables, anti-calcáreos de fácil mantenimiento.
- ✿ Anti-bloqueo, para lugares problemáticos o con problemas de vandalismo.
- ✿ Anti-golpe de ariete, en lugares con problemas de presión.
- ✿ De accionamiento o pulsación suave, para ser utilizado por niños o mayores.

También será vital que dispongan de certificaciones, distintivos o ensayos que demuestren que los consumos del mismo, están dentro de los parámetros que se podrían denominar "Ecológicos" y que para cada uno de los distintos tipos de consumo, el caudal de agua a suministrar por ciclo o pulsación será menor de:

- ✿ 0,6 litros para el caso de los lavabos.
- ✿ 4,1 litros para las duchas.
- ✿ 9,0 litros para los Inodoros.
- ✿ 0,9 litros para los pulsadores temporizados de urinario.

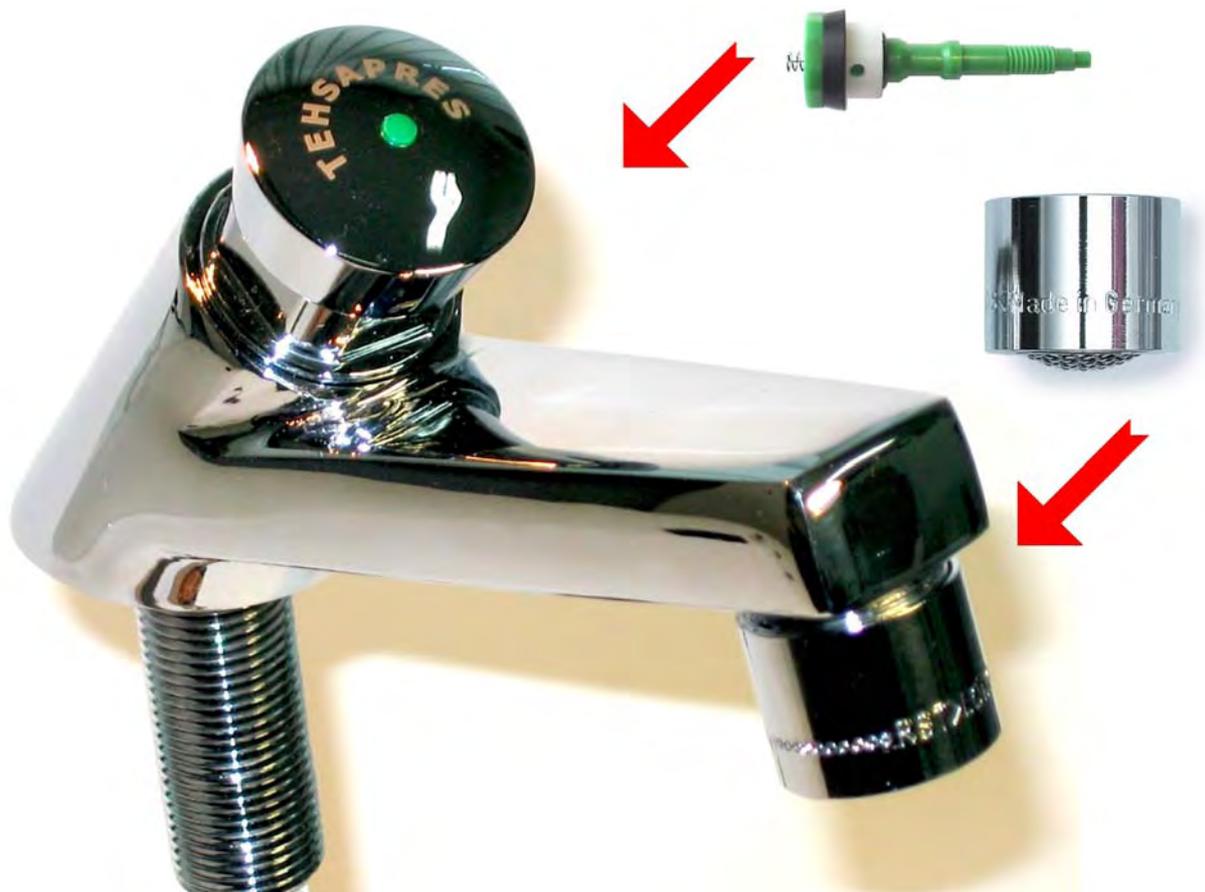


Foto 5. Mejoras posibles en griferías temporizadas.

Sobre este equipamiento y a través de su propio personal especializado de mantenimiento o profesionales específicos, puede optimizarse y regularse los consumos, minimizando estos 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.

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 evitar el olvido de cerrarlos.

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 la reducción de consumos de agua, que han diseñado y pueden 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.

#### 4.6.7. 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.

Por lo general, los Fluxores requieren unas características especiales para su instalación, teniendo que tener presente que no se pueden conectar a un mismo ramal o línea Fluxores y grifería tradicional, por las altas presiones con las que se trabajan, la velocidad del agua y el posible golpe de ariete que se puede producir en su uso, lo que unido a las pérdidas de carga generaría graves problemas de uso y confort en la instalación.

Todo lo anterior hace obligatorio el cálculo y diseño de una red especial, distinta y separada y calculada a tal efecto cuando se desee utilizar Fluxores, cosa cada vez más habitual cuando se recuperan aguas grises y se reciclan para este tipo de servicios, pues son fáciles de implementar y generan ahorros de por vida.

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.



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

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 14 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.

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. *(Pues éstas utilizan el inodoro para micciones y deposiciones, requiriéndose mucha menos agua para el primer caso que para el segundo).*

#### 4.6.8. Regaderas, cabezales y mangos de duchas

A la hora de economizar agua en la ducha, suele ser más fácil actuar 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. *(Bastando el cambio del cabezal para disminuir el consumo como mínimo en un 20 %).*



**Foto 7.** Ducha Ecológica de pared de Alta Eficacia, (hidro-masaje por turbulencias).

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 estos 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 de 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.



Foto 8. Distintas duchas y accesorios para economizar agua y energía.

❁ 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.

#### 4.6.9. 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, las oficinas y despachos, 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 señoras se utilizan 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 estos 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 estos la opción de *mecanismos con doble pulsador*, algo

altamente recomendable, pues 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.

En el ejemplo siguiente, a nivel estadístico de una persona en cómputo diario, tendría los siguientes consumos:

<i>Tanque Normal:</i>	5 Descargas x	9 l/Desc.	=	45 l/ Día.
<i>Tanque 2 Pulsadores:</i>	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 %**.

Lógicamente, esta demanda es a nivel estadístico, por lo que perfectamente se puede afirmar que se ahorrará más del **40 %** del consumo del centro o edificio, y si éste es de uso público, este ahorro será mayor, pues cuantas más personas lo utilicen, más probabilidades hay de que el uso será por necesidad de realizar micciones.

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, 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. (*Este hecho de poder interrumpir la descarga es desconocido por la gran mayoría de los usuarios*).



#### **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 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*

utilizaciones, aparte de los problemas de estabilidad que puede ocasionar si se caen o tumban, evitando su cierre y que genere fugas constantes.

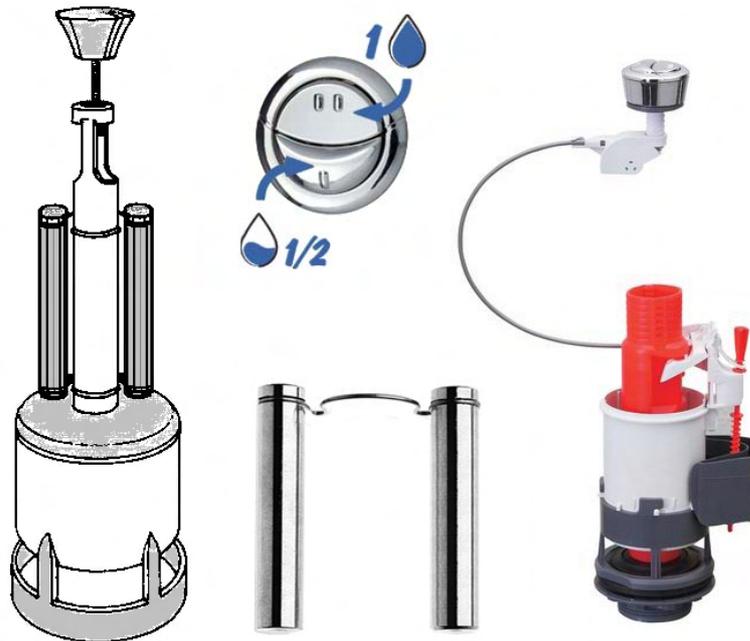
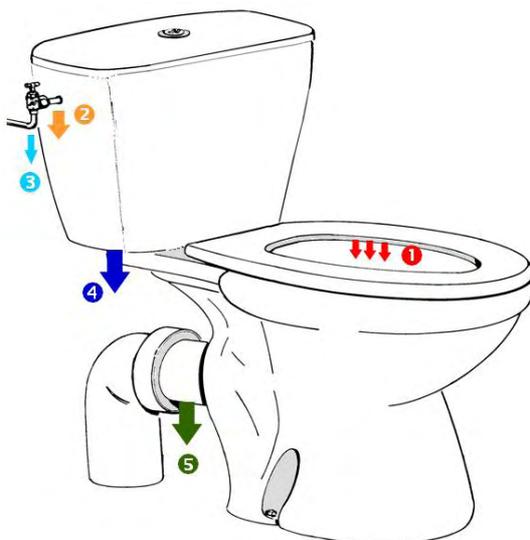


Foto 9. Mecanismo de tirador, contrapesos y M. de doble pulsador.

### Puntos habituales de fugas en el inodoro o WC:

Algo importante dentro del mantenimiento de los edificios de oficinas y despachos, es que el mayor volumen de pequeñas fugas de agua y averías en los baños de estos establecimientos, se producen en el inodoro o WC.



Un correcto mantenimiento y una programación de revisiones, es algo sencillo, fácil de realizar y económico, siendo muy recomendable para reducir costes, daños y problemas adicionales que el agua causa, como humedades, moho y olores.

Figura 3. Puntos más habituales en los que se producen las pérdidas o fugas.

En la figura anterior, Fig. 3, podemos observar los habituales:

**1) El agua gotea por las paredes de la taza:**

- ✿ Grifo flotador mal regulado, posición muy alta, rebosa.
- ✿ La válvula del grifo flotador, con impurezas, o juntas no estancas.
- ✿ La junta de cierre del mecanismo, deformada, rígida o deteriorada.

**2) El agua sale por el lateral de la cisterna:**

- ✿ Grifo flotador está mal ajustado o su nivel muy alto, rebosa.

**3) El agua gotea por la toma o tuerca del grifo flotador:**

- ✿ Grifo flotador sin junta de goma, rota, o apriete inadecuado.
- ✿ Cambiar latiguillo por deterioro o doblez.

**4) El agua sale por debajo de la cisterna:**

- ✿ Si el grifo es inferior, la junta de goma y apriete puede estar estropeada.
- ✿ Los tornillos de fijación, pueden tener las juntas de goma deterioradas o por el óxido de los mismos, que se escape el agua. Sustituir.
- ✿ La junta de goma de la cisterna y taza, puede estar deteriorada, rota, o mal montada.
- ✿ La junta de goma o neopreno de la rosca de fijación del mecanismo, puede estar rota, deteriorada o mal colocada.

**5) El agua se sale por el manguito de adaptación de la salida:**

- ✿ Manguito inadecuado, roto, o deteriorado, ya que muchas veces se sella con silicona o cemento, etc. Sustituir por juntas modernas (*auto-ajuste*).
- ✿ Junta de goma del manguito mal colocada.

## 4.6.10. Nuevas técnicas sin agua

Hoy en día existen tecnologías que permiten eliminar la necesidad de utilizar el agua para procesos sanitarios, como es el caso de los mingitorios, o urinarios, los cuales se utilizan tres veces más que los inodoros y que son un gran foco de consumo, utilizados por la población masculina, la cual no siempre hace un uso correcto del mismo.

En la actualidad podemos encontrar urinarios secos, sin necesidad de utilizar o consumir agua. Su tecnología consiste en una serie de cartuchos donde se recoge la orina, la cual atraviesa un líquido aceitoso que actúa a modo de trampa de olores, sellando los posibles gases de evacuación o desagüe y evitando los malos olores de las micciones.

En la siguiente fotografía podemos ver su funcionamiento e imagen de unos de los modelos más utilizados en el mercado americano.



Foto 10. Mingitorio SECO, (No requiere agua para su funcionamiento).

Esta tecnología, lo único que requiere es un mantenimiento en cuanto a limpieza diaria, de frotar las paredes de la loza con un trapo impregnado en un líquido de limpieza que no daña la trampa de olores, ya que si se utiliza agua u otros agentes, ésta se estropearía o perdería sus cualidades.

Este mantenimiento requiere una revisión cada cierto tiempo en función del uso del mismo, para reponer la parte de líquido sellante que pudiera haberse perdido o deteriorado y la sustitución del cartucho cada otro cierto tiempo, siendo éste bastante más alejado (*según algunos fabricantes cada año*).

Estos equipos para algunos establecimientos municipales que se utilizan tan sólo unos días, pero muy intensamente como podría ser el caso de un estadio o campo de fútbol, puede merecer la pena, teniendo los técnicos que valorar las ventajas e inconvenientes dependiendo del personal de limpiezas y de mantenimiento que se tenga en la instalación, y valorar la amortización.

#### 4.6.11. Pistolas de alta presión

En el riego, baldeo y limpiezas especiales, suele ser muy habitual, que como son necesidades muy puntuales, no utilicemos equipos adecuados o diseñados para el trabajo o actividad a realizar.

Es un error, el pensar que no merece la pena instalar equipamientos en mangueras, porque sólo se utilizan de vez en cuando; por ejemplo para baldear un área o para realizar la limpieza de los bordes de las piscinas, o el riego puntual de alguna superficie, de algún árbol frutal, etc., ya que su coste no se amortiza.



Una manguera de 15 mm de diámetro ofrece caudales superiores a los 50 litros por minuto, por lo que la implementación de una pistola adecuada a la necesidad, con adaptador de bayoneta y su montaje puede costar entre 6 y 30 €,

de media y con el agua consumida de tan sólo unos 20 minutos, ya abríamos amortizado totalmente la inversión.



**Foto 11.** Distintos ejemplos de pistolas para mangueras, regulables y de alta presión.

Hay infinidad de tipos, calidades y funciones, recomendando siempre los modelos regulables y/o con acelerador de presión.

#### 4.6.12. Contadores para el control de la instalación

Desde hace años, los contadores están evolucionando a marchas forzadas, ya no son aquellos sistemas de engranajes de distintos diámetros y dientes que conseguían un registro lineal del paso de agua.



Ahora existen técnicas con turbinas axiales, orientadas al flujo del agua que ofrecen unos niveles de precisión, que permiten en pequeños caudales, detectar hasta fugas en la grifería, y leen con una capacidad de precisión de 1 centilitro, evitando el subcontaje o la lectura en ambos sentidos por diferencias de presión.

**Foto 12.** Contador inteligente de agua fría.

Los contadores inteligentes poseen una gran capacidad de comunicación, que nos permite un paso progresivo de la lectura visual a diferentes formas de

lectura digital. La información que envían los contadores son códigos ASCII imprimibles, lo que significa una transmisión estándar y completamente abierta.

El control de la instalación a través de contadores electrónicos, permite no sólo un exhaustivo control y cálculo de ratios de la misma, sino también ofrecer ventajas de detección de problemas, desvíos y fugas y sobre todo tener esto informatizado, sin tener que ir nadie a leer dichos consumos, anotarlos e informatizarlos.

Tanto en equipos normales, como electrónicos, es importante la categoría metrológica, disponiendo de categorías, "A - B - C - D" siendo el de menor precisión, el de categoría A, que el resto y en equipos inteligentes, esta categoría suele ser como mínimo "C".

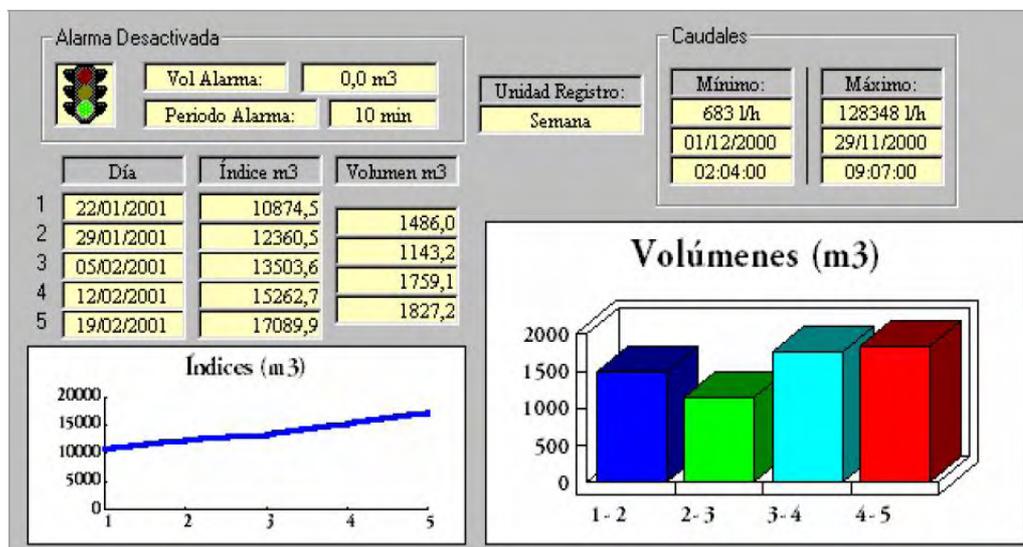
Un contador inteligente, combinado con un programa de gestión puede ofrecernos la siguiente información:

- ✿ El número de serie del contador o contadores leídos.
- ✿ El día y hora de la lectura.
- ✿ El agua registrada por el contador, índice en metros cúbicos y litros de la última lectura.
- ✿ Auto chequeo del contador (*estado OK*).
- ✿ El agua registrada por el contador, entre tramos horarios, índices y litros entre lecturas.
- ✿ El agua registrada por el contador, índice en metros cúbicos, litros y decilitros de la lectura actual.
- ✿ El tiempo que el contador registró paso de agua (*en horas, minutos y segundos*).
- ✿ El tiempo que el contador no registró paso de agua (*tiempo dormido*).
- ✿ El tiempo que el contador estuvo registrando un consumo a un caudal anormalmente reducido.
- ✿ Número de veces que él ha registrado paso de agua. (*Arranques*).
- ✿ Estado de la batería (*número de segmentos encendidos*).
- ✿ Número de contadores en el bus (*ver formas de instalación*).

- ✿ Índice registrado en los últimos minutos (*bloques de 10 configurables a voluntad*).
- ✿ Índice registrado en la última hora.
- ✿ Alarma por exceso de consumo (*configurable*).
- ✿ Consumo de las últimas cuatro semanas, meses, bimestres o trimestres.
- ✿ Índice del contador en una fecha y hora programables.
- ✿ Caudal máximo registrado (*fecha y hora de la punta máxima*).
- ✿ Caudal mínimo registrado (*fecha y hora de caudal mínimo mantenido*).
- ✿ Fecha y hora del último arranque.

Como podemos ver, la información no puede ser más exhaustiva, y hay que añadirle que esto además podemos verlo de una forma gráfica, con filtros, fechas, etc., lo que le permitirá disponer de una visión de cómo, por dónde y de qué forma se producen los consumos y qué les afecta.

A continuación podemos ver la impresión de una de las pantallas de la aplicación informática, en concreto la que muestra los volúmenes de consumos por tramos horarios, las puntas y las gráficas de los mismos.



**Foto 13.** Pantalla de informe de datos, del programa de control de contadores.

La información, del consumo de entrada, el de las distintas áreas o ramales, la entrada o reposición de agua en la climatización, las acometidas de aporte a vasos de fuentes, riego, etc., son algunas de las zonas más habituales en la que los

edificios de oficinas se instala este tipo de equipos, por el grado de información, optimización y respuesta que ofrece ante excesos, problemas o averías.

Una de las mayores aportaciones que ofrecen estos equipos es el control de la facturación, tanto propia o para la segregación, en comunidades, paralela de los suministradores, y la constatación de adecuación de las instalaciones de AFCH y ACS, pues con históricos, permite calibrar la validez de la instalación ante grandes demandas y/o simular situaciones de picos, donde algunas veces, no se dispone de los recursos necesarios.

### 4.6.13. 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 como, 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, las zonas de vestuarios, 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 así 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 vemos más adelante en la Fig. 4*), 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.

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.

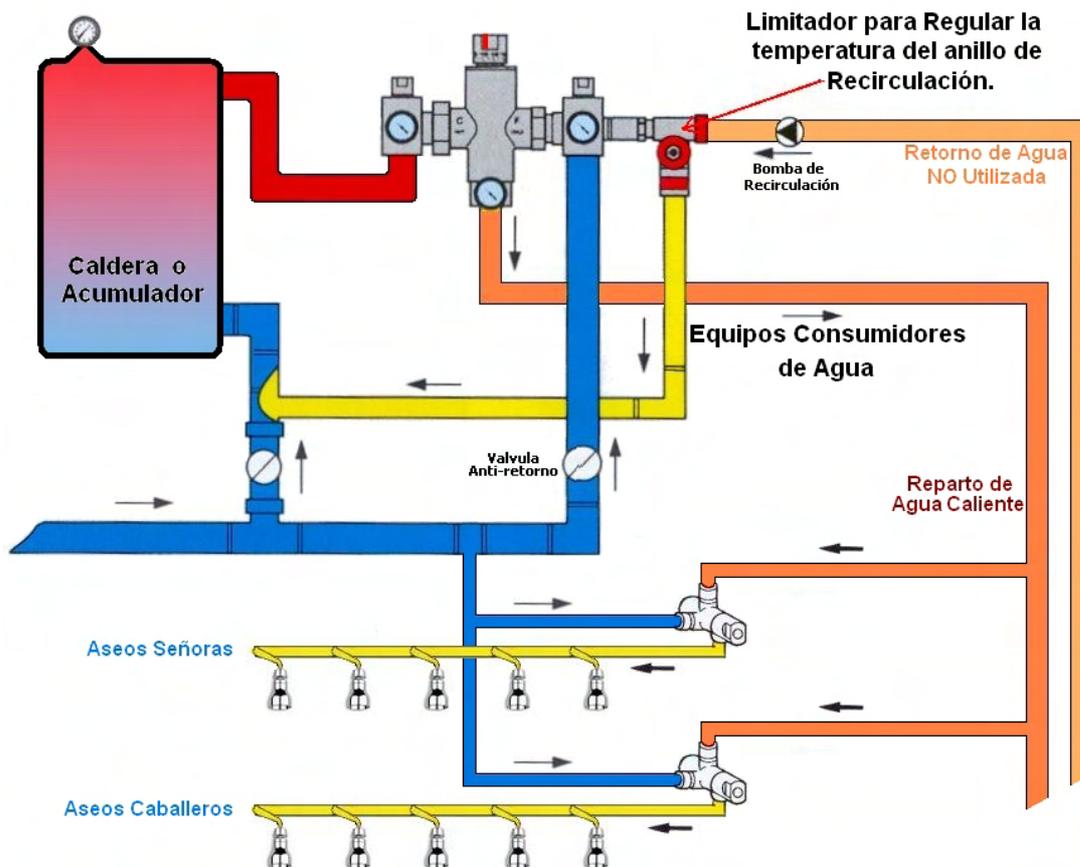


Figura 4. Circuito optimizado de termostatación del agua caliente con anillo de recirculación.

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.

Una buena gestión de las instalaciones pasa, en primer lugar, por un grupo de bombeo adecuado a las necesidades, con un variador de velocidad para aumentar su vida, y el mantenimiento de la presión programada, con el mínimo coste energético.

En muchas ocasiones y sobre todo en establecimientos de gran altura, suele darse la necesidad de tener que presurizar mucho la instalación para que el agua llegue a las últimas plantas, produciéndose unas pérdidas de carga increíbles cuando se entra en simultaneidad en el mismo lazo o ramal de reparto.

Cuando esto ocurre, la calidad del servicio ofrecido no puede ser más pésima, y además esto suele coincidir con un desequilibrio de presiones entre el agua caliente y la fría, posibilitando que el usuario tan pronto se queме, como le salga el agua excesivamente fría.

Esto tiene diversas soluciones, aunque algunas de ellas son estructurales:

- ✿ Grupos de presión escalonados para distintas alturas.
- ✿ Variadores de velocidad electrónicos, para el control de las bombas.
- ✿ Reguladores de presión por plantas o líneas.
- ✿ Puntos de consumo con limitador de consumo incorporados.
- ✿ Estabilizadores de presión por habitaciones.

De entre todos ellos, queremos destacar las soluciones más modernas y tecnológicas y, en concreto, los estabilizadores de presión.

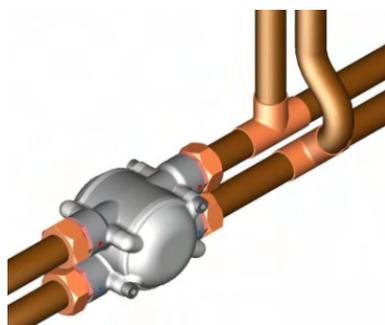


**Foto 14.** Estabilizador de presiones de ½" para ACS y AFCH.

Los instaladores saben que los problemas de presión o desequilibrio suelen venir por:

- ❁ Las grandes longitudes de tuberías.
- ❁ Simultaneidad de la demanda.
- ❁ Diámetros de las tuberías de secciones inadecuadas.
- ❁ Las reducciones de diámetro en una misma instalación o estrechamientos.
- ❁ Diámetro insuficiente de las canalizaciones.
- ❁ Obturación de las tuberías por la cal sedimentada.
- ❁ Renovación de líneas y aumento de secciones parciales.
- ❁ Etc.

Un estabilizador de presiones, interconecta los circuitos de agua caliente y fría, sin ningún contacto, ni mezcla de aguas entre ellos, pero gobernando el de menor presión al de mayor presión, variando automáticamente esta última hasta igualarlas.



**Foto 15.** Conexión de un estabilizador de presiones en ACS y AFCH.

Esta reacción rapidísima e incluso momentánea, está garantizando un flujo de agua idéntico en ambas líneas, salvando los cambios bruscos de temperatura y evitando accidentes, pues sería capaz de llegar a cortar el agua caliente, por ausencia de la fría, evitando al usuario escaldarse por una repentina elevación de la temperatura del agua caliente provocada como se ha mencionado antes, por la falta de agua fría.

Con este equipo de fácil instalación y mantenimiento inexistente, podemos resolver todos estos problemas, mejorando el confort de utilización, la calidad del servicio ofrecido y ahorrando mucha agua y energía, que se desperdicia por la imposibilidad de regulación de la temperatura.

También existe la posibilidad de tarar la presión por planta, una solución de bajo coste, pero sólo recomendable cuando la inversión, obra o reforma, desaconseje otras alternativas, ya que es absurdo aumentar la presión a todo el edificio para posteriormente tararlo o limitarlo en cada ramal, aunque lógicamente y como comentábamos anteriormente, resuelve algunas cosas.



**Foto 16.** Regulador de presión para líneas de distribución.

No obstante esta solución consiste en intercalar en la línea a controlar el limitador o regulador de presión, siendo este último más aconsejable por la posibilidad de regulación que tiene y de cara a que en un futuro fuera necesario variar las presiones de trabajo.

En la Fig. 5 podemos ver la influencia de la presión en un grifo de lavabo, donde se distingue perfectamente la diferencia de consumos tanto en grifos

tradicionales, como en los ecológicos, ya que, aunque esta circunstancia les afecta mucho menos, también la acusan y perciben.

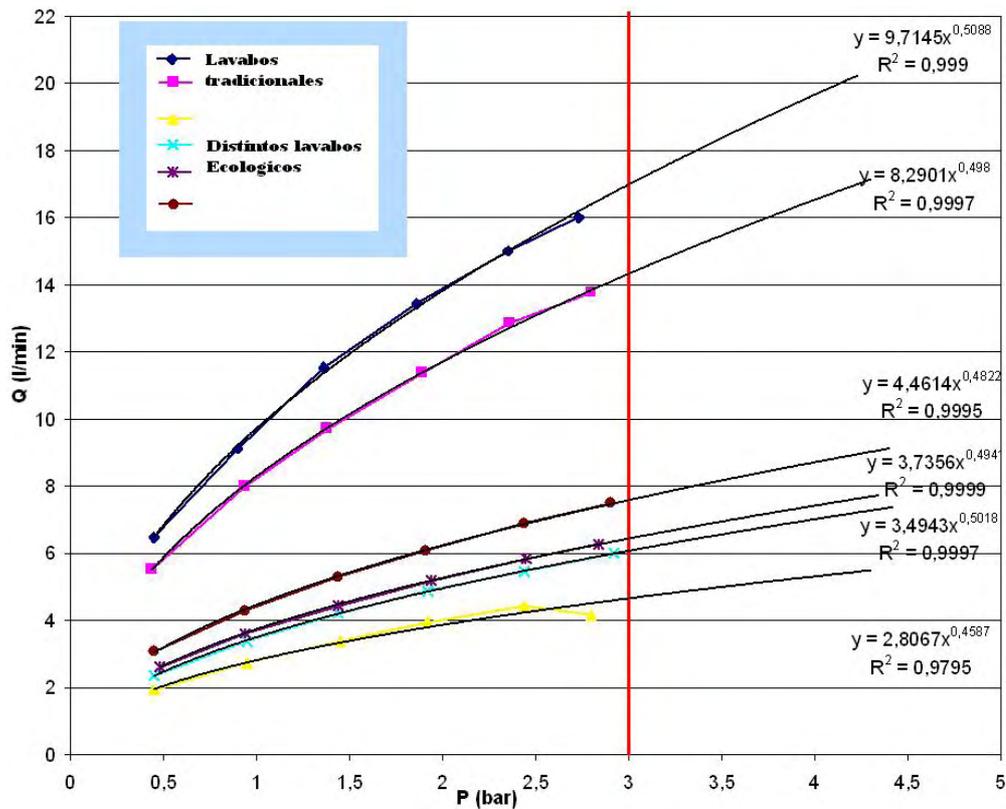


Figura 5. Influencia del consumo en función de la presión.

El control y adecuación de presiones en un edificio de oficinas aporta principalmente un consumo ajustado a la necesidad, una disminución de ruidos, molestias por el sonido producido por el agua, un mayor confort de utilización si las instalaciones están equilibradas, una disminución de los problemas derivados tanto por los golpes de ariete como por las pérdidas de carga, y todo ello, sólo con que estas instalaciones estén bien planteadas y ajustadas.

En resumen, equilibrar la presión de un edificio o instalación, puede:

- Generar y aumentar el confort de utilización.
- La resolución de problemas de simultaneidad.
- El disminuir ruidos y problemas de las instalaciones.
- Ahorrar agua y la energía derivada de su calentamiento.
- Y una mayor vida de las instalaciones con un menor mantenimiento y averías.

Por último, no se debe 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 apropiado, serán claves para reducir la factura energética del centro.

#### 4.6.14. Técnicas y mejoras en los procesos de trabajo

La energía utilizada en procesos productivos, requiere en muchos casos el calentamiento del agua para el mismo, por lo que optimizar su calentamiento o enfriamiento, así como adecuar las temperaturas y caudales a lo requerido, será una forma directa de reducir los costes de producción.

La utilización de mezcladores termostáticos para lograr agua a una temperatura determinada; las sondas y termostatos que permiten detectar cambios sustanciales de temperatura; los medidores de nivel de líquidos, así como un sinfín de técnicas que existen en el mercado, habrán de ser analizadas por los responsables o técnicos de mantenimiento de estas instalaciones, para ver de qué forma se puede disminuir el consumo de agua y energía en el centro.

Los expertos en asesoramiento empresarial utilizan como técnica de incentivar al personal o empleados responsables de estos departamentos técnicos, la reducción de las facturas energéticas y de suministros, para plantearles retos de reducción, que de lograrse verían incrementados sus pluses productivos.

De igual forma hay que premiar e incentivar a los empleados a que planteen ideas de cómo mejorar o aprovechar las áreas que ellos trabajan y dominan. Se nos olvida que la industria de maquinarias en general, evolucionó gracias a que los técnicos de mantenimiento que se desplazan a las empresas a realizar la conservación de las mismas, escuchan y buscan soluciones y mejoras a los problemas e ideas que les plantean los empleados que las utilizan en los procesos cotidianos de su trabajo diario, recogiendo y aprovechando todo ese *know how* o saber hacer, para su propio conocimiento y mejora de los equipos.

No es fácil llevar a cabo este tipo de iniciativas en la administración de edificios de oficinas o mancomunados, pero hay que estar atentos a las ocasiones que se brindan para hacerlo, y, si por ejemplo se disponen a realizar una campaña de promoción o de sensibilización, guarden o prevean una serie de iniciativas internas que permitan también participar al personal funcionario o contratado e incluso de las subcontratas, para que mediante concursos de ideas, premiar tras escuchar las propuestas que realizan.

## 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 revisar 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 de la mezcla 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 de cada época del año.
- ✿ 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, de forma 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, pues evitan olvidos de cierre y soportan mejor el posible vandalismo, sin olvidar que son obligatorios en los aseos públicos de los edificios de oficinas, recomendándose con mezclador cuando se requiera una elevada imagen del edificio u oficinas.
- ✿ Instalar o implementar medidas correctoras del consumo, como perlizadores, alcachofas de ducha ecológicas, reductores volumétricos, etc., reducirá espectacularmente los consumos, en el resto de zonas.

- ❁ 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, refutables 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, 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 estos, junto con papeles, plásticos o profilácticos, con lo que se pueden producir atascos en tuberías tanto de bajantes como en fosas y sifones, provocando 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 además de sensibilizar a los usuarios, los centros han de poner medios para poder facilitar esta labor.

#### ***En jardinería y paisajismo colindante de los edificios:***

- ❁ 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, es conveniente agrupar las especies según su demanda de agua. Se tendrán 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. (*Y si no tienen fosfatos además mejoraremos el medio ambiente*).
- ✿ Promover medidas para ahorrar en el lavado de prendas, utensilios y 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. (*Pues se suelen tirar al WC*).
- ✿ 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 o baldear las superficies 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).*

## 4.8. Beneficios de este tipo de inversiones

Los beneficios que generan este tipo de inversiones no son solamente económicos, sino también medioambientales y de imagen ante la sociedad y los clientes de las empresas o instituciones de este tipo de edificaciones.

Para posicionar al lector sobre las inversiones a realizar, éstas son mínimas, pudiendo por norma general estar amortizadas en el mismo ejercicio de compra, no sólo por la disminución de consumos de agua y su rebaja en la factura, sino sobre todo por la energía no utilizada en su calentamiento. De modo que, si ahorramos agua caliente, estaremos paralelamente ahorrando la energía necesaria en su bombeo, distribución y calentamiento.

Si además el gestor de este tipo de edificios implementara medidas correctoras del consumo de agua, mejoraría medioambientalmente nuestra sociedad con una reducción neta de las emisiones de gases contaminantes de la atmósfera, o gases de efecto invernadero, en un mínimo de **0,537 kg** de **CO<sub>2</sub>** por cada metro cúbico que hubiera dejado de consumir.

Desde el punto de vista energético, el ahorro generado por este tipo de medidas suele cifrarse en unos **25 kW/h** de energía por cada metro cubico ahorrado.

Por último, no hemos de olvidar que económicamente cada metro cúbico de agua suele suponer más de **1,07 € de coste**, los cuales sumados al coste de calentamiento, puede cifrarse en el entorno mínimo de los **5,00 €** el ahorro de agua

y energía que produciría la implementación de medidas correctoras del consumo en este tipo de instalaciones.

Si a eso le añadimos que algunas empresas de abastecimiento, como el Canal de Isabel II, les abonarán un **10 %** del agua ahorrada en cómputo anual, respecto al año precedente, nadie puede negar lo interesante de este tipo de inversiones para las empresas y la sociedad en general.

## 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 de la Energía de la Comunidad de Madrid. (2006).: " Guía sobre Gestión Energética Municipal", perteneciente a la campaña Madrid Vive Ahorrando Energía, Editada por la D.G. de Industria, Minas y Energía de la Comunidad de Madrid. España.
4. Fundación Ecología y Desarrollo. (2003).: "Guía de ecoauditoría sobre el uso eficiente del agua en la industria". Fundación Ecología y Desarrollo. (Zaragoza), España.
5. Fundación Ecología y Desarrollo. (2001).: "Guía de Ecoauditoría sobre el uso eficiente del agua en los centros educativos". Fundación Ecología y Desarrollo. (Zaragoza), España.
6. Infojardin.com (2002-2005).: Web y Artículos de Jesús Morales (Ingeniero Técnico Agrícola), (Cádiz) España.
7. TEHSA, S.L. (2003).: "Sección de Artículos", Web de la empresa Tecnología Energética Hostelera y Sistemas de Ahorro, S.L. Alcalá de Henares (Madrid), España.
8. Ahorraragua.org (2007).: "Catálogo de Soluciones", Web de asesoramiento y equipos economizadores. Madrid, España.
9. Fundación Ecología y Desarrollo. (2002).: "Guía práctica de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y servicios públicos". Bakeat. Bilbao, España.

10. Plan Municipal de Gestión de la Demanda de Agua en la Ciudad de Madrid, Concejalía de Medio Ambiente ([www.munimadrid.org](http://www.munimadrid.org)). Ayuntamiento de Madrid.
11. Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid. Concejalía de Medio Ambiente ([www.munimadrid.org](http://www.munimadrid.org)).
12. Panorama global del agua hasta el año 2025, de Ximing Cai y Sarah A. Cline Mark W. Rosegrant, Editorial Int Food Policy Res Inst, 2004.
13. Estadísticas del INE, sobre el agua en el años 1998 - 2004.

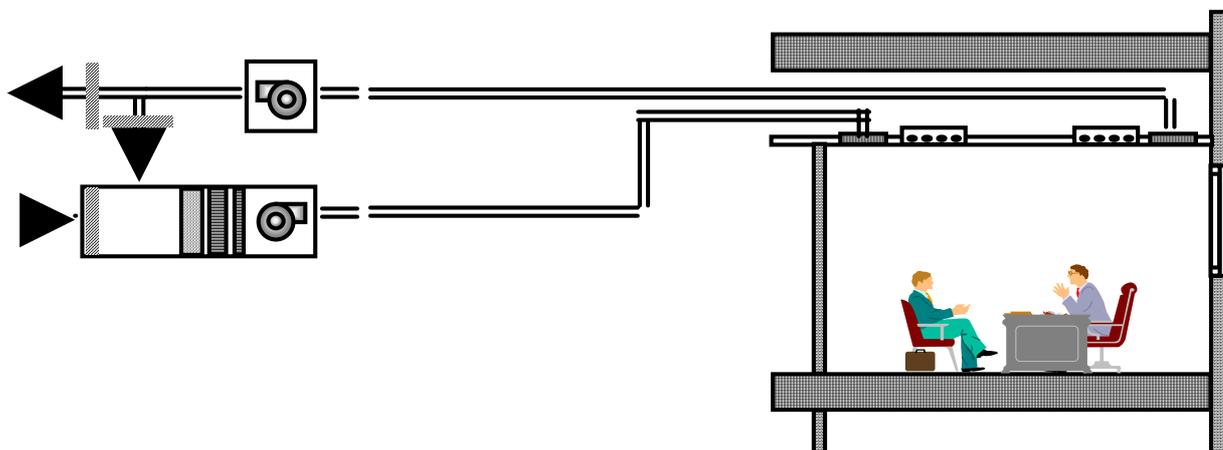


## 5.1. Introducción

El objetivo de este capítulo es mostrar las principales líneas de actuación para incrementar la eficiencia energética en las instalaciones en edificios de oficinas. Éstas 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.



**Figura 1.** Esquema de climatización de un despacho en un edificio de oficinas. Un Climatizador o unidad interior proporciona frío, calor y aire exterior de ventilación.

Como se verá, la unidad interior trata aire exterior y aire que se recircula en una serie de intercambiadores de calor. Éstos reciben energía en forma de agua fría o caliente, o refrigerante (gas caliente o líquido frío).

## 5.2. Diseño y utilización de las instalaciones

El confort humano se centra en cinco variables fundamentales:

- ✿ Temperatura y Humedad<sup>1</sup>.

**TABLA 1.** Condiciones interiores de diseño.

Estación	Temperatura °C	Humedad Relativa %
Verano	23 a 25	45 a 60
Invierno	21 a 23	40 a 50

- ✿ Velocidad del aire, para evitar corrientes molestas en los espacios ocupados.
- ✿ Calidad ambiental (IAQ). El Nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, hace también referencia a la calidad del aire interior, con niveles de CO<sub>2</sub> máximos admitidos y la aportación de aire exterior obligatorios.

**TABLA 2.** Calidad de aire interior.

Categoría	Aire exterior l/s	CO <sub>2</sub> ppm por encima del nivel exterior
ID1 Hospitales, Guarderías Laboratorios	20	350
ID2 Oficinas, Hoteles, Aulas	12,5	500
ID3 Comercio, Espectáculo, Restauración	8	800
ID4 No catalogado	5	1200

A su vez el aire exterior se clasifica según el nivel de contaminación, desde aire puro denominado ODA1 (aunque puede contener polen de forma temporal) hasta aire contaminado ODA5; se requieren niveles crecientes de

<sup>1</sup> Nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por RD 1027/2007, de 20 de julio de 2007 (BOE 207, 29 de Agosto de 2007). Instrucción Técnica IT1.1 EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE.

filtración (sobre los que no nos extendemos) para poder hacer uso del aire de acuerdo a su nivel de contaminación. El reglamento también clasifica el aire de extracción, estableciendo un mínimo para locales de servicio de 2 l/s/m<sup>2</sup>.

**TABLA 3.** Clasificación del aire de extracción.

Categoría	Tipo de Local	Reutilización
AE1 Bajo Nivel de Contaminación	Oficinas , Hospitales*, Guarderías.	Permitida (sin tabaco)
AE2 Moderado Nivel de Contaminación	Restaurantes, Hab. Hotel, vestuarios.	Sólo hacia servicio, aseos, garajes
AE3 Alto Nivel de Contaminación	Cuartos fumadores, Aseos, saunas.	. Sólo para Intercambio de calor
AE4 Muy Alto Nivel de Contaminación	Laboratorios, lavandería, basura.	Descarga lejos de otras tomas

\*Excepto Enfermedades infecciosas.

#### Nivel sonoro.

En el caso del nivel sonoro, estas instalaciones no son una excepción a las normativas locales sobre actividad pública, debiendo 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 4.

**TABLA 4.** Niveles sonoros en exterior.<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Valores más comunes exigidos por la Normativa consultada. Existen, sin embargo, Ordenanzas Municipales aún más estrictas en localidades de mayoría de población en áreas residenciales.

Por otra parte se recomiendan una serie de niveles para el normal desarrollo de la actividad en el interior del local, Tabla 5.

**TABLA 5.** Niveles sonoros en interior<sup>3</sup>.

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 Boleras	40 – 45
Auditoriums/Salas de grabación y ensayo	15 – 20
Estudios de TV	20 – 25

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:

<sup>3</sup> Valores más comunes exigidos por la Legislación de Seguridad e Higiene en el trabajo.

- ✿ 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.

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.

En edificios de oficinas, uno de los problemas fundamentales es la distribución de espacios, con separaciones de obra húmeda o mamparas de tipo pladur, vidrio o madera. Las particiones y su continuación o no en suelo y techo técnico pueden afectar de forma importante al sistema de climatización, al confort proporcionado, al ahorro energético y el nivel sonoro.

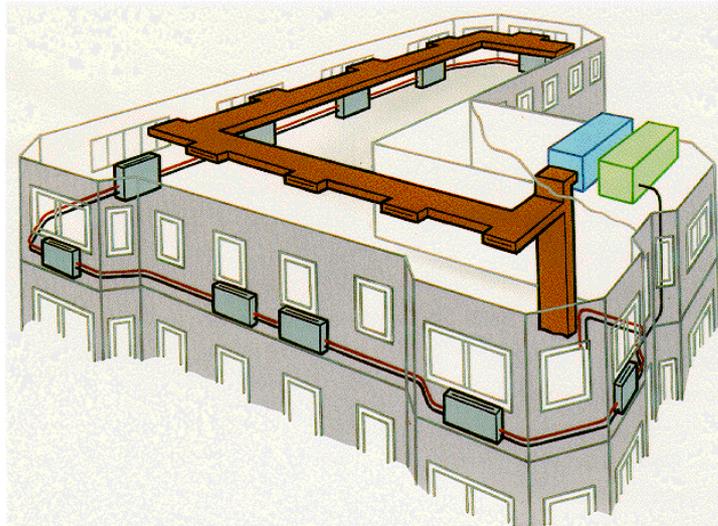
La dificultad de acertar con el uso, número de particiones, lleva a muchos diseñadores de interiores y propiedades a dejar "vacío" el edificio, dejando al inquilino la tarea de realizar particiones desmontables a su libre elección. Los sistemas de difusión de aire, accesos de mantenimiento a unidades interiores, etc., deben ser conocidos por el nuevo inquilino, para proveer adecuadas soluciones. Sin entrar en honduras, el Nuevo RITE obliga a zonificar<sup>4</sup> adecuadamente, como un medio de ahorro de energía.

La ejecución del sistema de climatización de oficinas toma forma en dos variantes fundamentales, similares en concepto (distribuir la energía hacia cada uno de los locales - despachos de forma individualizada de acuerdo a las necesidades del ocupante) pero diferentes en el fluido de transporte de energía.

---

<sup>4</sup> Nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RD 1027/2007, de 20 de julio de 2007 (BOE 207, 29 de Agosto de 2007). IT 1.2.4.5.4; (textualmente): se debe zonificar teniendo en cuenta uso, ocupación y horario.

- ❁ **Sistemas de distribución de agua fría - caliente.** Desde una enfriadora de agua y una caldera o una bomba de calor aire-agua una red de tuberías de agua llevan ésta hacia una serie de terminales interiores. En nuestro país la forma más habitual de climatización de espacios de oficinas consiste en la implementación de unidades interiores de pequeña capacidad en las zonas perimetrales (generalmente dedicadas a despachos) y unidades de superior capacidad para las zonas diáfanas interiores.



**Figura 2.** Sistema de *fancoils* perimetrales y unidad de tratamiento de aire exterior con distribución de agua a dos tubos.

La distribución del agua puede hacerse mediante un sistema de dos tuberías, una de impulsión de agua y otra de retorno, con una bomba de agua que lleva agua a cada terminal, que recibe agua fría o caliente de acuerdo a la necesidad detectada para todo el sistema. Esta disposición no permite que terminales distintos sean capaces de proporcionar calefacción y refrigeración al mismo tiempo, salvo que los elementos de producción de frío-calor estén acoplados a colectores de agua diferente, y exista un control para el acoplamiento de los circuitos correspondientes a estos colectores (válvulas de tres vías).

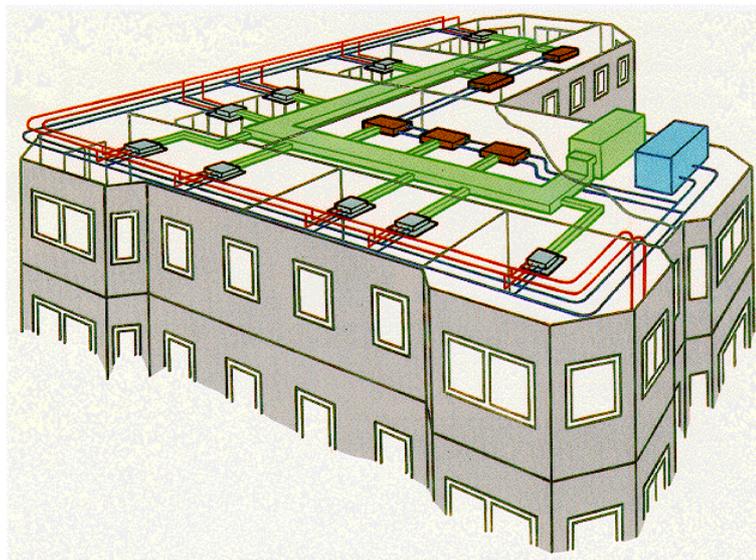
La producción simultánea de frío y calor con destino a terminales que pueden tener demandas contrapuestas se denomina sistema a cuatro tubos, y permite atender a las demandas específicas de cada usuario, recibiendo cada unidad interior agua caliente o fría dependiendo de ésta.

Las posibilidades de instalación que ofrecen los modernos terminales de tipo *fancoil* son muy diversas:

**Fancoil perimetrales**, Fig. 2: muy usados por la sencillez de su diseño, pueden ir ocultos en mueble o usar una carcasa decorativa.

**Fancoils de conductos ocultos** en falso techo, usados en general para áreas diáfanas (oficinas) o en habitaciones de hotel y pequeños despachos en los cuales no sea posible ubicar *fancoils* en perímetro (por ejemplo en muros cortina). Muy económicos, pueden presentar variantes en su ejecución, con formas y accesorios de filtraje y toma de aire exterior que los pueden convertir en mini-climatizadores, con un razonable incremento en coste.

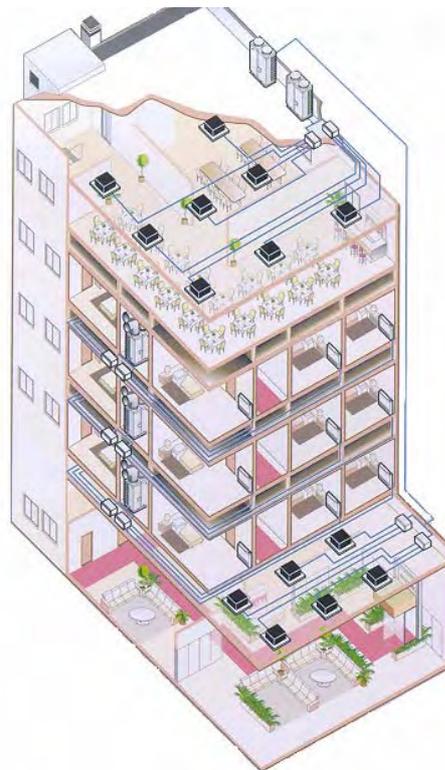
**Fancoils tipo cassette**, Fig. 3: derivados de equipos de partidos con refrigerante representan una alternativa muy atractiva para edificios de oficinas, al aunar una estética atractiva con el ahorro de espacio al instalarse vistos en el falso techo.



**Figura 3.** *Fancoils* de tipo cassette con distribución de agua a cuatro tubos, con climatizador de aire exterior.

- ❁ Los **sistemas de caudal variable de refrigerante** (en inglés *Variable Refrigerant Flow VRF*) usan distribución del mismo a través de dos tuberías (tres en sistemas con recuperación de calor) desde un conjunto de unidades exteriores bomba de calor modulares (interconectadas en los sistemas más

complejos), hacia el conjunto de terminales interiores. Éstos no se diferencian de los terminales de agua tipo *fancoil* (constan asimismo de batería y ventilador) pero tienen un sistema de control de capacidad más sofisticado que el de los terminales de agua convencionales. La tecnología de los sistemas VRF está compuesta por un sistema electrónico de control, compresor de tipo *scroll* con variación de velocidad y válvulas de expansión electrónica. Éstas permiten un control continuo del caudal del refrigerante dependiendo de la demanda de la instalación.



**Figura 4.** Sistema de distribución de refrigerante.

La regulación de capacidad habitual en los terminales de agua es toda-nada (válvula de agua abierta o cerrada) contando con el contenido de agua de la instalación como elemento de inercia térmica para evitar fluctuaciones en las condiciones de confort.

Dicha inercia es pequeña en los fluidos refrigerantes, recurriéndose a la variación de la velocidad de los compresores de las unidades exteriores y a pequeñas válvulas de expansión electrónica en cada terminal o grupo de

terminales. La tecnología de las mismas es idéntica a la usada desde los años 80 en grandes máquinas. La evolución de la electrónica ha permitido su miniaturización.

En ambos tipos de instalaciones, se requiere como hemos visto aportación de aire exterior; la nueva normativa muestra una creciente preocupación por la calidad de aire interior y a la vez el ahorro de energía, obligando a la introducción de aire exterior atemperado mediante dispositivos de recuperación de energía sobre el aire extraído <sup>5</sup>, que se estudiarán en un epígrafe posterior.

¿Cuál de ambos tipos de sistemas ha de elegirse? Las prioridades de cada propietario 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 (poco habitual en oficinas), todo agua, aire-agua, o 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: producción de agua fría y caliente, o unidades exteriores de caudal variable de refrigerante.

---

<sup>5</sup> Nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por RD 1027/2007, de 20 de julio de 2007 (BOE 207, 29 de Agosto de 2007).

- 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, agua o refrigerante, 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 fluido de transporte de energía (aire, agua o refrigerante) 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, bien sea difusores, terminales tipo *fancoil* de agua o de expansión directa (VRF) o pequeñas unidades independientes, en el sistema denominado bucle cerrado.

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. De forma similar, en caso de distribución de refrigerante, ha de chequearse que la pérdida de presión y las diferencias de altura entre unidades interiores y unidad exterior, estén conformes a las especificaciones técnicas del compresor.

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

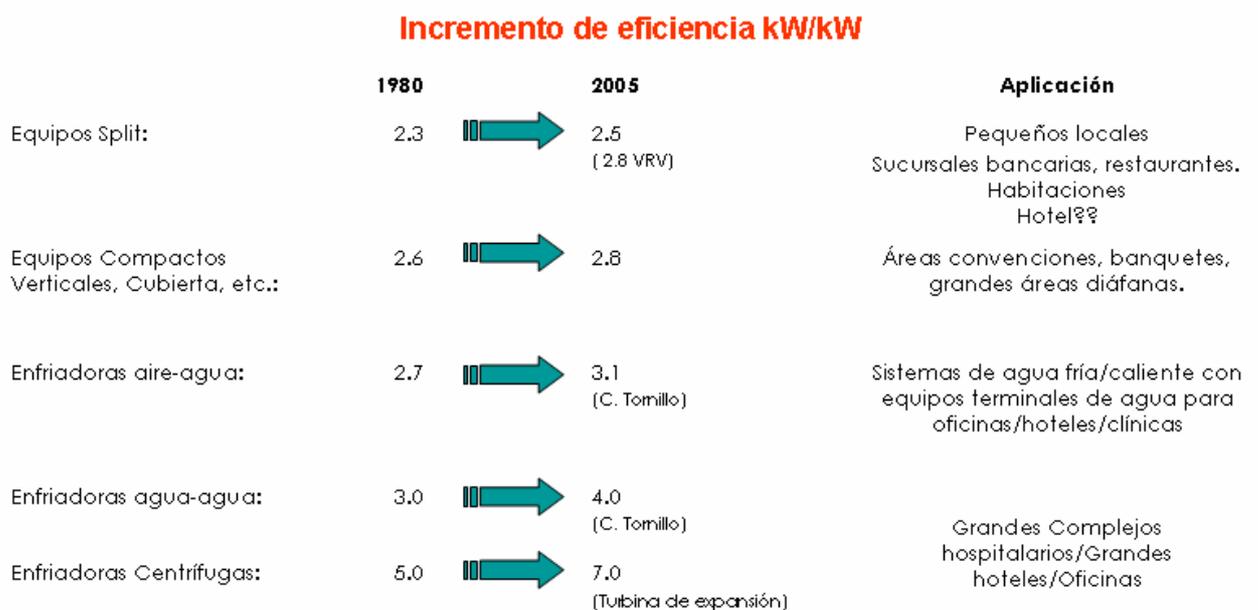
### 5.3. Tecnología del ciclo frigorífico aplicable al ahorro energético

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. Distribución de refrigerante a tres tubos y recuperación de calor en forma de agua caliente. Sistemas de bucle cerrado.
- ✿ 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. 5. 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.



**Figura 5.** Evolución de la eficiencia energética en los equipos de climatización.

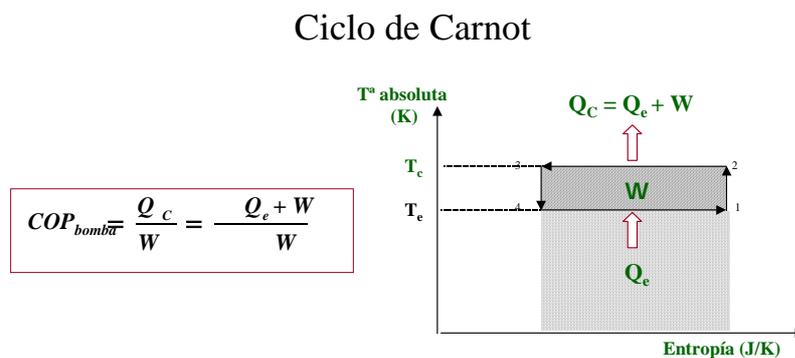
Ejemplo:

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 anterior 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.

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

En la Fig. 6 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".



**Figura 6.** Ciclo Teórico de una Bomba de calor.

En términos sencillos, concentra el débil calor del exterior y lo traslada al interior de un local. 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.

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 de rendimiento COP se verá afectado por las temperaturas del refrigerante: a mayor temperatura de condensación (producción de agua o aire calientes 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.

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, 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.

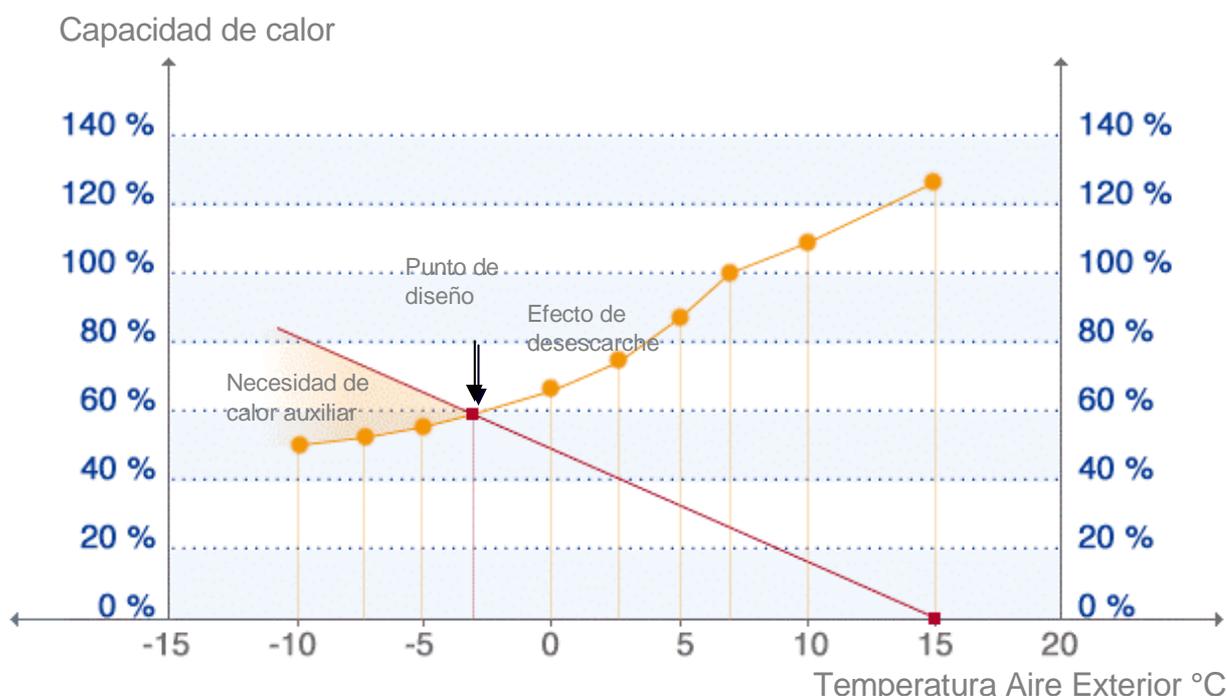


Figura 7. Elección del punto de diseño de una bomba de calor.

En la Fig. 7 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<sup>6</sup> para la localidad coincide con el punto de corte entre ambas curvas, no sería preciso dotar a la instalación de calor suplementario, ya que 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.

Se verá en el epígrafe dedicado a sistemas de gestión que una estrategia adecuada de manejo del sistema de control centralizado permite reducir el impacto de las adversas condiciones en el arranque invernal (baja temperatura exterior y baja temperatura en el interior de los locales, si se ha "apagado" la calefacción), mediante el uso de un segundo punto de consigna (más bajo que el punto de confort, entorno a 18 °C). Esta estrategia es aplicable a cualquier sistema sea de expansión directa o bomba de calor aire-agua.

Como es natural, un correcto diseño de cerramientos<sup>7</sup> 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

---

<sup>6</sup> Nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por RD 1027/2007, de 20 de julio de 2007 (BOE 207, 29 de Agosto de 2007). IT 1.2.4.1.3.3 se expresa que para bombas de calor, deberá tomarse como temperatura de diseño la temperatura húmeda de la localidad correspondiente al percentil más exigente menos 2 °C. De esta forma se quiere garantizar el sobredimensionado de las instalaciones en modo calor.

<sup>7</sup> De acuerdo al nuevo Código Técnico de la Edificación, que fija mínimos de obligado cumplimiento.

de acumulación de calor en la estructura de los edificios, las necesidades caloríficas reales se reducen notablemente, representando un factor de seguridad añadido.

En modelos informáticos de edificios de oficinas en la zona de Madrid, el uso de bomba de calor aire-agua en lugar de caldera más enfriadora presenta un ahorro total del edificio entorno a un 5-6 % del coste anual de climatización del edificio.

### **5.3.3. Recuperación de Calor en sistemas de caudal variable de refrigerante**

El sistema de caudal variable de refrigerante descrito en el primer apartado tiene una distribución a dos tubos, que era la distribución más tradicional de estos sistemas, pero que está cambiando rápidamente a distribución a tres tubos. En estos sistemas, tres tuberías llegan hasta un colector distribuidor de refrigerante.

En el caso de funcionamiento en frío de una parte del sistema, en un día de primavera u otoño, las unidades interiores demandantes de frío (por ejemplo una soleada fachada Sur) funcionan como evaporadores, recibiendo refrigerante líquido que se vaporiza al absorber energía del espacio ocupado, enfriando éste. El gas como en cualquier sistema de expansión directa, es aspirado por el compresor. La recuperación de calor ocurre si existe demanda de calor, (por ejemplo, en unidades de una fachada Norte en sombra). El gas caliente de descarga del compresor es redirigido hacia esas unidades demandantes de calor que funcionan como condensadores, como si de una bomba de calor se tratara.

El balance de energía del sistema se equilibra disipando el calor no recuperable en la batería exterior.

El sistema alcanza notables eficiencias cuando hay claras diferencias de demanda entre fachadas de orientación contraria, de ahí que sea ideal para edificios exentos (no rodeados por otros inmuebles) con grandes fachadas acristaladas. Los mayores rendimientos se consiguen en las estaciones de primavera y otoño, cuando la combinación de elevada radiación solar con temperaturas exteriores bajas da lugar a demandas contrapuestas.

El sistema es sencillo de instalar y fácilmente regulable gracias al extensivo uso de sistemas electrónicos que incorporan los equipos de refrigerante variable. La principal limitación es el tamaño, el mayor sistema suele estar limitado a no más de 100 kW frigoríficos, (4 o 5 unidades exteriores agrupadas). No obstante en la mayor parte de aplicaciones estos subsistemas se gestionan mediante un control centralizado de todo el sistema de climatización.

Puntos débiles:

- ❁ Limitación de distancias, en el mejor de los casos, hasta 150 m de longitud de tuberías, con distancia vertical limitada entre unidades interiores y exteriores, dependiendo del fabricante.
- ❁ Una red compleja de tuberías de refrigerante. Con la ayuda de los modernos programas de cálculo, este punto puede salvarse de una forma sencilla y segura.
- ❁ Cantidad elevada de refrigerante dentro del edificio. Aunque los modernos refrigerantes están catalogados como no inflamables y no tóxicos, su uso está regulado dentro de la Comunidad Europea de cara a evitar el impacto por efecto invernadero debido a fugas a la atmósfera y a evitar la concentración dentro de espacios ocupados. La legislación española sigue la Directiva Europea<sup>8</sup>, que obliga a realizar las inspecciones necesarias, pero sin restringir su uso. Sin embargo existe en otros países europeos una creciente presión para limitar las cantidades de refrigerante y proveer sistemas de detección y contra desplazamiento del aire en los espacios ocupados, preocupación que pudiera en un futuro no lejano traducirse en Directivas Europeas aún más exigentes.

---

<sup>8</sup> Reglamento (CE) No 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006 sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero. Artículo 3, Contención del refrigerante. Las aplicaciones que contengan 30 kg o más de gases fluorados de efecto invernadero serán objeto de al menos un control de fugas cada seis meses, con inspecciones cada tres meses cuando contengan 300 kg o más.

### 5.3.4. Recuperación de Calor para Producción de agua caliente en unidades de condensación por aire

Del mismo modo que el sistema anterior producía aire caliente mediante la recuperación de energía, las máquinas enfriadoras de agua permiten la producción simultánea de agua fría y caliente, mediante condensadores de recuperación.

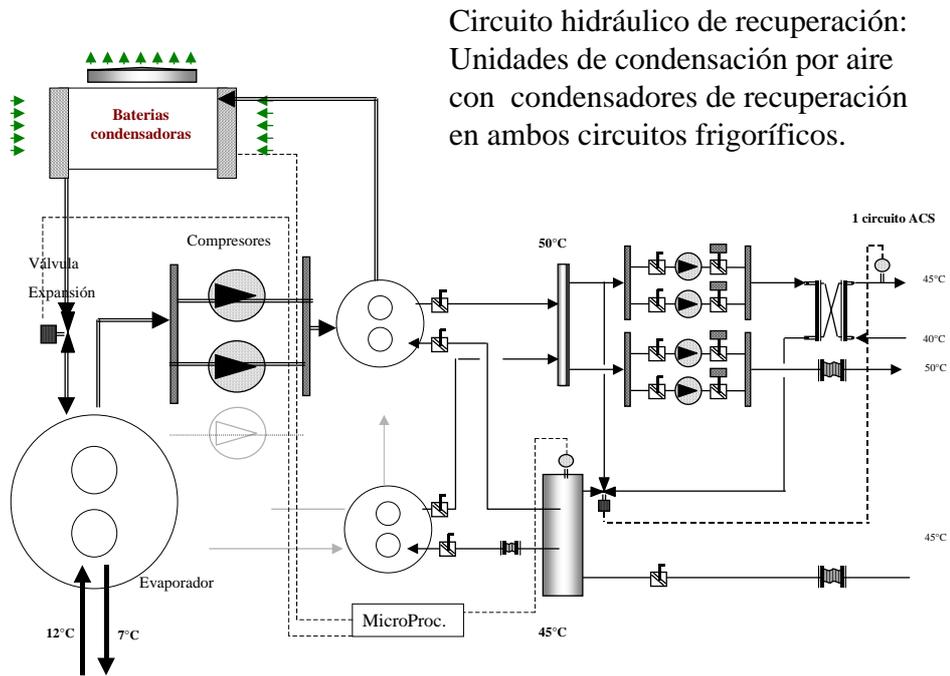
Estas unidades permiten recuperar parte o toda la energía rechazada, desde la simple recuperación de gases calientes hasta la recuperación del 50 % o del 100 % del calor total rechazado por la unidad.

Las unidades con recuperadores del 100 % suelen contar con válvulas automáticas 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 8.** 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.

Este es el caso de las instalaciones hoteleras, sobre todo en climas suaves siendo muy habitual la instalación de una pareja de unidades de frío sólo y una frío con recuperación, o para climas más fríos, una enfriadora con recuperación más una bomba de calor reversible.

En cambio es difícilmente justificable en instalaciones de oficinas salvo que existan cargas de frío y calor contrapuestas, ya que el consumo de Agua Caliente Sanitaria suele ser reducido en estos edificios.

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>9</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.

### 5.3.5. Sistemas de Bucle cerrado de agua

Los sistemas de bombas de calor agua-aire en bucle cerrado se componen de un circuito de tuberías (una de impulsión y otra de retorno) al que se acoplan múltiples unidades terminales de este tipo. Cada una de ellas puede operar en modo frío, enviando calor al bucle de agua, o en modo calor, extrayendo energía del bucle.

La temperatura en el bucle de agua se intenta mantener dentro de los límites de 15 °C a 35 °C, mediante la aportación de calor mediante caldera (o bomba de calor aire agua) cuando la temperatura desciende de 20 °C o extrayendo calor (con un sistema de torres de refrigeración) cuando la temperatura asciende por encima de 29 °C.

El circuito de agua sirve así como sumidero o aportación de energía a las unidades terminales. Si se mantiene en el entorno citado permite la operación de las unidades en cualquiera de los modos descritos. Esto permite el traslado de la energía desde los espacios templados a los más fríos dentro del edificio, sin generar calor adicional.

---

<sup>9</sup> En cumplimiento del Real Decreto sobre Prevención de infección por Legionella.

Durante los meses de verano, la mayoría de las unidades terminales están en modo frío, calentando el agua del circuito. Tan pronto la temperatura asciende por encima de los 29 °C, se extrae el calor del circuito mediante una torre de refrigeración (preferentemente de tipo cerrado, ya hemos mencionado el problema de *Legionella*).

Sin embargo en los meses de invierno, sólo los terminales situados en el perímetro del edificio estarán en modo calor; los situados en la zona interior, salvo la carga necesaria para atemperar el aire de renovación estarán en modo frío. Hay que prever que pueda existir un balance negativo de la energía, es decir que el calor que precisen los terminales periféricos sea mayor que el producido por los terminales del interior. En ese caso, el balance térmico hace bajar la temperatura del agua por debajo de 21 °C, momento en el que se conecta la caldera o bomba de calor.

Sin embargo, el ahorro energético sigue siendo importante, ya que el calor derivado del uso del edificio, luces, personas y equipos es aprovechado como fuente de energía para mantener calientes las zonas exteriores, permitiendo reducir el consumo de calefacción.

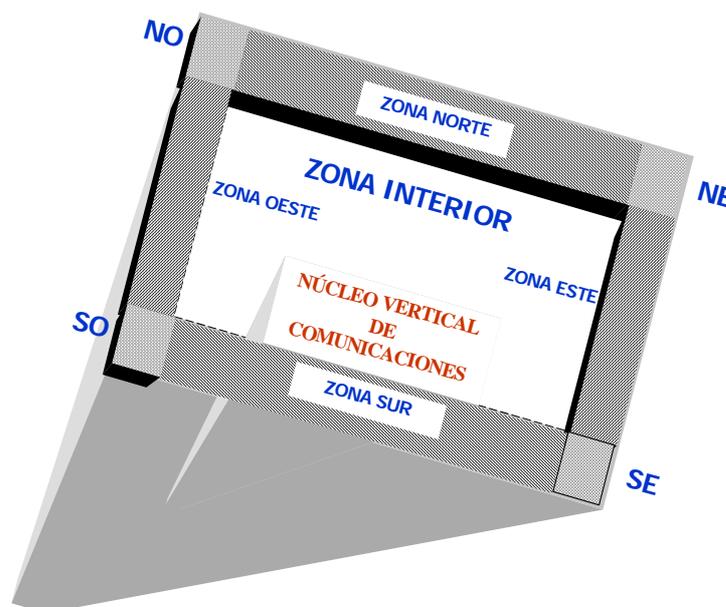


Figura 9. Zonificación de un edificio esbelto.

El caso de mayor ahorro se producirá en días claros con moderada temperatura exterior: la radiación solar incidente en los cerramientos puede provocar el aumento de la temperatura en las zonas periféricas expuestas. La actuación en modo frío precisa de una extracción de energía que puede ser llevada a la zona norte del edificio, que puede precisar calefacción.

VENTAJAS	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reducido Coste de instalación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mucho refrigerante y múltiples compresores. Nivel de ruido interior mayor</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Control individual sencillo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesidad de caldera, torre de refrigeración y climatizador de aire exterior. Control del sistema complejo</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Poco espacio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muchos desagües y tubería</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Poco impacto de las averías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento disperso</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bajos costes de operación</li> </ul>	

Los edificios de oficinas pueden usar estos sistemas fácilmente debido a la presencia de áreas interiores con sistemas de iluminación y ofimática, que deben ser refrigerados casi todo el año. Las áreas periféricas muchas veces con cerramientos tipo muro cortina pueden recibir calor procedente de este "núcleo".

Un ratio indicativo del ahorro económico de la instalación de bucle cerrado en invierno y estaciones intermedias es la relación entre pérdidas de calor por fachadas más las pérdidas de calor por ventilación y las ganancias internas de calor (ocupación, equipamiento eléctrico y luminarias). De ser mayor esta última para la condición de diseño en invierno del edificio, puede deducirse que no sería necesario arrancar la caldera. Este caso, más común de lo que suele pensarse en edificios modernos, podría llegar a ser la situación normal de usarse en todos los edificios recuperación de calor en la extracción de aire de ventilación.

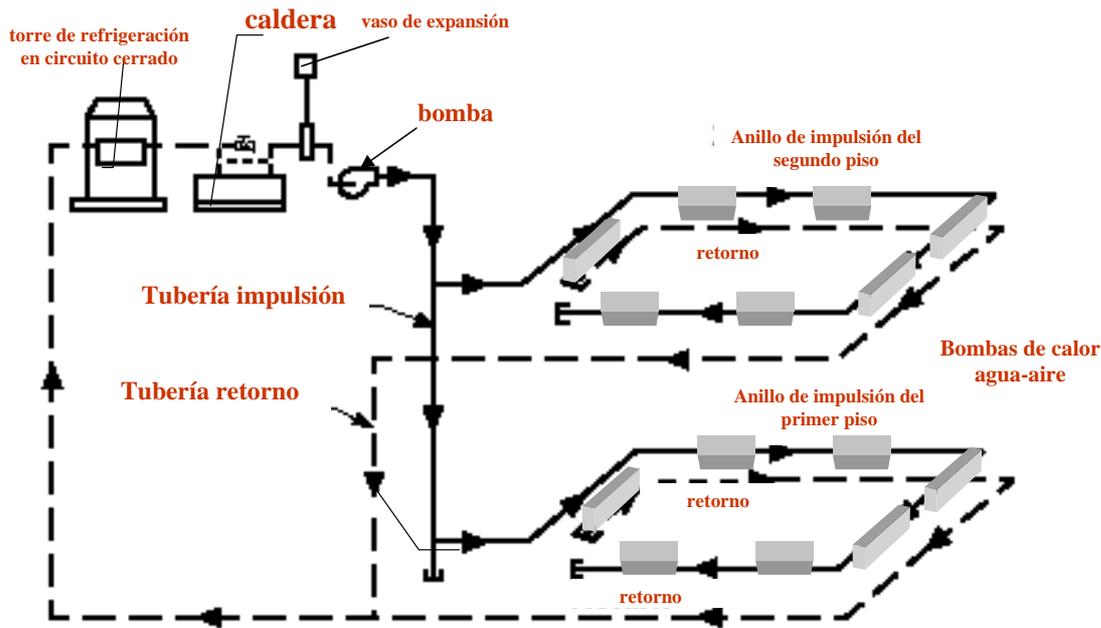
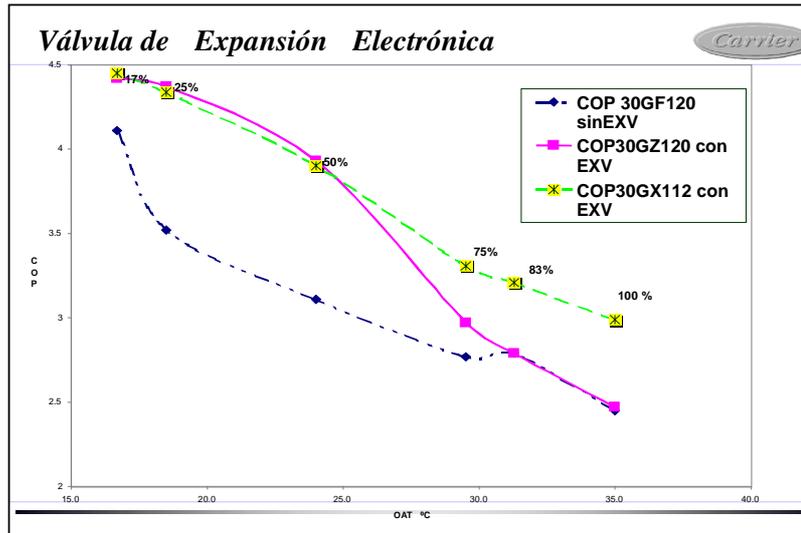


Figura 10. Diagrama esquemático de un Sistema de Bucle cerrado.

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

Las válvulas de expansión que se utilizan en equipos de climatización, para reducir adecuadamente la presión del refrigerante y regular el caudal del mismo. 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 11.** Efecto de la válvula de expansión electrónica sobre el rendimiento.

En el caso ejemplo, Fig. 11, 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.

La miniaturización de estos dispositivos va ha hacer posible un ahorro adicional en todo tipo de equipos, una vez que se extienda su uso.

### 5.3.7. 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. Sólo grandes complejos de oficinas superan 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.

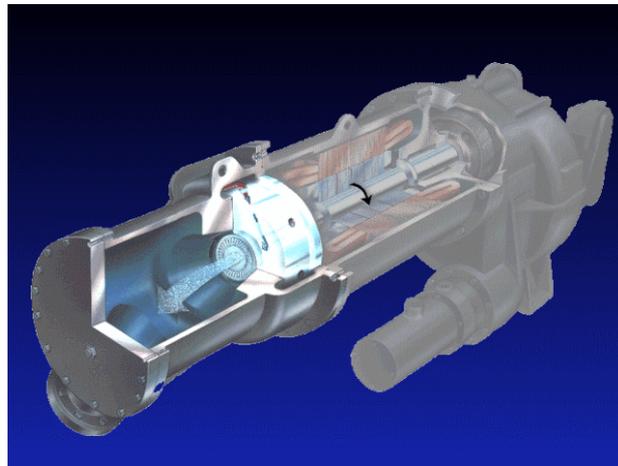


Figura 12. Turbina de expansión en unidades centrífugas.

### 5.3.8. 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 del 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 edificios de oficinas, precisados de sencillez de instalación y mantenimiento ha sido siempre muy limitada en este campo, excepto en grandes proyectos, los denominados "*district heating and cooling*", (refrigeración de distritos o complejos) dónde grupos de edificios se refrigeran o reciben calefacción desde una central energética común.

No obstante la introducción de nuevas ayudas y normativas de ahorro energético<sup>10</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.

---

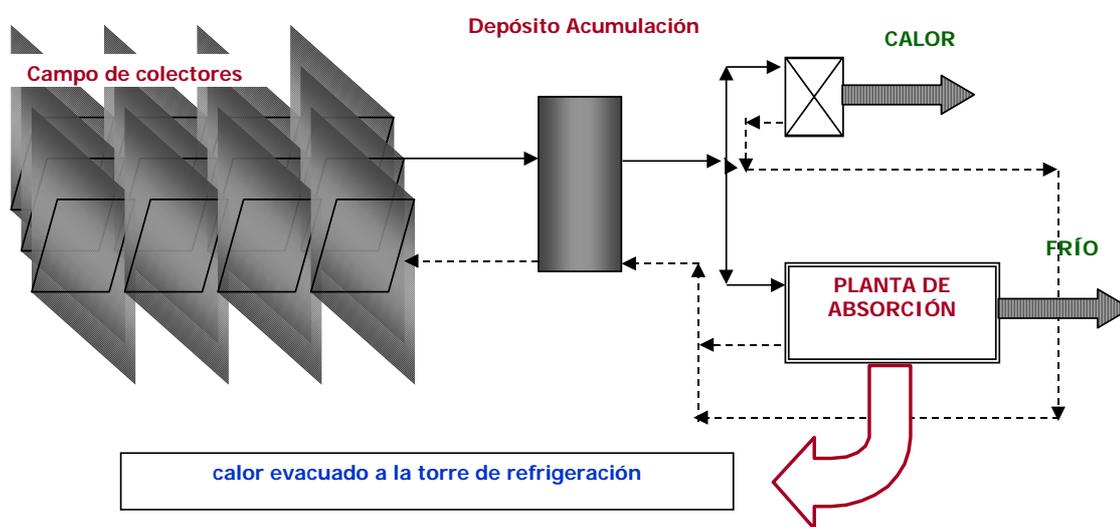
<sup>10</sup> Línea de financiación ICO-I.D.A.E. para proyectos de energías renovables y eficiencia energética año 2004 (Plan de fomento de energías renovables en España, Madrid 1 de marzo de 2004). En esta línea está también el Plan de Ahorro Nacional E4.

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 período 2005-2007.

Muchas de las Comunidades Autónomas y ciudades<sup>11</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 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.



**Figura 13.** Aplicación de un sistema de acumulación de agua caliente por energía solar para A.C.S y refrigeración mediante máquina de absorción.

<sup>11</sup> En Diciembre de 2004 eran ya más de treinta y ocho las grandes ciudades y cinco las Comunidades Autónomas que habían emitido normativa al respecto. (Fuente: *Tecnoenergía, Diciembre 2004*). Hoy todas las CCAA y más de 70 ciudades (incluyendo la mayoría de capitales de provincia) han emitido normativa sobre ahorro de energía.

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

Las instalaciones para edificios de oficinas deben aunar el ahorro energético con el confort de cada cliente, hacerlo de forma eficaz precisa de la actuación de sistemas de gestión energética.

### 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.

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.

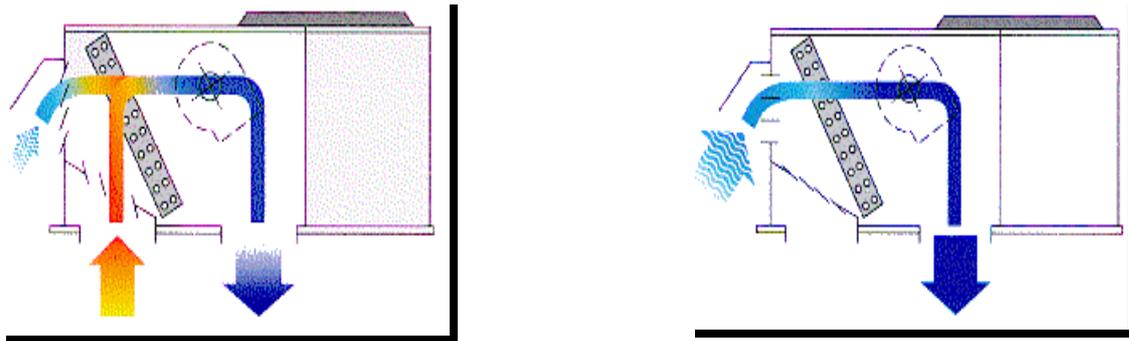
Expresando el modo de funcionamiento en términos electorales, el sistema recuenta los “votos” en cada instante, y conoce la “intención de voto” futura. De esta forma se consigue prever el modo de funcionamiento más idóneo en el instante actual y el modo más eficaz de adaptarse a la futura demanda, aprovechando la inercia térmica del bucle de agua para favorecer un cambio más rápido de modo de operación.

## **5.4.2. La instrucción técnica IT 1.2.4.5: Gestión de Enfriamiento gratuito por aire exterior y Recuperación de Calor de extracción**

La nueva Normativa de ahorro energético se recoge también en el nuevo RITE, que establece que la utilización del enfriamiento gratuito por aire exterior es de obligado cumplimiento en todas las instalaciones de climatización todo aire en las que se superen los 70 kW de refrigeración.

El concepto es muy sencillo: siempre que la energía del aire exterior sea inferior a la de los locales a climatizar, ¿porqué no usar el aire exterior para enfriar los mismos?. Estamos ante el equivalente tecnológico de abrir una ventana, pero siempre controlando que realmente estamos ahorrando energía al hacerlo.

El éxito de este sistema depende en gran medida del sistema de control que se use para gestionar la apertura de compuertas de aire exterior con suficiente exactitud para proporcionar a la vez ahorro y confort. Pensemos en que aunque energéticamente el aire frío invernal puede servir para refrigerar, comporta un desarreglo de humedad interna que ha de corregirse (si es posible recirculando una parte de aire interior).



**Figura 14.** Entrada de aire de ventilación (izquierda) y utilización con enfriamiento gratuito (derecha).

En nuestro país las condiciones de aire exterior más templado favorecen extraordinariamente el uso de este sistema de ahorro pero principalmente durante las horas nocturnas en locales de ocio (cines, restauración, etc.). En un edificio de oficinas en nuestra zona climática, hemos visto que la carga térmica de iluminación, equipos y personas, provoca que en un día frío de invierno, nos encontremos con necesidad de refrigeración.

Hay además un apartado dedicado al control de aire exterior para locales que no están siempre ocupados por el número máximo de personas (cines, teatros, salas de fiesta, salas de reuniones, o centros de convenciones), se usarán dispositivos automáticos que permitan variar el caudal de aire exterior mínimo de ventilación en función del número de personas presentes o por parámetros de calidad de aire exterior. Por lógica 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. Esto afecta por tanto a las grandes salas de reuniones de grandes empresas.

Un buen uso del enfriamiento gratuito puede redundar en hasta un 8 % de ahorro anual en el consumo de refrigeración del edificio.

Existe además en el nuevo reglamento un epígrafe dedicado a los sistemas de *fancoils* y climatizadores. El enfriamiento gratuito se aplica a enfriar directamente el agua del circuito con al aire exterior cuando las condiciones sean favorables.

En general este efecto se ha venido usando hasta la fecha usando una batería auxiliar o un aerorrefrigerador dispuesto en paralelo con el evaporador de la unidad enfriadora.

Para producir agua a 7 °C es preciso que el aire exterior tenga una temperatura de entorno de 0 a 2 °C, con el consiguiente riesgo de que se congele el agua contenida en el dispositivo de enfriamiento.

A este sistema tradicional se añaden unidades enfriadoras que pueden incorporar un sistema de Producción de agua fría mediante economizador (*free cooling* de expansión directa). El dispositivo aprovecha la baja temperatura invernal del aire exterior para enfriar agua sin necesidad de recurrir al arranque de compresores de las plantas enfriadoras y sin intercambiadores exteriores aire-agua adicionales.

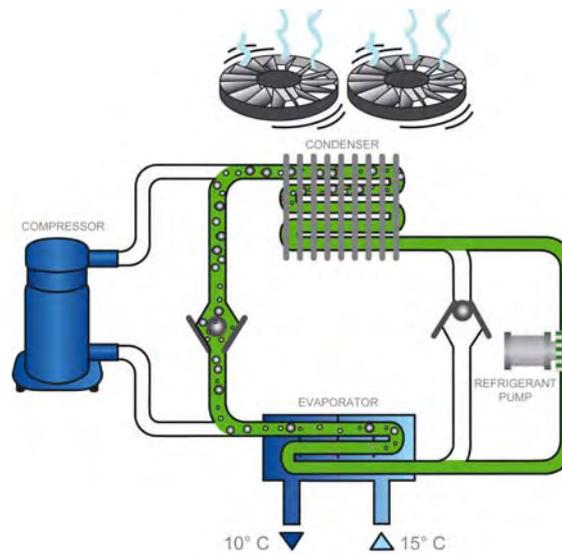
El nuevo sistema aporta como ventajas respecto al tradicional:

1. No es necesaria superficie adicional de intercambio térmico ni mayor potencia de ventilación.
2. El circuito hidráulico no se ve afectado por usar el sistema de *free cooling*.
3. La protección anticongelación del sistema es la estándar de una enfriadora convencional. Sólo se usará solución anticongelante en condiciones extremas.

Existen en el mercado unidades que incorporan una batería auxiliar aire-agua para realizar este cometido, pero la superior pérdida de carga en el lado aire resulta en ventiladores de superior potencia y mayor nivel sonoro. El nuevo sistema usa ventiladores estándar, los que incluye ya la unidad enfriadora.

Siempre se veía afectado el circuito hidráulico por la superior pérdida de carga en el lado agua, debida al uso de la batería o el aerorrefrigerador, amén de un sistema de válvulas de tres vías para cambiar del modo de funcionamiento con "compresores" al enfriamiento "por aire exterior". En el nuevo sistema, el circuito hidráulico del agua fría no cambia en absoluto.

¿Cómo funciona el sistema de enfriamiento gratuito *free cooling* de expansión directa?:



**Figura 15.** Esquema de principio del sistema de enfriamiento gratuito.

Paso 1: la energía transportada por el agua fría, que retorna desde los terminales produce la evaporación del refrigerante. Este vapor, dada la diferencia de temperaturas y, por tanto, de presiones, migra hacia el condensador sin necesidad de aporte de trabajo.

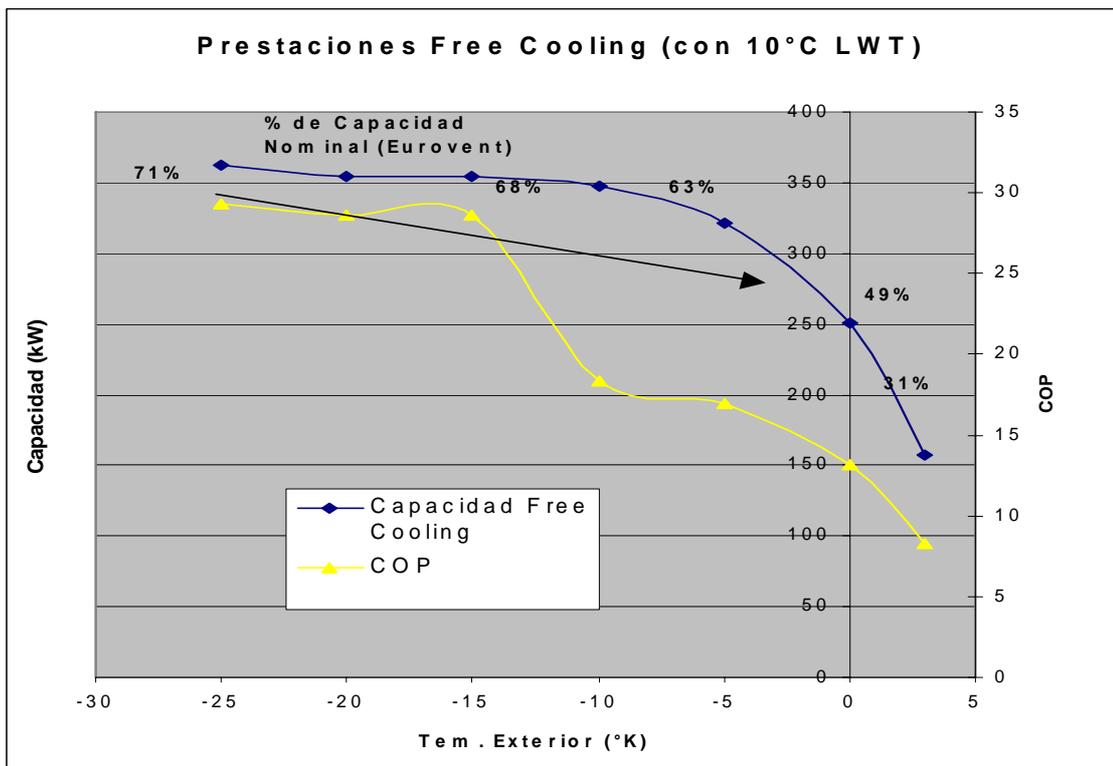
Paso 2: el vapor condensa en las baterías exteriores. El menor o mayor caudal de aire, controlando el número de ventiladores activos sirve para regular la capacidad de condensación.

Paso 3: desde el condensador, una bomba de circulación de refrigerante vence la diferencia de presiones entre condensador y evaporador, cerrando el ciclo frigorífico.

¿Qué prestaciones se pueden conseguir?

Incorporando el opcional, una unidad de capacidad nominal Eurovent de 500 kW frigoríficos, puede dar agua fría a 10 °C y una capacidad frigorífica de 150 kW con el aire exterior a 0 °C. La eficiencia en esta condición (8 kW/kW) puede pasar a ser de hasta 29 kW/kW a -25 °C siendo la capacidad de 365 kW, Fig. 16.

Como puede comprobarse en la Fig. 16, el rendimiento de una unidad de condensación por aire también aumentaba al disminuir la temperatura exterior, pero aún en condiciones de carga parcial, las más favorables, este valor no pasa de 5 kW/kW a 0 °C, ya que, aún usando la precisión adicional que aportan las válvulas de expansión electrónica, las unidades deben forzosamente reducir el caudal de aire de los ventiladores exteriores (mediante parada de grupos de ventiladores o sistemas de velocidad variable) para incrementar artificialmente la presión de condensación y evitar riesgos de golpe de líquido en los compresores.



**Figura 16.** Gráfica Capacidad – Rendimiento en función de la temperatura exterior.

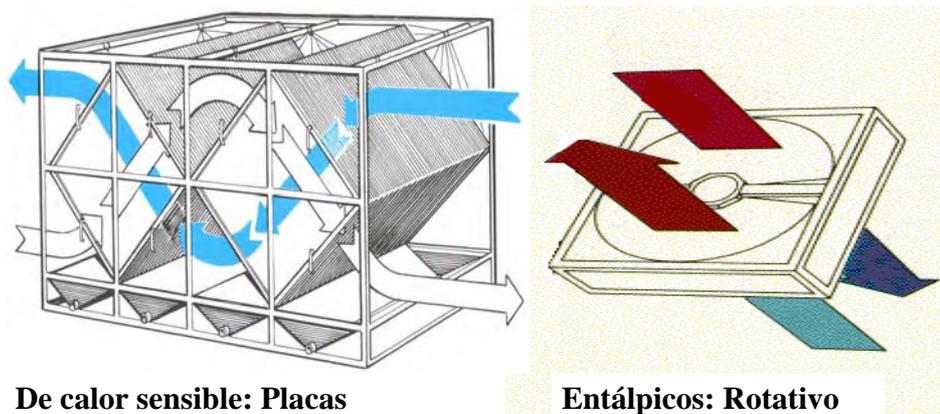
Pueden pensarse en una serie de aplicaciones de estas unidades; el apoyo de este sistema al preceptivo sistema *free cooling* en el sistema de distribución de aire consigue reducir drásticamente el consumo de climatización en aquellas instalaciones que requieran gran carga refrigeración en invierno, con un coste económico de inversión inicial, mínimo frente a la requerida por otros sistemas de *free cooling* con baterías aire-agua convencionales.

Sería por tanto especialmente indicado en oficinas con grandes centros de cálculo, secciones de cirugía en hospitales, lugares de reunión, auditorium, teatros etc.

Citando de nuevo el Reglamento, hemos visto los valores de caudal de aire de ventilación necesarios para preservar la calidad de aire interior. La extracción del mismo se debe realizar por medios mecánicos si se supera un caudal de 0,5 m<sup>3</sup>/s. Por encima de este valor, además se proveerá de un dispositivo de recuperación de energía en el aire de extracción.

El objetivo es simple, durante el funcionamiento normal en frío, el aire del exterior tiene mayor temperatura (y energía) que el aire interior. Puesto que debemos introducir aire del exterior para mantener la calidad del aire, ¿por qué no enfriarlo con el aire más frío que vamos a tirar?.

La Fig. 17 muestra los tipos principales de intercambiadores de calor, usados como recuperadores.



**Figura 17.** Tipos de intercambiadores recuperadores de calor.

El intercambiador de placas de flujos cruzados (es decir, que ambas corrientes de aire no se tocan) tiene menos eficiencia que el rotativo, pero es el que impide de una forma más efectiva la contaminación entre corrientes de aire. El rotativo tiene en cambio como ventaja una eficiencia mayor y su sencillez de ubicación de entradas y salidas, que permite hacer el enfriamiento gratuito

simplemente parando la rotación. Hay versiones realizadas con un papel especial, que permite la recuperación de humedad, aunque esta ejecución tiene detractores entre los técnicos, por la posible migración de gérmenes.

### 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 y complejos de oficinas).

Dada la actual tendencia a la instalación de varias enfriadoras/ bombas de calor aire-agua, de montaje en proyectos 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 para cumplir con lo promulgado en el nuevo RITE.

- ❁ **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.

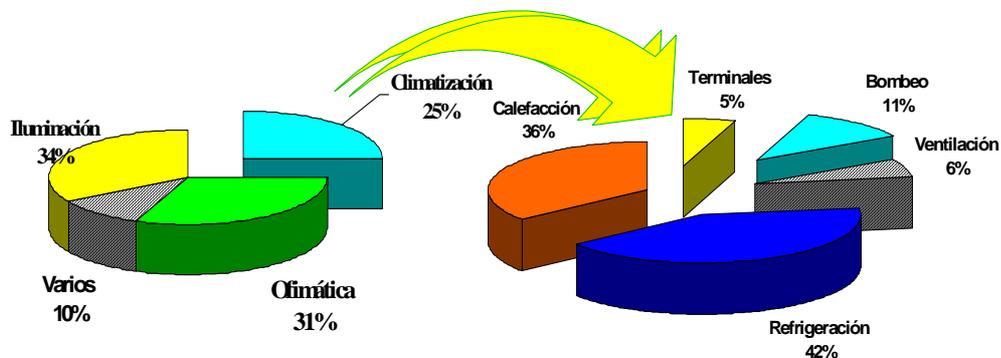
## 5.5. Consideraciones finales

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

de vida en nuestra civilización, caracterizado por una imparable demanda de mayor confort reclama cada vez mayor gasto energético.

Los últimos avances en tecnología de equipos y sistemas tienen un impacto importante en el ahorro energético y la consiguiente reducción de costes de explotación debidos a la climatización, pero la climatización en sí misma no es el factor determinante del consumo total de un edificio, aunque sí uno de los más influyentes.

Sirvan como ejemplo las dos instalaciones "tipo" simuladas con un programa de análisis energético para edificios (*Hourly Analysis Program* versión 4.1.).



**Figura 18.** Segmentación de consumos de un edificio de oficinas (total Energía 972,000 kWh).

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 v4.1. 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

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.

El seguimiento de la normativa tiene un impacto importante en el ahorro energético. Se estima en un 8-10 % de incremento de consumo de refrigeración por grado centígrado de descenso de la temperatura de consigna de una instalación de confort, (con incrementos parecidos en calefacción). Si modificamos al alza o baja las regulaciones de temperatura, fuera de los límites no sólo no mejoramos el confort, sino que también se incrementa el gasto.

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 edificios de oficinas 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 d etc., antes de la construcción del edificio.

La Unión Europea preocupada por la dependencia energética, ha promulgado un nuevo marco legislativo que fomenta 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 que se calcularán mediante modelos informáticos homologados. Los organismos oficiales competentes en temas energéticos emitirán sendos certificados para cada edificio. A este análisis habrán de someterse todo tipo de edificios independientemente de su uso.

Como usuarios particulares o profesionales dispondremos de la información relativa al consumo energético del edificio o vivienda que vamos a adquirir o alquilar.

Será nuestra decisión contribuir al ahorro energético comprando productos de climatización o edificios certificados por su bajo consumo. Repercutirá tanto en nuestro bolsillo como en un menor impacto medio ambiental.

## 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 EE.UU. 1975.
5. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), BOE 207, 29 de Agosto de 2007).
6. Reglamento (CE) No 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de mayo de 2006.



# La automatización y el control aplicados a oficinas y despachos

## 6.1. Introducción

Podemos comenzar esta introducción preguntándonos qué aporta la domótica, o en este caso la inmótica, a una oficina. De todos es sabido que el control y la automatización suponen un coste que es asumido de buen grado porque las prestaciones que ofrece son superiores a ese coste. Entre estas prestaciones podemos destacar:

- ✿ **Automatización y control.** Disponer de un sistema inmótico en una oficina nos permite encender, apagar o regular la iluminación de cada puesto de trabajo en función de las necesidades de cada usuario, subir y bajar persianas, regular la climatización en función de las necesidades horarias de cada puesto, controlar la apertura de ventanas y puertas e incluso el suministro de agua o electricidad a la oficina.
- ✿ **Gestión energética.** Al disponer del control de todos los elementos, el sistema inmótico facilita un gran ahorro energético a través de la regulación de la iluminación en función del aporte de luz natural, permitiendo el aprovechar al máximo los recursos naturales. De la misma manera es posible regular la posición de las persianas de la oficina tanto para aprovechar el máximo de luz como para evitar la incidencia excesiva de rayos de sol durante el verano y así evitar un gasto innecesario de energía.
- ✿ **Seguridad.** Una parte importante de las prestaciones que ofrece un sistema inmótico es el apartado de la seguridad, ofreciéndonos la vigilancia automática de personas y bienes materiales. De esta forma se evitan las intrusiones no deseadas a la oficina y los accesos de los trabajadores fuera del horario asignado. Es posible asignar la tarjeta de cada trabajador para habilitar su puesto de trabajo de forma que cuando llegue a su despacho tanto las luces como la climatización se encuentren en su estado preferente.

Pero la seguridad va más allá, permite avisar al servicio de mantenimiento de averías como fugas de agua, fallos de suministro eléctrico o fortuitos incendios.

- ✿ **Confort.** Otra de las prestaciones es la de lograr el mayor confort posible para las personas que nos pasamos largas horas trabando en una oficina, y no sólo en cuanto a lograr el mejor ambiente posible con la luz idónea en cada momento y la temperatura perfecta para cada uno de nosotros, sino que además podemos desde nuestro puesto de trabajo tener acceso al hilo musical de la oficina. Además, la inmótica facilita la introducción de infraestructuras y la creación de escenarios que complementan las diferentes áreas socio-técnicas provenientes de los nuevos avances en la Sociedad de la Información.
- ✿ **Mantenimiento.** Al interconectar todos los equipos a través de una red inmótica, disponemos de la capacidad de incorporar el telemantenimiento de todos los dispositivos.
- ✿ **Comunicaciones.** Transmisión de voz y datos, incluyendo textos, imágenes, sonidos (multimedia) con redes locales (LAN) compartiendo acceso a Internet, recursos e intercambio entre todos los dispositivos, acceso a nuevos servicios de telefonía sobre IP, televisión digital, televisión por cable, diagnóstico remoto, videoconferencias, etc.
- ✿ **Otros.** Todas las posibles ideas que la creatividad y la innovación puedan aportar. Lo indicado hasta aquí en este apartado es sólo una muestra del actual estado de conocimiento y progreso.

## 6.2. Selección de un sistema adecuado de control

En un edificio de oficinas y despachos es básica la integración de las diferentes instalaciones.

Otro pilar básico de los sistemas de control en oficinas es que sea un sistema *online*. Un sistema *online* consiste en utilizar un BUS de control para que todos los

dispositivos puedan ser supervisados en tiempo real. Si se instalan equipos de control de accesos o de climatización autónomos se pierden todas las posibilidades de gestión y mantenimiento de la oficina. Especialmente problemáticos son los sistemas de control de acceso autónomos, que deben ser reprogramados físicamente uno a uno cuando se quiere realizar cualquier cambio. Además se suelen alimentar con baterías autónomas que deben ser cambiadas y revisadas cada cierto tiempo variable.

Un sistema de control de oficinas debe ser distribuido de manera que cada estancia disponga de uno o varios dispositivos que se encarguen del control local. Estos nodos se unen por un solo BUS o cable de comunicaciones. Cada una de las plantas será aislada con un *router* para controlar el tráfico de red, dotar de mayor robustez al sistema y facilitar las tareas de mantenimiento.

## 6.3. Descripción del sistema inmótico

El sistema de control de una oficina se divide en dos subsistemas, el *Building Management System* (BMS) y el *Room Management System* (RMS). El *Building Management System* controla la infraestructura y las zonas comunes del edificio, mientras que el *Room Management System* controla el funcionamiento de cada una de las estancias o despachos.

### 6.3.1. Descripción del *Building Management System* (BMS)

Esta parte del sistema se encarga de gestionar los servicios comunes de los edificios,

#### PRINCIPIOS DEL SISTEMA

- ABIERTO E INTEROPERABLE
- GESTIÓN EN TIEMPO REAL
- INTEGRACIÓN TOTAL DE LAS INSTALACIONES:
  - Building Management System (BMS):
    - Control de cuadros eléctricos.
    - Control de la iluminación.
    - Control de los sistemas de ventilación.
    - Control de las plantas de producción.
    - Integración del sistema de incendios.
    - Integración del sistema de ascensores.
    - Supervisión de alarmas técnicas.
    - Medición de consumos.
    - Comunicación con Internet
  - Room Management System (RMS):
    - Control de accesos.
    - Control de presencia.
    - Control de la climatización.
    - Control de la ventilación.
    - Control de la iluminación.
    - Control de persianas.
    - Sistema de alarmas.
    - Interface de usuario
    - Control de consumos.
- SISTEMA DISTRIBUIDO

de forma que desde la recepción del edificio y la sala de mantenimiento, se pueden supervisar y controlar todos los sistemas de climatización, iluminación, accesos y emergencias. El sentido fundamental del control de las zonas comunes es la búsqueda del funcionamiento óptimo de todos los sistemas para alcanzar el máximo ahorro posible con el máximo nivel de confort para los trabajadores y visitantes.

Una de las premisas fundamentales es la integración de sistemas de forma que se aproveche una misma infraestructura en la instalación y una facilidad de manejo desde una aplicación única de todos los sistemas.

### 6.3.1.1. Control de accesos

El control de accesos se utiliza para limitar y controlar los accesos al edificio mediante la integración de los sistemas de control en los tornos de accesos. Este sistema debe permitir el acceso del personal que trabaja habitualmente, de forma que en todo momento se puede controlar si una persona concreta se encuentra o no en el puesto de trabajo y en función de ello controlar:

- ✿ por un lado, junto con el control de presencia, las variables de su puesto: iluminación, climatización, ventilación, etc.
- ✿ y por otro lado, las horas de estancia dentro del recinto laboral y mostrarlas de forma gráfica por días, semanas, meses o años.

Pero el sistema de accesos además debe permitir dar de alta tarjetas de visita para controlar el acceso al edificio de personal ajeno al mismo. De esta forma a los visitantes se les limita el acceso a despachos o salas de reuniones privadas y se lleva un control de quien visitó el edificio y en que horas y fechas.

Todos los accesos al edificio quedan registrados en ficheros que se pueden tratar con posterioridad. Este método busca poder dar de baja inmediatamente a un trabajador que ya no pertenezca a ese centro de trabajo, evitar las engorrosas llaves y controlar quien, donde y cuando está.

### 6.3.1.2. Control de iluminación

La gestión de la iluminación es clave en un edificio de oficinas donde existen gran cantidad de zonas comunes. Gestionar bien esta iluminación puede producir ahorros que van del 20 % al 60 % según los casos concretos. La gestión de la iluminación se hace a través de detectores de presencia y puede llevarse a cabo de dos formas posibles según sean zonas de paso o zonas poco transitadas.

En las zonas de paso se regula la iluminación a un nivel mínimo de un 10 % o 20 % cuando no hay presencia en esa zona y se incrementa de forma gradual mediante una pequeña rampa a un nivel que nunca supera un 80 %. Esto crea un efecto muy agradable y permite un ahorro de un 20 % cuando la zona está ocupada y de un 80 o 90 % cuando no lo está. Además al evitar los re-encendidos continuos, se alarga la vida de las luminarias con el consiguiente ahorro que esto supone.

En las zonas poco transitadas se enciende o apaga la iluminación en función de la presencia o no de personas en esas estancias. De esta forma se produce un ahorro energético evitando que al personal se le olviden las luces encendidas durante horas y se aumenta su seguridad evitando que entren un momento en una estancia a ciegas.

A través de los detectores adecuados (existen muchos modelos en el mercado, incluyendo detectores ocultos que no rompen la decoración de las estancias) es posible disponer de iluminación automática incluso en salas de reuniones.

La gestión de la iluminación siempre se realiza teniendo en cuenta el aporte de luz natural de que disponga el edificio, ya que la mejor forma de iluminar una estancia, la más eficaz y sostenible es el aporte de luz natural. Siempre que una estancia tenga suficiente luz natural se prescindirá de la luz artificial y a medida que haya una pérdida de luz natural, se compensará esta pérdida con la luz artificial necesaria.

### 6.3.1.3. Control de los sistemas de ventilación

En un edificio de oficinas es aconsejable realizar un control de la ventilación zonificado. De esta forma a través de rejillas motorizadas independientes en cada estancia, es posible mantener la calidad del aire controlando parámetros como la temperatura, la humedad y el nivel de CO<sub>2</sub> y CO en cada estancia de forma independiente.

Este control está muy ligado con el control de la climatización y se recomienda realizarlo de forma coordinada.

### 6.3.1.4. Control de las plantas de producción (frío/calor)

En función de las demandas de las distintas estancias del edificio es necesario que el sistema de gestión realice el control de las plantas de producción de frío o calor en cada caso.

Desde el control general del edificio deben fijarse las consignas de funcionamiento del edificio: la temperatura de las estancias cuando no hay presencia, la temperatura de las zonas comunes, así como el nivel de variación de temperatura que se desee permitir a los empleados en cada despacho. El fijar estas temperaturas de forma adecuada, lleva a realizar un buen control de las plantas de producción de frío y calor y, por tanto, a conseguir un ahorro energético.

### 6.3.1.5. Integración del sistema de incendios

El sistema de incendios debe funcionar de forma autónoma, pero debe estar conectado al sistema integral de gestión del edificio, para que en la misma aplicación aparezcan los avisos de alarma. De esta forma es posible identificar de forma rápida gráficamente una alarma de incendio en una zona determinada. Así es posible comprobar rápidamente la zona donde se ha producido la alarma, avisar en primer lugar al personal de la zona afectada y comenzar inmediatamente los protocolos de emergencia.

### 6.3.1.6. Integración del sistema de ascensores

Los ascensores actualmente ya vienen preparados para poder conectarse a un sistema de control y de esta forma poder ser controlados y supervisados desde un puesto central en la sala de mantenimiento. La integración de los ascensores permite, según el modelo y fabricante, conocer en todo momento la posición de cada uno de los ascensores y en cualquier caso recibir los avisos de avería en el mismo instante en que se producen. De esta forma puede realizarse una intervención rápidamente evitando casos de pánico.

Pero la principal ventaja de la integración de los ascensores es el control del mantenimiento, ya que se conocen las horas reales de funcionamiento de cada uno de los aparatos y, por tanto, se puede realizar un mantenimiento preventivo y evitar así paradas innecesarias de los equipos.

### 6.3.1.7. Alarmas técnicas

Las alarmas técnicas que se pueden producir en un edificio son múltiples así que aquí analizaremos sólo unos ejemplos:

- ❖ **Inundación:** uno de los incidentes que más daños producen son las inundaciones por grifos abiertos o por roturas en tuberías. Instalando una sencilla sonda de inundación en las zonas húmedas del edificio es posible la detección de una inundación en su primera etapa, por lo que se reducen considerablemente los daños. Normalmente es suficiente con limpiar la zona y revisar la sonda para solucionar el incidente, evitándose los daños en techos y paredes de la planta inmediatamente inferior.
- ❖ **Alarma médica:** es posible distribuir por el edificio sistemas que puedan ser accionados en caso de necesidad o bien es posible suministrar a todos los empleados o aquellos con un previsible riesgo mayor, de un medallón o pulsera que pueda accionarse en caso de necesidad. De esta forma se logra un aviso inmediato a los sistemas de emergencia si así se requiere, evitándose graves consecuencias.

✿ **Iluminación de emergencia:** en un edificio de oficinas es fundamental que los sistemas de iluminación de emergencias se encuentren en un estado óptimo, es por ello que la normativa obliga a realizar unos tests semanales y anuales del estado de las baterías, los tubos fluorescentes y de ciertos parámetros de estas luminarias. Integrando la iluminación de emergencia al sistema inmótico es posible realizar estos tests de forma automática desde la misma aplicación de control y, por tanto, llevar a cabo el cambio de tubos fundidos o de baterías que no garanticen la autonomía suficiente en una situación de emergencia. Esta integración facilita en gran medida el mantenimiento de estos sistemas obligados por ley.

### 6.3.1.8. Medición de consumos

Los consumos que se producen en un edificio de oficinas son muy considerables por lo que una buena gestión de los mismos puede producir importantes ahorros. En estos edificios es necesario medir los distintos tipos de energía consumidos: potencia activa y reactiva, así como el  $\cos\Phi$  para poder hacer una buena gestión de la energía.

Además de medir los consumos generales del edificio y representarlos en gráficas que sea posible analizar para tomar decisiones, también es necesario medir los consumos por zonas para conocer donde se tiene las mayores necesidades energéticas y a que horas. Toda esta información representada gráficamente y analizada por los expertos adecuados puede llevar a optimizar los sistemas y lograr así importantes ahorros en el consumo de energía.

### 6.3.1.9. Comunicación con internet

La evolución de las tecnologías permite que los edificios estén conectados a través de internet mediante los sistemas de gestión. Esto permite no sólo el control del edificio de forma remota desde el exterior del mismo, sino el acceso a los sistemas de cada uno de los fabricantes.

De esta forma es posible que el personal de mantenimiento reciba información en tiempo real del estado del edificio en su móvil a través de mensajes y pueda acudir inmediatamente a atender una avería o pueda acceder a los sistemas en tiempo real a través de una página *web*.

Por otro lado los expertos pertinentes o los distintos fabricantes pueden acceder a los parámetros del edificio de forma remota para ver su evolución. De esta forma pueden basándose en los datos, tomar decisiones y realizar ajustes en los parámetros de los distintos sistemas del edificio: iluminación, climatización, etc.

### **6.3.2. Descripción del *Room Management System* (RMS)**

La filosofía de este sistema es el control autónomo de cada estancia, supervisando y controlando los parámetros generales desde recepción. Para dar mayor robustez al sistema se debe realizar una instalación que no dependa de la comunicación de red para el funcionamiento de las estancias. En caso de fallo de red se pierde la comunicación entre el centro de control y las distintas estancias, pero todas ellas siguen funcionando en modo autónomo sin causar molestias a los trabajadores. Cuando se produce una avería no es necesario analizar la red, es localizada fácilmente debido a que se encontrará en los dispositivos de la estancia problemática.

#### **6.3.2.1. Control de accesos**

El control de accesos se divide en dos sistemas, el control de accesos a despachos o salas y el control de accesos exterior.

El control de accesos exterior se utiliza como control de fichajes de los trabajadores. Se instala en tornos de acceso y permite la creación de tarjetas de visitantes y restringir el acceso a personas ajenas al edificio.

El control de accesos a despachos permite mantener la privacidad de los trabajadores. Los servicios de la estancia son personalizables para cada tipo de usuario. Por ejemplo, cuando el servicio de limpieza acceda al despacho por la noche no se encenderá la climatización ya que se supone que su presencia será temporal. Además es posible restringir los horarios de entrada para evitar que las tarjetas se utilicen a horas no permitidas.

Con una sola tarjeta es posible acceder a todas las estancias permitidas. Esta función es de especial utilidad para evitar los juegos de llaves del personal de mantenimiento o de limpieza.

Todos los accesos producidos en cada sala quedan registrados en archivos de formato ACCES. Este método intenta evitar los posibles hurtos del personal interno. Además en el caso de que una persona deje de trabajar en el edificio, se dará de baja su tarjeta impidiendo su acceso al mismo. Ello evita las posibles copias de llave y los problemas de seguridad derivados de estas acciones.

### 6.3.2.2. Control de presencia

El control de presencia se realiza a partir de dos circunstancias: detección de presencia en la estancia por medio de sensores de movimiento y entrada o salida del trabajador por los tornos de acceso del edificio.

Se pueden dar varios casos:

- ✿ Detección de presencia y trabajador dentro del edificio: se configura la climatización e iluminación automáticamente de acorde a los gustos del trabajador.
- ✿ No detección de presencia pero trabajador dentro del edificio: se mantiene la estancia en un modo *stand-by* configurado por el gestor del edificio.

- ✿ Detección de presencia pero trabajador fuera del edificio: el control de la estancia es manual porque se supone que es una ocupación temporal de la sala.
- ✿ No detección de presencia y trabajador fuera del edificio: apagado automático de los sistemas de climatización y de iluminación.

El control de presencia permite ahorrar energía y aumentar los servicios y el confort del trabajador.

### 6.3.2.3. Control de la climatización

El control de climatización integrado es el mejor método para ahorrar energía en oficinas, dado que se ahorra entre un 20 % y un 40 % de la energía. La climatización es controlada por el gestor del edificio desde el puesto de control. Éste puede imponer un rango de temperaturas de actuación, para evitar abusos de uso por parte del trabajador.

Se calcula que por cada grado térmico restringido, se ahorra un 7 % de energía. Un caso típico son los días de verano que alcanzan los 40 °C y los trabajadores piden al sistema una temperatura de 18 °C. En este caso el uso de la climatización es abusivo y obliga a las máquinas a funcionar continuamente a máxima potencia. Un continuo exceso de potencia puede saturar el sistema de climatización de la oficina e impedir que ciertas estancias se refrigieren correctamente. Un uso responsable de este sistema conlleva que el gestor de la oficina imponga un límite más que aceptable de 24 grados de temperatura.

La climatización de la estancia se apaga automáticamente en el caso de que la ventana se encuentre abierta. En el puesto de control se visualiza el estado de la ventana para solucionar posibles reclamaciones del trabajador sobre el sistema de climatización.

Cuando no se detecta presencia pero el trabajador no ha abandonado la oficina, la climatización pasa a modo *stand-by*. El gestor de la oficina puede

configurar la temperatura del modo *stand-by*, de manera que cuando el trabajador abandone la estancia disminuya el consumo, pero cuando vuelva no se encuentre la estancia a 40 grados. En el momento en que el trabajador abandona el edificio se apaga la climatización de su despacho. Cuando el trabajador entra en el edificio, se pasa del paro de climatización al modo *stand-by*.

En grandes salas el punto de consigna lo elegirá directamente el gestor de la oficina para evitar disputas entre trabajadores por la climatización.

Las horas de funcionamiento del sistema de climatización se contabilizan de manera que cuando sea necesario cambiar el filtro, se genere un listado de mantenimiento en el centro de control. Con el mantenimiento convencional algunos filtros se saturan disminuyendo la eficacia del sistema de climatización y otros son limpiados antes de tiempo, aumentando los costes de mantenimiento.

#### **6.3.2.4. Control de la ventilación**

El sistema de ventilación se debe controlar en función de la ocupación de la sala. Este nivel de ocupación se puede deducir a partir del nivel de CO<sub>2</sub>. En los edificios modernos con alto nivel de electrificación es importante monitorizar la humedad de las diferentes zonas para evitar casos de lipoatrofia en los trabajadores. Además en ciertas zonas se ha de emplear sensores de compuestos volátiles orgánicos en suspensión para monitorizar posibles anomalías en el ambiente. Una correcta ventilación y humidificación impide el síndrome del edificio enfermo y permite un ahorro energético. Hay que recordar que una ventilación excesiva en zonas que no estén ocupadas conlleva un mayor gasto en climatización.

#### **6.3.2.5. Control de la iluminación**

Las luminarias se encienden al detectar presencia y se regulan al mínimo de su potencia en caso de no detectar presencia tras un tiempo configurable. Al abandonar el trabajador el edificio se apagará la luz de su despacho, este control

permite reducir al mínimo los encendidos y apagados, aumentando la vida útil de las luminarias.

La intensidad de luz se regula en función del nivel de luz que haya en la sala en esos momentos. Este sistema de iluminación permite un nivel de iluminancia constante en el despacho. Cada trabajador puede elegir el nivel de luz que necesita para trabajar en su despacho. Esto supone un ahorro energético y una mayor eficiencia del trabajador.

Las luminarias aportan distinta intensidad de luz, dependiendo de las horas de uso, por ello es especialmente complejo el cálculo luminotécnico de una estancia. Mediante la regulación de la iluminación, nada más instalada la luminaria funcionará al 80 % de su capacidad aumentando hasta el 100 % una vez aumenten las horas de funcionamiento. Esta solución aumenta la vida de la luminaria y permite al trabajador un nivel de luz constante y adecuado a su tipo de trabajo.

#### **6.3.2.6. Control de persianas**

Es posible controlar las persianas para producir un mejor ambiente de trabajo y un ahorro energético. Las láminas de persianas venecianas se ajustan automáticamente, dependiendo de la posición del sol. EL objetivo reside en que no se produzca el contacto visual con el sol y se ilumine la estancia al reflejar la luz solar al techo. La correcta inclinación de las láminas impide las molestas reflexiones en las pantallas de ordenador. Esta solución integrada con la iluminación permite un gran ahorro energético y un mejor ambiente de trabajo, gracias a que la luz natural tiene mayor calidad que la artificial.

Es posible ahorrar climatización mediante la instalación de venecianas exteriores. En verano evitan la radiación solar sobre el edificio, creando una zona de convección entre las persianas y el edificio que disipa la energía acumulada por radiación en las láminas. Estas persianas evitan por tanto el calentamiento del edificio ahorrando energía de aire acondicionado. El mismo efecto pero en menor magnitud se puede conseguir con las venecianas interiores y toldos exteriores.

Se evita la contaminación lumínica al exterior, al cerrar las persianas por la noche. Esta función es muy común en edificios bioclimáticos que respetan el entorno al no aportar luz al exterior.

### 6.3.2.7. Sistemas de alarmas

- ❁ **Suministro eléctrico:** en caso de fallo eléctrico en la estancia, inmediatamente se activa una alarma en recepción. Esta alarma tiene por objeto que el fallo eléctrico sea atendido rápidamente, sin esperar a que el trabajador llame por teléfono.
- ❁ **Alarma de inundación:** en los cuartos de baño se instala una sonda de agua para detectar posibles inundaciones y cortar el suministro de agua en caso de que se instalen actuadores de corte. Esta medida ha salvado a muchas oficinas de remodelar plantas enteras por inundación.
- ❁ **Alarmas de intrusión:** a cierta hora de la noche se pueden activar todos los sensores de movimiento como sensores de vigilancia. Si cualquier sensor detecta movimiento, se activa una alarma en el puesto central de supervisión.

### 6.3.2.8. Interface de usuario

En la oficina se pueden instalar pulsadores y termostatos estándar, o multibotoneras especiales desde las que controlar toda la estancia: iluminación, persianas, climatización y pantallas de proyección. Asimismo, es posible la inclusión de mandos infrarrojos.

Sin duda para despachos donde el trabajador tiene encendido el ordenador durante su jornada laboral es más cómodo que controle los parámetros de su despacho desde su propio ordenador. Es posible la instalación de un mando virtual en el ordenador desde el cual el trabajador tenga pleno control de su despacho: nivel de iluminación en el plano de trabajo, temperatura de consigna,

monitorización de la temperatura interior y exterior, monitorización de lluvia, nivel de luz exterior, etc.

Cada persona tiene sus propios gustos de trabajo y debe configurar su despacho a su medida. Un trabajador pasa la mayoría de su tiempo en la oficina por ello se busca que conciba su despacho como algo propio, como si fuera su casa donde pueda configurar el ambiente que necesita para trabajar. Un trabajador obtiene mucho mayor rendimiento cuando se encuentra cómodo y el ambiente de trabajo es el adecuado.

### 6.3.2.9. Control de consumos

En muchas oficinas alquiladas se controla el gasto de agua, electricidad y climatización para cobrar el consumo individualizado a cada empresa.

La medición de consumos de agua cuando los baños se encuentran desocupados, permite detectar fugas de agua, averías en cisternas o grifos mal cerrados. Este punto además de ahorrar dinero aporta un comportamiento ecológicamente responsable a la oficina.

## 6.4. Guía de implantación de un sistema inmótico en oficinas

Este apartado tiene por objeto realizar una breve guía de implantación de un sistema inmótico en oficinas. Únicamente se realiza una pequeña descripción de cada una de las fases de la obra. Debido a la gran cantidad de tecnologías y al usual desconocimiento de los sistemas, se recomienda que en todas las fases de la implantación una ingeniería, integrador o asesor especializado, ayude al propietario a tomar las decisiones correctas.

### 6.4.1. Definición de las necesidades

- ✿ **Caracterización de la oficina:** para implantar un sistema inmótico que sea eficiente, es necesario definir claramente tanto las características de la

oficina como su modo de funcionamiento final. A partir de esta información se deducen las necesidades de control que tendrá la oficina. Por ejemplo no tienen las mismas necesidades de control una oficina corporativa que una oficina de fábrica, una oficina de clima cálido que una oficina de clima frío, una oficina pequeña que un rascacielos, una oficina en alquiler que una oficina en propiedad, etc.



#### **Realización del planteamiento**

**funcional:** a partir de la caracterización de la oficina se puede realizar la memoria funcional del sistema de control pero no la definición final del mismo. Únicamente se puede comenzar a realizar el proyecto técnico de control cuando ya

estén definidos ciertos aspectos de las demás instalaciones, como por ejemplo el tipo de climatización, la ubicación de los cuadros eléctricos o la disposición de luminarias.



**Imposición de requerimientos a las demás instalaciones:** a partir del planteamiento funcional se imponen los requerimientos de comunicación o de funcionamiento de las demás instalaciones. Por ejemplo la necesidad de pasarela de climatización en caso de implantar un sistema VRV, o la necesidad de una central DECT o de incendios con comunicación vía puerto RS-232, o la inclusión de un contactor en los cuadros eléctricos en todas las habitaciones.

#### **FASES DE IMPLANTACIÓN**

- DEFINICIÓN DE LAS NECESIDADES
  - Caracterización de la oficina.
  - Realización del planteamiento funcional.
  - Imposición de requerimientos a las demás instalaciones.
- REALIZACIÓN DEL PROYECTO
  - Selección del sistema adecuado.
  - Realización de memoria funcional.
  - Pliego de condiciones.
  - Realización de planos.
  - Elaboración de la medición.
- EJECUCIÓN DEL PROYECTO
  - Realización de preinstalación física.
  - Conectorización de nodos y periféricos.
  - Configuración y puesta en marcha.
  - Dirección de obra.
- ENTREGA Y POSTVENTA
  - Entrega del sistema.
  - Formación del usuario final.
  - Servicio postventa.
  - Contrato de mantenimiento.

Es habitual que el cliente pida una preoferta para determinar entornos de precio de la instalación. Una vez que el cliente la acepta, se empieza a realizar el proyecto.

## 6.4.2. Realización del proyecto

- ✿ **Selección del sistema adecuado:** la primera tarea es seleccionar el tipo de sistema a instalar. Como ya se ha razonado anteriormente el sistema debe ser abierto.
- ✿ **Realización de la memoria funcional:** la memoria funcional debe ser una descripción de los requerimientos funcionales de las oficinas y de las posibles ampliaciones.
- ✿ **Realización del pliego de condiciones:** un pliego de condiciones debe plasmar los requerimientos técnicos para poder realizar la memoria funcional. Todo pliego de condiciones se divide en cinco partes, el sistema, la preinstalación, la instalación, la entrega y la postventa.
  - El sistema: en este apartado se deben describir las características técnicas y la arquitectura del sistema de control elegido.
  - La preinstalación: consiste en dimensionar las canalizaciones y cuadros eléctricos necesarios, para albergar el sistema de control. Es importante que la preinstalación sea completa de manera que en caso de querer ampliar la instalación en un futuro no se requiera realizar obra. La preinstalación es una partida del sistema de bajo coste que aporta mucha flexibilidad en el futuro.
  - La instalación: debe contemplar la ubicación de los equipos y periféricos del sistema, sus características técnicas y su conexionado para el cumplimiento de los requerimientos funcionales de las oficinas.

- La realización de planos: en este apartado se realizan los planos de preinstalación, instalación y unifilares de conexionado de manera que se cumpla el pliego de condiciones.
- La medición: listado de los materiales necesarios para realizar la obra de acuerdo a lo expuesto en planos.

### 6.4.3. Ejecución del proyecto

- ✿ **Realización de la preinstalación física:** la persona más adecuada para hacer la preinstalación del sistema es el propio instalador eléctrico de la obra. A partir de los planos de instalación, no es necesaria ninguna formación técnica aunque debe ser supervisado por la dirección de obra.
- ✿ **Conectorización de nodos y periféricos:** el instalador eléctrico sigue siendo el indicado para realizar esta tarea, pero esta vez necesita haber recibido una mínima formación sobre el sistema de control a instalar.
- ✿ **Configuración y puesta en marcha:** esta fase de la obra debe ser realizada por un integrador autorizado por el fabricante o la tecnología. En ocasiones el mismo instalador eléctrico recibe la formación y autorización para realizar esta fase.
- ✿ **Dirección de obra:** debe de haber un encargado de obra que haga de enlace entre el proyecto prescrito y la ejecución de obra. Esta persona debe coordinar a todos los implicados: ingeniero de instalaciones, instalador eléctrico, instalador de climatización, fontanero e instalador domótico.

### 6.4.4. Entrega y postventa

Se debe tener especial cuidado de incluir esta fase en el pliego de condiciones para que no exista un vacío entre la realización de la obra y el propietario final.

- ✿ **Entrega del sistema:** todo sistema debe tener un manual de usuario y de mantenimiento, que debe ser proporcionado con la entrega del proyecto.
- ✿ **Formación del personal:** un sistema de control no sirve de nada si el que lo va a utilizar no sabe como funciona, por ello es necesario que se forme adecuadamente al director y al personal del edificio. Normalmente el integrador autorizado por el fabricante se encarga de realizar este servicio.
- ✿ **Servicio postventa:** se debe informar al cliente de la garantía de los equipos y poner a su disposición un servicio de atención al cliente en caso de dudas. Es aconsejable que se incluya en el pliego de condiciones, que el fabricante debe tener una red de instaladores autorizados, que puedan dar un servicio postventa ágil y adecuado.
- ✿ **Contrato de mantenimiento:** en una instalación de la envergadura de un edificio de oficinas se debe firmar un contrato de mantenimiento, que planifique las revisiones del sistema para garantizar su funcionamiento.

## 6.5. Ejemplos de sistemas inmóticos para oficinas y despachos

### 6.5.1. El sistema inmótico de la empresa ISDE

La empresa ISDE es un fabricante de sistemas de control para la automatización de viviendas y edificios, pionero en España en los campos de la domótica e inmótica. Los productos de ISDE están implementados en instalaciones desde hace más de doce años por lo que conoce toda la problemática y las limitaciones de los sistemas de control. La gran cantidad de obras realizadas con éxito, a partir de productos de ISDE, avalan la tecnología, el producto y la red de distribuidores e instaladores autorizados. El trabajo elaborado, la responsabilidad sobre los productos realizados y el respeto por el medio ambiente son los valores inculcados en ISDE, que en concordancia pone a disposición del cliente un

eficiente servicio postventa con personal propio de asistencia técnica y de mantenimiento.

Para ISDE, el fundamento básico más importante del Sistema Inmótico reside en que debe ser abierto y normalizado de acuerdo a la normativa española UNE-EN-14908. Estas características son de gran importancia ya que prácticamente todos los fabricantes especializados (climatización, ascensores, iluminación, incendios, etc.) disponen de pasarelas a los sistemas abiertos. Otra razón de peso es evitar que la empresa se convierta en cliente cautivo del fabricante de control. El mantenimiento de los sistemas cerrados suele ser más costoso y de menos calidad debido a que no existe competencia de libre mercado. El único que puede realizar el mantenimiento de un sistema cerrado es el propio fabricante, mientras que en sistemas abiertos existen multitud de especialistas y fabricantes que regulan la calidad y el coste del mantenimiento. Además en el caso de que el producto se deje de fabricar, el edificio se quedará sin repuestos y deberá cambiar toda la instalación de control. Se debe de tener en cuenta que los sistemas inmóticos tienen una vida útil de más de 25 años, en los que el mercado variará drásticamente, por lo que un sistema abierto puede garantizar al cliente una continuidad en el servicio de mantenimiento y las ampliaciones de la instalación.

Es por ello que todos los productos fabricados por ISDE funcionan bajo protocolo *LonWorks*® abierto e interoperable. El protocolo *LonWorks*® está normalizado bajo normas españolas (UNE-EN-14908), normas europeas (EN-14908), de Estados Unidos (EIA-709-1) y chinas (GB/Z20177-2006). En distintos proyectos de ISDE se han integrado gran cantidad de subsistemas como Daikin, Mitsubishi, Panasonic y Toshiba en climatización, Notifier y Aguilera en incendios, centrales DECT Neris, sistemas de iluminación DALI, ascensores Schlinder, sistemas CCTV IPTECNO, sistemas CONTACT ID de seguridad con Tecniserv, etc.

En la actualidad existen más de 1000 fabricantes de productos *LonWorks*®. Muchos de ellos se especializan e investigan en áreas muy específicas de control. ISDE además de abarcar sus áreas de control es capaz de integrar los productos de estos fabricantes para entregar al cliente una solución completa de control. La amplia gama de productos permite que se puedan diseñar proyectos de alta

capacidad de control así como proyectos de bajo nivel de control. Por ejemplo es posible realizar tanto grandes edificios de oficinas, como pequeñas sucursales. También se realizan proyectos OEM, de manera que para grandes proyectos y bajo pedido se puede estudiar la posibilidad de fabricar productos personalizados.

El sistema de inmótica fabricado por ISDE se divide conceptualmente según dos tipos de problemáticas, el control integral de las instalaciones de un edificio (BMS) y el control integral de las instalaciones de una habitación (RMS). ISDE mediante equipos propios, pasarelas o *gateways* es capaz de integrar todas las instalaciones de un edificio. El control específico de sistemas como ascensores, incendios, o plantas de producción es competencia de un fabricante especializado, pero debe suministrar un protocolo y un puerto de comunicaciones para integrarse en el sistema de control. A continuación se describen los productos fabricados por ISDE para el control integral de oficinas.

#### 6.5.1.1. *Building Management System (BMS)*

**Nodo de control INS-460FC, INS-800FC, INS-080FC:** el nodo INS-460FC es un nodo de control *LonWorks*® de 6 entradas y 4 salidas, el nodo INS-080FC, incorpora 8 entradas y el nodo INS-800FC 8 salidas. Son nodos genéricos, con reloj interno incorporado, diseñados para desempeñar diversas funciones según el *firmware* cargado. Las funciones más comunes del nodo son:

- ✿ Control de cuadros eléctricos: gestión y supervisión de circuitos eléctricos y control de contactores en función de las entradas y salidas de los nodos. El reloj que incorporan permite realizar programaciones horarias de encendido de circuitos sin depender del puesto central de control, ni de las comunicaciones. El INS-460FC al integrar supervisión y control permite generar un aviso de contactor en modo manual.
- ✿ Control de iluminación: el INS-460FC es capaz de gestionar hasta tres circuitos de luz a partir de tres pulsadores y tres detectores de movimiento. Para pasillos o cuartos de baño se controlan hasta cuatro circuitos de iluminación a partir únicamente de detectores de movimiento. Permite un

funcionamiento autónomo sin depender de las comunicaciones de red. Es posible realizar programaciones horarias para distintos modos de funcionamiento: modo automático, modo encendido continuo y modo sistema de seguridad. Se contabilizan las horas de funcionamiento de luminarias para realizar un mantenimiento predictivo de cambio de luminarias.

- ❁ Control del sistema de ventilación: a partir de las mediciones del nodo ISTH-300 se controlan las necesidades de ventilación. Se contabilizan las horas de funcionamiento de la ventilación para realizar un mantenimiento predictivo de filtros.
- ❁ Secuenciación de encendidos: es posible realizar una gestión inteligente del encendido de máquinas, para evitar que varias máquinas arranquen simultáneamente provocando picos de consumo.
- ❁ Supervisión de alarmas técnicas: supervisión de alarmas técnicas a partir de contactos libres de tensión y funcionamiento en modo autónomo para apagar equipos en caso de ser necesario.



- ✿ Medición de consumos: el INS-080FC realiza mediciones de los contadores de pulsos eléctricos, de agua o de gas. A partir de esta medición el BMS gestiona los recursos de las oficinas.

**Nodo de control INS-360F:** el nodo INS-360F es un nodo de control *LonWorks*® de entradas, 3 salidas analógicas y tres salidas digitales. Es un nodo genérico diseñado para desempeñar diversas funciones de supervisión según el *firmware* cargado. Las funciones más comunes del nodo son:

- ✿ Iluminación decorativa: es posible realizar secuenciación de escenas de tres circuitos de iluminación.
- ✿ Controles PID: permite realizar algoritmos PID para el control proporcional de válvulas y bombas.

**Nodo de control INL-010F:** el nodo INL-010F es un nodo de control *LonWorks*® destinado a realizar funciones lógicas de la red. Su aplicación reside en realizar máquinas de estado y algoritmos lógicos a partir de las variables de red para que el funcionamiento de la misma, no dependa de un ordenador o unidad central.

**Nodo de control IG-FTT-232:** el nodo IG-FTT-232 es un nodo de control *LonWorks*® destinado a integrar subsistemas a partir de un puerto serie RS-232. El objeto de este *gateway* es poder integrar sistemas de incendio, ascensores, plantas de producción, centrales DECT, equipos de megafonía, etc. Toda instalación que precise un fabricante especializado puede comunicarse con el BMS a partir de este nodo o con una pasarela compatible con *LonWorks*®. Los fabricantes Daikin, Toshiba, Panasonic, Mitsubishi, Hitachi, Schlinder y Philips entre otros han desarrollado este tipo de pasarelas.

Además el nodo permite el envío de SMS para informar de alarmas o para informar al servicio de mantenimiento externo. Esta función permite que el servicio de mantenimiento de las oficinas no sea de 24 horas.

**Nodo de control INM-030F:** el nodo INM-030F es un nodo de control *LonWorks*® destinado a medir el nivel de luz exterior. El nodo aporta al sistema seis

umbrales de nivel de iluminación exterior. A partir de esta información los distintos nodos que controlan la iluminación exterior deciden si deben encender sus circuitos o no.

**Nodo de control ISTH-300:** el nodo ISTH-300 es un nodo de control *LonWorks*® destinado a medir los niveles de calidad del aire (Temperatura, humedad, CO<sub>2</sub>, CO y partículas orgánicas en suspensión). A partir de estas medidas el BMS gestiona el sistema de ventilación y avisa de niveles extremos producidos por una posible avería del sistema de climatización o ventilación.

**Nodo IWLON-350:** el nodo IWLON-350 es un nodo de control *LonWorks*® destinado a comunicarse con Internet. A partir de este nodo se puede realizar un mantenimiento del BMS a distancia, permitiendo reconfigurar los parámetros de la instalación desde las oficinas responsable del sistema. El nodo es capaz de servir páginas *web* para que el gestor de la oficina acceda a ciertos servicios del BMS desde el exterior. Además el IWLON-350 es utilizado para enviar informes periódicos por mail al gestor del edificio de los datos recogidos por el sistema de control (informes de ocupación horaria, del servicio de limpieza, del servicio de mantenimiento, del gasto energético, informes estadísticos, etc.).

Este nodo permite realizar un mando virtual de ordenador para cada uno de los despachos de la oficina.

**IPTC-100F:** el nodo IPTC-100F es una pantalla táctil de color *LonWorks*® destinada a servir de *interface* entre el trabajador y el sistema. Normalmente se suele utilizar en salas grandes de conferencias para controlar todos los parámetros de la misma. Asimismo es posible utilizar la pantalla en pequeñas oficinas para el control general del sistema.

### 6.5.1.2. *Room Management System (RMS)*

**Nodo de control INS-551F:** el nodo INS-551F es un nodo de control *LonWorks*® específico para el control de despachos sin regulación de luz. En un único nodo se integran el control de accesos, control de presencia, control de climatización (por

sistema de *fancoils*) con termostato y contacto magnético en ventanas, y control de dos circuitos de iluminación. Estos servicios son configurables en función de los requisitos de la oficina. La filosofía del nodo es que las funciones básicas de cada estancia funcionen de manera autónoma a la red común de la oficina. Este funcionamiento permite optimizar el tráfico de red y evitar averías múltiples en caso de fallo de red.

**Nodo de control INP-120F:** el nodo INP-120F es un nodo de control *LonWorks*® con reloj incorporado destinado al control de acceso por proximidad. Se comunica con el lector de proximidad a través del protocolo estándar *Wiegand*. Además del control de acceso tiene dos entradas y una salida libre, que se pueden utilizar para el encendido de una luz. Es un nodo muy utilizado para el control de despachos individuales.

**Nodo de control INS-360F:** el nodo INS-360F es un nodo de control *LonWorks*® de 6 entradas, 3 salidas analógicas y tres salidas digitales. Es un nodo genérico diseñado para desempeñar diversas funciones de supervisión según el *firmware* cargado. El *firmware* utilizado para oficinas permite la regulación de luz de dos zonas independientes a partir de dos sensores de luminosidad interna, dos sensores de movimiento y dos mecanismos estándar. De este modo se permite la iluminación constante en plano de trabajo. Las luminarias se encienden al detectar presencia y se regulan al mínimo de su potencia en caso de no detectar presencia tras un tiempo configurable. Al abandonar el trabajador el edificio se apagará la luz de su



despacho, este control permite reducir al mínimo los encendidos y apagados, aumentando la vida útil de las luminarias.

**Nodo de control INS-451F:** el nodo INS-451F es un nodo de control *LonWorks*® de 6 entradas y 4 salidas. Es un nodo genérico, sin reloj interno incorporado, diseñado para desempeñar diversas funciones según el *firmware* cargado. Se utiliza para complementar en funciones como el control de persianas, control de iluminación, corte de suministro de agua, etc.

**Nodos panel de control de estancia:** los nodos ITR-2000, IB.IQ.1.4.SS.ULL, IRCD-2000, INT-100-XY e IPTM-300 son nodos de control *LonWorks*® desde los que se puede controlar todo el funcionamiento de una estancia. Son teclados que se suelen utilizar para dar estética a la oficina y para mostrar al cliente el grado tecnológico de la empresa. Según la configuración que se elija, poseen una pantalla para fijar temperatura y varias teclas para controlar iluminación y persianas.

### 6.5.1.3. Infraestructura del sistema de control

**Nodo de control IREP-FTT-FTT:** el nodo IREP-FTT-FTT es un nodo de control *LonWorks*® que aísla físicamente la subred de una planta de la troncal del edificio. Se incluye un nodo por cada planta del edificio para dar mayor robustez al sistema, facilitando el mantenimiento y reparación de averías. Ningún problema físico podrá afectar a varias plantas a la vez.

**Nodo de control IR-FTT-FTT:** el nodo IR-FTT-FTT es un nodo de control *LonWorks*® que aísla tanto físicamente como lógicamente la subred de una planta de la troncal del edificio. Se utiliza en grandes instalaciones para administrar el tráfico de red, las variables que únicamente son útiles en la subred de una planta, no se comunican a la troncal. Los repetidores sin embargo trasladan todo el tráfico de red de las diferentes plantas a la troncal.

**Nodo IFA-200F:** el nodo IFA-200F es un nodo de control *LonWorks*® que permite la telealimentación del sistema. Todos los nodos mencionados se alimentan a 220 V, sin embargo en caso de fallo eléctrico se alimentan del BUS a 12 Vcc. Este

nodo realiza toda la gestión de la alimentación e informa al centro de control del estado de la misma. De este modo se evita que en caso de fallo eléctrico, no funcione el control de accesos. Se debe poner al menos un nodo por planta, dependiendo de las dimensiones y aunque se conecta a una batería es conveniente que se conecte también a la línea de SAI del edificio, para dar mayor robustez al sistema.

#### 6.5.1.4. Periféricos específicos de oficinas

**Multisensor ISM-100-LPTH:** con un solo multisensor ISM-100-LPTH es posible controlar la iluminación, la climatización, la ventilación y la seguridad de una estancia. En un solo periférico se incluyen los sensores de luminancia, presencia, movimiento, temperatura y humedad. De este modo se mejora la estética de los sistemas de control debido a que no es necesaria la instalación de varios sensores y a que la estética empotrable de este sensor es muy superior a la estética de los sensores de movimiento de techo estándar.



**Lector de proximidad ISO ILP-200:** el lector de proximidad ILP-200 permite leer tarjetas de acceso a 5 cm del mismo. Las tarjetas de proximidad tiene una mayor vida útil que las tarjetas magnéticas por eso para oficinas donde el uso es muy repetitivo se recomienda el sistema de accesos por proximidad. La estética es configurable en función de la gama de mecanismos instalada en la oficina, se monta en una caja estándar de mecanismos y es posible ocultarlo tras un metacrilato.

#### 6.5.2. El sistema inmótico de la empresa Ingenium

Ingenium es una empresa de vanguardia dedicada al diseño y desarrollo de la más alta tecnología domótica. Ingenium comenzó hace 9 años diseñando un sistema domótico distribuido y robusto, logrando a diferencia de otros fabricantes no depender de ningún fabricante único para el suministro de los componentes que

forman parte de sus equipos. De esta forma logra además de un precio muy competitivo, al no estar en ningún mercado de monopolio, la no dependencia de que un fabricante decida retirar una línea de productos o la modificación de los componentes suministrados.

Los productos de Ingenium son de fácil manejo y control y pueden instalarse tanto en viviendas, como en centros de trabajo o locales públicos.

Uno de los principios de Ingenium se basa en la compatibilidad de sus sistemas con los de otras marcas, dejando libertad al cliente a la hora de elegir productos, por lo que Ingenium cede el protocolo de comunicaciones BUSing®, desarrollado íntegramente por ellos, a otros fabricantes y colabora con ellos para que integren sus productos en BUSing®.

En Ingenium siempre se han inspirado en las necesidades de la gente, por lo que el sistema BUSing® puede ser controlado de manera fácil y práctica mediante un teléfono móvil o fijo, desde pantallas táctiles intuitivas, o incluso por Internet. Ingenium no tiene barreras a la hora de desarrollar sus productos: disponen de una completa gama de dispositivos cableados para ser instalados en obra o durante las reformas; además acaban de sacar al mercado una amplia gama de dispositivos inalámbricos, que permiten acceder a la domótica a viviendas y edificios ya construidos sin necesidad de realizar obras.

La calidad es parte fundamental de la filosofía de trabajo de Ingenium: cuentan con certificados de Calidad ISO 9001:2000, certificaciones en I+D+I 16.002 y respetan el medio ambiente, colaborando en el reciclado de todos los equipos que producen junto con ECOEMBES y ECOASIMELEC.

✿ **El Cliente:** Ingenium valora la importancia del trato personal al cliente, comprometiéndose a ofrecer un servicio de excelencia, una gran variedad de productos, así como un valor añadido a su instalación domótica, adaptándose a sus gustos y necesidades.

- ❁ **Formación para Integradores:** Ingenium imparte cursos a instaladores e integradores para que conozcan y entiendan cómo instalar y/o programar nuestros dispositivos. Al concluir los cursos, se les entrega el título de BUSing® Partner y/o BUSing® Instalador.
- ❁ **El personal:** el personal Ingenium pone especial interés en mantenerse actualizado constantemente, por lo que asiste con regularidad a cursos especializados. En Ingenium el trabajo en equipo forma parte de su filosofía. Junto con una formación, experiencia y titulaciones en diversas áreas, consiguen unos óptimos resultados de cara a satisfacer a sus clientes.

### 6.5.2.1. Building Management System (BMS)

A continuación vamos a describir básicamente los productos de Ingenium utilizados para cada uno de los servicios requeridos en las zonas comunes de un edificio de oficinas. En este ejemplo se divide la instalación en tres troncales principales: Oficinas, Control Energético y Seguridad

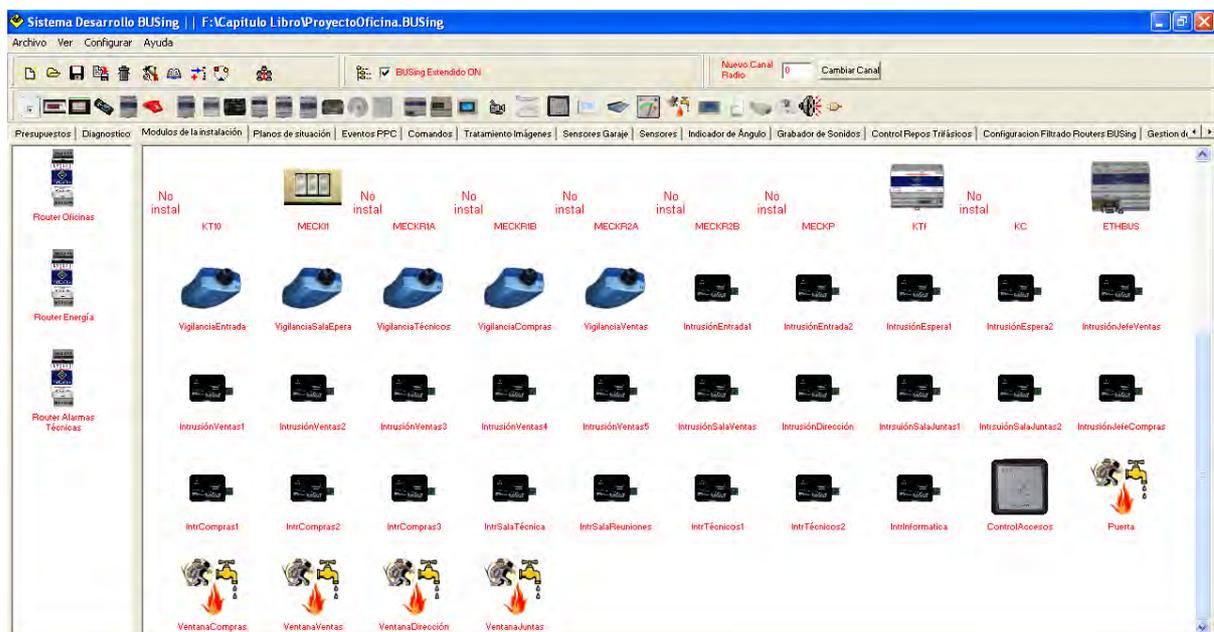


Figura 1. Configuración de la instalación.

## ❁ Servicio: Control de accesos

Para el control de accesos se utilizan el equipo denominado CABUS. Este equipo tiene capacidad para leer, *online*, una tarjeta y si esta tarjeta está dada de alta ejecutar una escena (ejemplo: enviar mensaje para apertura de un tono) y si no ejecutar una segunda escena (ejemplo: encender una luz roja denegando el acceso).

## ❁ Control de iluminación

Para el control de la iluminación es posible utilizar diferentes referencias según la potencia del circuito a controlar o en función de si la iluminación va a regularse o no (6E6S, 4E4S, 2E2S, 2S-300, RB300, RB1500 RBF10A).

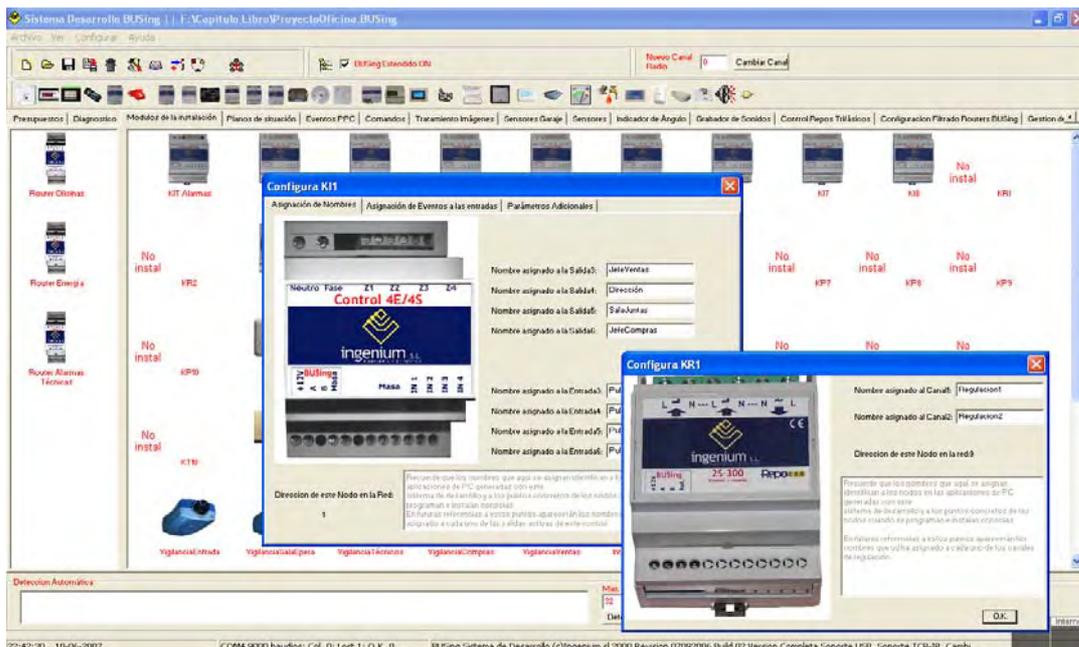


Figura 2. Configuración de la iluminación.

En estos equipos como en todos los demás es posible configurar diferentes parámetros, como la velocidad de subida o bajada de la iluminación, el apagado retardado, etc.

El *software* de gestión permite al encargado ver el estado de todos los circuitos de iluminación y actuar sobre ellos si así lo cree conveniente.



Figura 3. Gestión de la iluminación.



### Control de los sistemas de ventilación y plantas de producción (frío/calor)

Para gestionar los sistemas de ventilación y las plantas de producción de frío/calor es necesario utilizar diferentes equipos entre los que cabe destacar los termostatos. Estos equipos permiten medir la temperatura de cada una de las oficinas y/o zonas comunes, así como la humedad relativa. En función de estos parámetros y de la configuración del sistema que se realiza por franjas horarias, es posible lograr un confort óptimo para el personal y un importante ahorro energético.



Figura 4. Gestión del clima y la iluminación.



## Integración del sistema de incendios y alarmas técnicas

Uno de los aspectos más importantes en la gestión de un edificio de oficinas es el control de los sistemas de seguridad. Desde una o varias pantallas gráficas es posible ver de un simple vistazo las zonas en las que hay presencia en un momento dado y con una simple pulsación es posible acceder a cada una de las cámaras. El *software* también permite la visualización de varias cámaras en cuadrantes para vigilar más de una zona de manera simultánea.

El sistema de incendios también puede ser integrado, y de la misma forma gráfica es posible ver si se ha producido algún incidente y en que zona.

Esto también es aplicable a la detección de inundaciones. En cualquiera de los casos se avisa de forma inmediata al servicio de mantenimiento del edificio para que pueda llevar a cabo los protocolos de seguridad pertinentes en cada caso.

Dentro de las alarmas técnicas podemos considerar el alumbrado de emergencia. La gestión del alumbrado de emergencia permite realizar un mantenimiento de las mismas a través de informes semanales, mensuales y anuales. En estos informes se detallan las baterías o tubos que es recomendable sustituir para el buen funcionamiento del sistema. Ingenium no fabrica emergencias, pero las emergencias fabricadas por Normalux, son BUSing compatibles y pueden ser integradas en el sistema de forma nativa sin ningún tipo de puente o adaptador.



## Integración del sistema de ascensores

Es posible controlar los ascensores de distintos fabricantes a través de una placa de interfaz, de forma que en la pantalla de gestión aparezca los tiempos de funcionamiento y la posición de los mismos según los diferentes fabricantes.

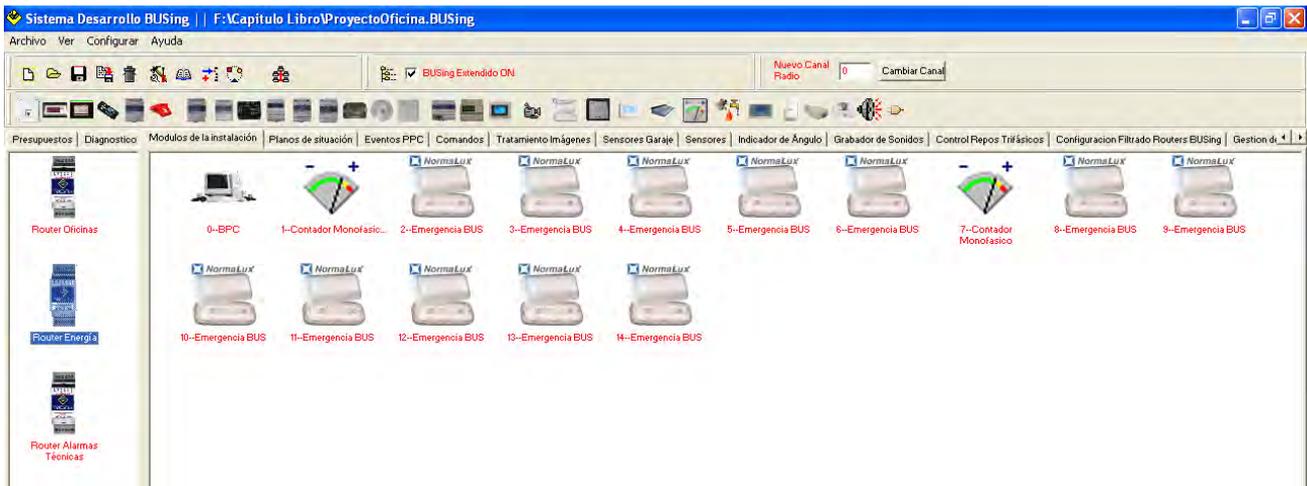


Figura 5. Gestión de las alarmas técnicas.

### ❁ Medición de consumos

Para llevar a cabo la medida de consumos es posible utilizar contadores fabricados por ejemplo por el fabricante CIRCUTOR y a través de un adaptador convertirlos en equipos BUSInG. De esta forma es posible obtener gráficas de consumo de cada una de las potencias (activa, reactiva, etc.) zonificadas en el edificio.

El alumbrado de emergencia permite, además de iluminar el paso hacia la salida en caso de emergencia, ser utilizado para detectar el fallo de suministro eléctrico en cada uno de los circuitos del edificio donde tengamos conectada una emergencia. Esto es posible gracias al mensaje de bus que envían estos equipos cuando falla su suministro eléctrico y entran en modo emergencia. Este mensaje de bus puede ser capturado y mostrar una alarma en las pantallas o realizar una llamada o enviar un mensaje a un teléfono móvil.



**Figura 6.** Gestión de consumos y alumbrado de emergencia.

## ☀ Comunicación con Internet

Gracias al ETHBUS o a la PPC10, es posible conectar una instalación a la red ETHERNET, de forma que es posible acceder al edificio para visualizar su estado o para actuar sobre cada uno de los sistemas controlados por el sistema inmótico. Además estos equipos permiten el acceso de los distintos fabricantes a sus sistemas para reconfigurar a adaptar parámetros a las circunstancias cambiantes.

### 6.5.2.2. Room Management System (RMS)

Los equipos que es posible utilizar para el control de las oficinas en este ejemplo son parte de los utilizados para la gestión de las zonas comunes por lo que no vamos a volver a describirlos. Únicamente haremos referencia a la configuración con el sistema de desarrollo de las oficinas.

La gestión de las oficinas se realiza de forma similar a la de las zonas comunes, siempre basándonos en un entorno gráfico e intuitivo. En las imágenes superiores pueden verse, no sólo los elementos de control de las zonas comunes, sino también de las oficinas.

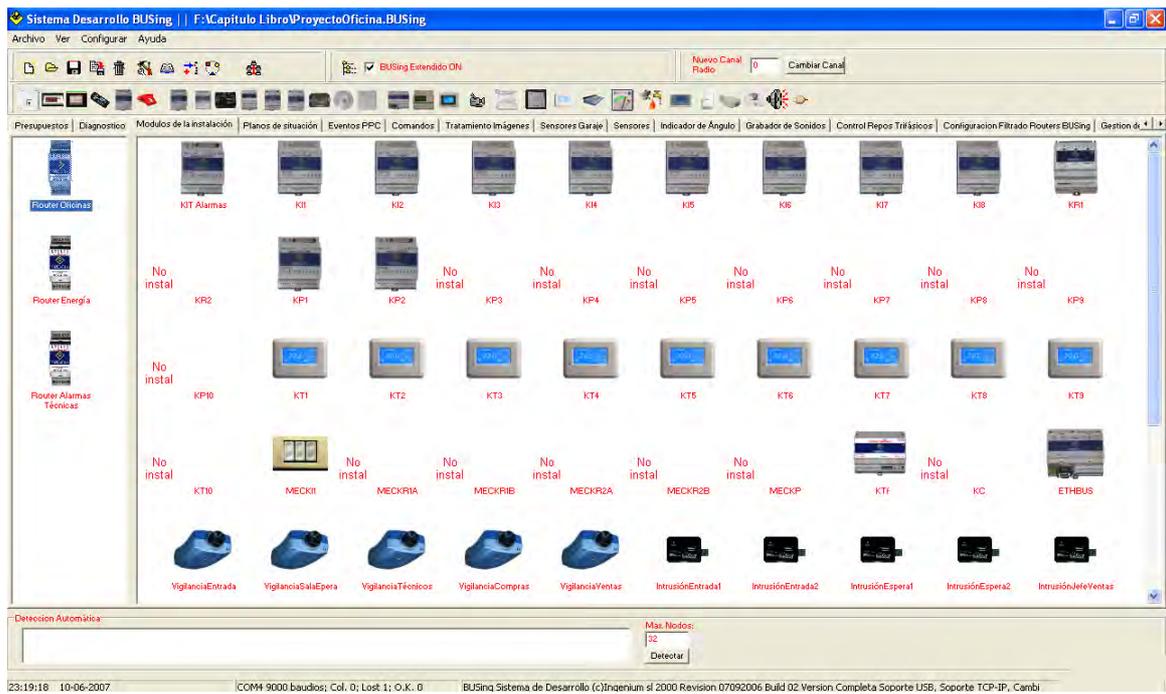


Figura 7. Configuración de las oficinas.



## 7.1. Introducción

A lo largo de este capítulo se va a hablar del ahorro energético de la envolvente del edificio para tratar de explicar cómo reducir el gasto de energía tanto en acristalamientos como en muros y cubiertas.

Cada uno de ellos se abordará por separado teniendo en cuenta que en el caso de los muros únicamente interviene como factor relevante el valor U de intercambio de calor entre el interior y el exterior y en el caso de los acristalamientos hay que considerar además cómo influyen las distintas soluciones en la luz que se cede hacia el interior, teniendo incidencia en el ahorro energético por iluminación y por las consecuencias de la radiación solar incidente.

## 7.2. Acristalamientos

### 7.2.1. Introducción

Con este capítulo, los fabricantes de doble acristalamiento quieren ayudarle de forma práctica en la elección del acristalamiento más adecuado y que mejor se adapte a sus necesidades proporcionándole una solución a sus problemas.

Uno de los puntos más débiles de una oficina o vivienda, desde el punto de vista del aislamiento térmico suele ser el acristalamiento.

El frío y el calor son algunos de los problemas que se cuelean por su ventana y reducen el confort del que podría disfrutar en su oficina o vivienda.

Los consumos de energía de calefacción y aire acondicionado pueden reducirse si evita que por su ventana se escape la calefacción en invierno y que no entre calor en verano.

Una mejora en el acristalamiento, a la vez que mejora el confort reduce el consumo de energía y esto contribuye activamente a la protección del medio ambiente al mismo tiempo que revaloriza su oficina o vivienda.

Los vidrios actuales ofrecen distintos grados de aislamiento térmico para el invierno y el verano. Estos vidrios pueden integrarse en un doble acristalamiento SGG CLIMALIT en distintos niveles, ofreciendo un sin fin de combinaciones que en algunos casos pueden complementarse con otras prestaciones como el diseño, la privacidad y el control de la luz.

Una mejora del acristalamiento no puede verse como un gasto inútil sino como una inversión en confort, ahorro, tranquilidad, medio ambiente y en la misma oficina o vivienda que se ve revalorizada.

Para poder escoger el acristalamiento más adecuado a sus necesidades y que realmente constituya la solución más óptima es necesario definir cuáles son sus necesidades o los niveles de exigencia que Vd. desea obtener de su acristalamiento.

## **7.2.2. Acristalamientos con Aislamiento Térmico Reforzado**

En general los huecos acristalados de toda edificación son los puntos más críticos en cuanto al aislamiento térmico. Por ellos se pierde gran parte del calor aportado por la calefacción disminuyendo el confort o haciendo necesario mayores consumos de energía.

Por ello cuando se quiere mejorar el aislamiento térmico de una oficina o vivienda, uno de los primeros aspectos a analizar es el cerramiento de los huecos y su acristalamiento. Un primer paso es la sustitución de los vidrios monolíticos tradicionales por un doble acristalamiento SGG CLIMALIT básico. Ello le

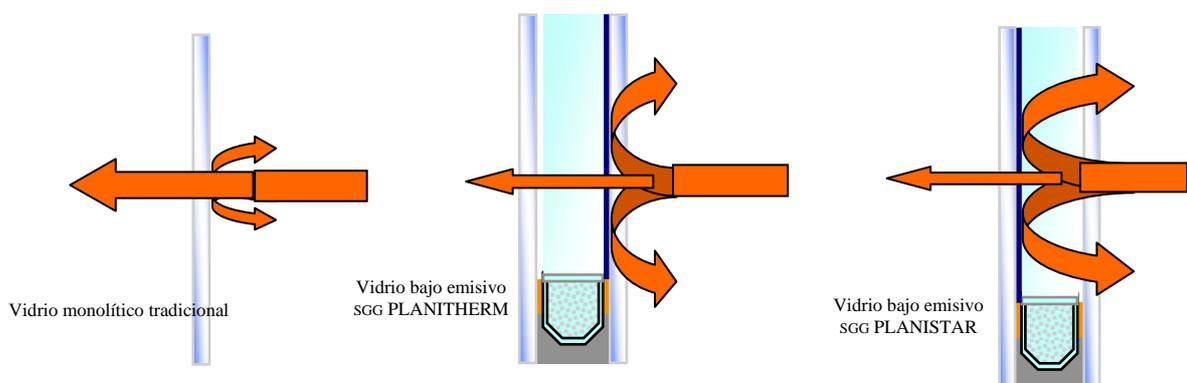
proporcionará una mejora sustancial respecto al vidrio inicial tanto en aislamiento térmico como una mejora de su confort acústico. Sin embargo probablemente esto le exija una sustitución o adaptación de su actual carpintería.

Si Ud ya dispone de doble acristalamiento o va a realizar una renovación de sus ventanas, SGG CLIMALIT le ofrece la posibilidad de acristalar con vidrios de Aislamiento Térmico Reforzado, SGG PLANITHERM y SGG PLANISTAR que reducen significativamente las pérdidas de energía a través del acristalamiento disminuyendo el consumo de energía necesaria para alcanzar el mismo nivel de confort.

### 7.2.2.1. Funcionamiento de vidrios de Aislamiento Térmico Reforzado

Un acristalamiento Aislante Térmico Reforzado está constituido por un vidrio de baja emisividad, normalmente situado como vidrio interior. Los vidrios de baja emisividad están dotados de una capa metálica invisible que refleja hacia el interior parte de la energía de onda larga (calefacción) incidente disminuyendo la absorción del propio vidrio y, por tanto, la energía que emite hacia el exterior.

Cuando este tipo de vidrio posee también prestaciones de control solar entonces se sitúa como vidrio exterior a fin de optimizar su comportamiento en las distintas épocas del año.



Esto se traduce en un mayor confort o en la reducción de los costes de energía para mantener un ambiente agradable.

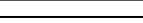
## 7.2.2.2. Valor U de un acristalamiento

El valor U es el coeficiente de transmisión térmica del acristalamiento. Expresado en  $W/m^2 K$ , representa la cantidad de energía o calor que atraviesa un metro cuadrado de vidrio en la unidad de tiempo en unas condiciones de temperaturas interior y exterior definidas, si bien en el rango de temperaturas climatológicas normales puede considerarse constante. Es decir, el coeficiente U es una medida del nivel de aislamiento que ofrece un acristalamiento. Cuanto menor sea el valor U del acristalamiento mayor es el aislamiento térmico que ofrece.

Al aumentar el aislamiento térmico se consigue:

- ✿ Mayor nivel de confort.
- ✿ Reducción del efecto de pared fría en las proximidades del acristalamiento.
- ✿ Reducción de las condensaciones interiores.
- ✿ Reducción del coste de calefacción para alcanzar la misma temperatura.
- ✿ Contribuye a la protección del medio ambiente.

Por ejemplo, si asignamos el valor 100 a la energía de calefacción que se puede escapar a través de un vidrio monolítico tradicional ( $U = 5,8 W/m^2 \cdot K$ ), podemos comprobar en la tabla las reducciones que se producen al mejorar el acristalamiento.

Acrisolamiento	U ( $W/m^2 \cdot K$ )	Pérdida de energía a través del acristalamiento respecto a un vidrio monolítico de 4 mm	Reducción de pérdidas de energía a través del acristalamiento respecto a un vidrio monolítico de 4 mm	Temperatura del vidrio interior (*)
Vidrios ITR: capa en cara 2				
Monolítico 4 mm	5.8	 100	0	9 °C
SGG CLIMALIT 4/6/4	3.3	 57	 43	13 °C
SGG CLIMALIT 4/12/4	2.9	 50	 50	14 °C
SGG CLIMALIT con SGG PLANITHERM 4/6/4	2.5	 43	 57	15 °C
SGG CLIMALIT con SGG PLANISTAR 4/12/4	1.7	 29	 71	16 °C
SGG CLIMALIT con SGG PLANISTAR 4/16/4	1.4	 24	 76	17 °C

Ti = 20 °C ; Te = 0 °C ; Flujo Solar : 0  $W/m^2$  ; (\*) Estos valores son variables en función de las condiciones de viento  
Los valores de las composiciones con SGG PLANITHERM corresponden a la variante Futur N

Es decir con un doble acristalamiento SGG CLIMALIT con SGG PLANISTAR 4/16/4 sólo se escapan 24 unidades de energía por cada 100 que se escaparían a través de un vidrio tradicional de 4 mm. Las pérdidas de energía a través del vidrio se reducen en el 76 %.

### 7.2.3. Acristalamientos con Control Solar

La época de verano puede resultar tan incómoda como el invierno. La entrada de calor solar excesivo directamente a través del acristalamiento nos impide a menudo mantener una temperatura agradable en el interior y tener que recurrir a equipos de climatización que consumen gran cantidad de energía o a la tradicional bajada de persianas renunciando a la entrada de luz natural sustituyéndola por luz eléctrica.

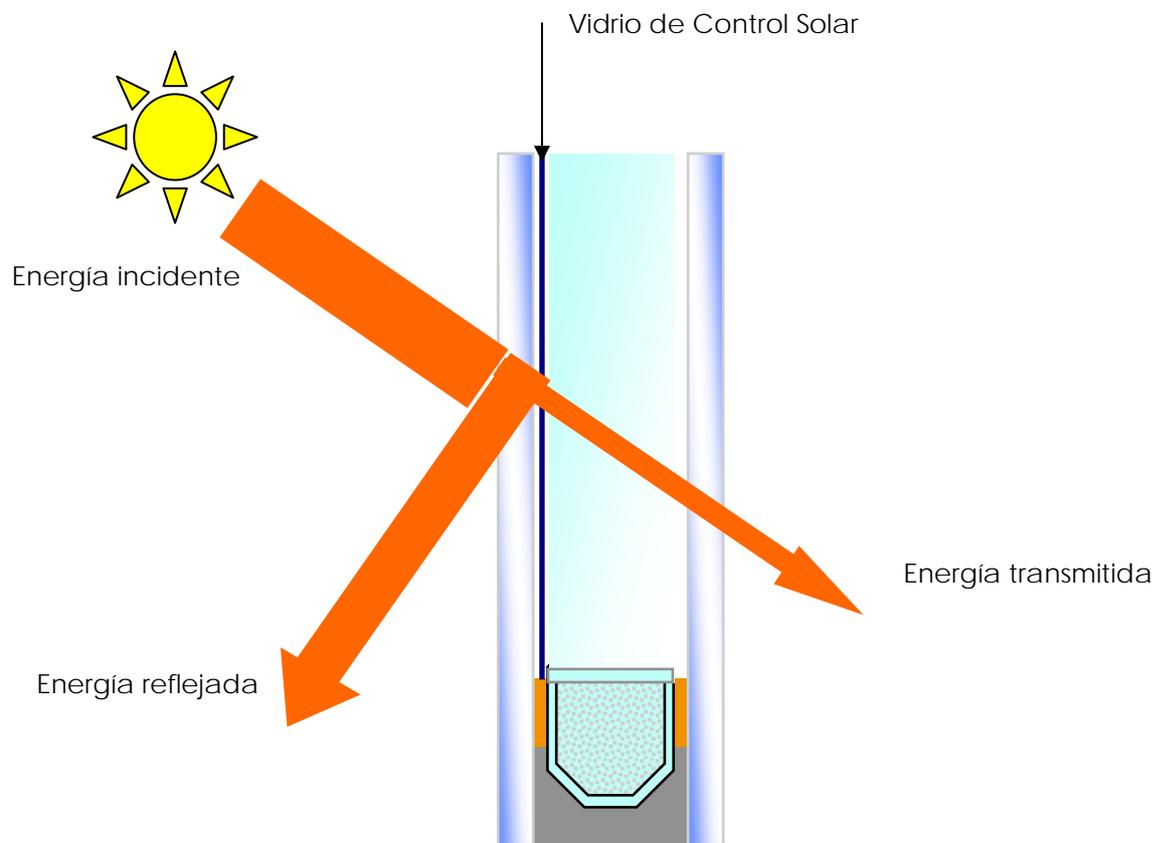
SGG CLIMALIT le ofrece la posibilidad de incorporar vidrios específicos que limitan la entrada de la energía solar directa a través de los mismos sin tener que renunciar a los aportes de luz natural ni a la visibilidad a través del hueco acristalado. Son los vidrios conocidos como Vidrios de Control Solar.

Dirigidos preferentemente al sector residencial los fabricantes cuentan con vidrios de aspecto neutro, similar al acristalamiento tradicional, como son los vidrios SGG PLANITHERM y SGG PLANISTAR que, a mayores de sus prestaciones de Aislamiento Térmico Reforzado, poseen notables propiedades de control solar convirtiéndose en acristalamientos óptimos para conseguir altos niveles de confort tanto en invierno como en verano permitiendo grandes aportes de luz natural.

#### 7.2.3.1. Funcionamiento de un vidrio de Control Solar

Los vidrios de Control Solar poseen la propiedad de reflejar parte de la energía de la radiación solar recibida disminuyendo la cantidad de energía que atraviesa el vidrio. Esto implica que en las épocas de mayor soleamiento el recalentamiento que sufren las oficinas o viviendas se vea reducido y las

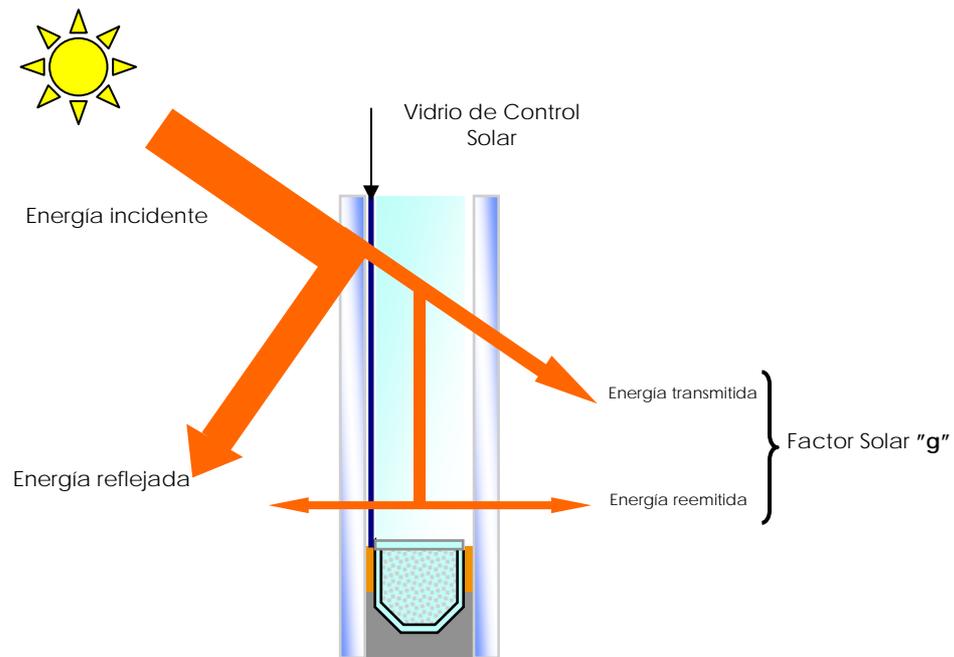
necesidades de climatización sean menores conservando en el interior temperaturas más confortables.



### 7.2.3.2. Factor Solar de un acristalamiento

El factor solar "g" es la relación entre la energía solar incidente y la energía total que entra en un local (fracción de energía transmitida + la parte de la energía absorbida por el vidrio que es irradiada al interior).

Por tanto este valor es siempre menor que la unidad excepto cuando se expresa en % de la energía incidente. Cuanto menor sea el factor solar de un acristalamiento menor es la cantidad de energía solar directa que lo atraviesa.



De forma práctica, una medida de la energía que puede entrar a través de un vidrio cuando incide sobre él directamente el sol la tenemos todos cuando entramos en el coche recalentado que hemos aparcado al sol. ¿Cuánta energía tenemos que consumir del aire acondicionado hasta que el coche queda a una temperatura agradable?

Al mejorar el control solar (reducir el factor solar) se consigue:

- ✿ Mayor nivel de confort.
- ✿ Reducción del recalentamiento interior.
- ✿ Reducción del coste de climatización para alcanzar la misma temperatura.
- ✿ Contribuye a la protección del medio ambiente al disminuir el consumo de energía.

Todo ello puede alcanzarse sin renunciar a los aportes de luz natural manteniendo el aspecto neutro del acristalamiento tradicional.

Por ejemplo, si asignamos el valor 100 a la energía que puede entrar a través de un vidrio monolítico tradicional ( $g = 0.85$ ), podemos comprobar en la tabla las reducciones que se producen al mejorar el acristalamiento.

Acristalamiento Vidrios ITR: capa en cara 2	Factor Solar g (EN 410)	Entrada de energía solar directa a través del acristalamiento respecto a un vidrio monolítico de 4 mm	Reducción de entradas de energía solar directa a través del acristalamiento respecto a un vidrio monolítico de 4 mm
Monolítico 4 mm	0.85	 100 %	0 %
SGG CLIMALIT 4/6/4	0.75	 88 %	 12 %
SGG CLIMALIT con SGG PLANITHERM 4/6/4	0.58	 68 %	 32 %
SGG CLIMALIT con SGG PLANISTAR 4/6/4	0.43	 51 %	 49 %
SGG CLIMALIT con SGG PLANISTAR 6/12/6	0.41	 48 %	 52 %

Ti = 20 °C ; Te = 35 °C ; Flujo solar = 750W/m<sup>2</sup> ; (\*) Estos valores son variables en función de las condiciones de viento  
Los valores de las composiciones con SGG PLANITHERM corresponden a la variante Futur N.

Es decir, con un doble acristalamiento SGG CLIMALIT con SGG PLANISTAR 6/12/6 sólo entran 41 unidades de energía de radiación solar directa de cada 100 que entrarían con un vidrio monolítico de 4 mm. Por tanto, la entrada de este tipo de energía a través del vidrio se reduce en un 52 % respecto a la que entra por un acristalamiento monolítico tradicional.

Los fabricantes disponen de vidrios que permiten realizar un control efectivo de la radiación solar incidente a la vez que ofrecen amplias posibilidades de jugar con la cantidad de luz que los atraviesan permitiendo una gran variedad de efectos estéticos por transmisión y por reflexión. Se trata de productos como SGG PARSOL, SGG REFLECTASOL y la gama SGG COOL-LITE que fundamentalmente, pero no en exclusiva, están dirigidos a las fachadas acristaladas en su totalidad. Estos vidrios de control solar pueden combinarse con otros de diferentes funcionalidades.

### 7.2.3.3. Carpintería / Marco de la ventana

Para obtener el máximo rendimiento le aconsejamos instalar su doble acristalamiento SGG CLIMALIT sobre una carpintería de buena calidad.

Si no tiene previsto cambiar la carpintería de sus ventanas es conveniente revisar su estado verificando que el cierre no permite entradas de aire exterior.

Cuanto mayor sea la dimensión de la ventana mayor es la cantidad de calor que entra por la misma. Por tanto mayor es el ahorro y el confort alcanzado al

instalar un acristalamiento con un factor solar mejorado. La inversión realizada puede ser rápidamente amortizada por este ahorro.

## 7.2.4. Elección de acristalamiento y recomendaciones

Para elegir correctamente el acristalamiento más adecuado Vd. puede determinar el nivel de sus necesidades.

Tenga en cuenta que, al incorporar como mínimo dos vidrios, siempre es posible combinar vidrios de distintas funcionalidades y prestaciones.

A continuación, una vez que Vd. ya ha definido sus prioridades, le proponemos un sencillo test para averiguar el nivel de sus necesidades.

Analice habitación por habitación. No todo el acristalamiento de su oficina o vivienda tiene los mismos requisitos.

Responda únicamente al grupo de preguntas referentes a sus problemas.

### 7.2.4.1. Test de Aislamiento Térmico – Régimen de Invierno

1.- Su oficina o vivienda está situada en una zona de climatología similar a:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tercio norte         | 4 |
| <input type="checkbox"/> Meseta Central       | 3 |
| <input type="checkbox"/> Litoral Mediterraneo | 2 |
| <input type="checkbox"/> Tercio sur, Baleares | 1 |

2.- Su oficina o vivienda se ubica en :

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Montaña          | 4 |
| <input type="checkbox"/> Llanura fría     | 3 |
| <input type="checkbox"/> Llanura templada | 2 |
| <input type="checkbox"/> Costa            | 1 |

- 3.- La orientación principal de la ventana es:
- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Norte | 4 |
| <input type="checkbox"/> Este  | 2 |
| <input type="checkbox"/> Oeste | 2 |
| <input type="checkbox"/> Sur   | 1 |
- 4.- En invierno, con la calefacción encendida, la temperatura en su oficina o vivienda es:
- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Insuficiente | 4 |
| <input type="checkbox"/> Discreta     | 3 |
| <input type="checkbox"/> Buena        | 2 |
| <input type="checkbox"/> Óptima       | 1 |
- 5.- Respecto al total de la fachada, la superficie acristalada es:
- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Superior al 30 %        | 4 |
| <input type="checkbox"/> Entre el 20 % y el 30 % | 3 |
| <input type="checkbox"/> Entre el 10 % y el 20 % | 2 |
| <input type="checkbox"/> Inferior al 10 %        | 1 |
- 6.- ¿Su consumo de calefacción es elevado y la mejora del aislamiento le repercutirá directamente en su factura?
- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Sí | 4 |
| <input type="checkbox"/> No | 0 |
- 7.- Si ha contestado Sí a la pregunta anterior. ¿Le preocupa el medioambiente y se opone al despilfarro de energía?
- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Sí | 2 |
| <input type="checkbox"/> No | 0 |
- 8.- En invierno, se siente a gusto sentado en las proximidades de la ventana:
- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> No. Hace Frío          | 4 |
| <input type="checkbox"/> Ligeramente a disgusto | 3 |
| <input type="checkbox"/> Sí, sí hace sol        | 2 |
| <input type="checkbox"/> Sí, siempre            | 1 |

- 9.- Por la noche, al apagarse la calefacción,...
- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Encendería calefacción individual | 4 |
| <input type="checkbox"/> Necesita abrigarse algo más       | 3 |
| <input type="checkbox"/> Advierte una sensación de frío    | 2 |
| <input type="checkbox"/> No nota gran diferencia           | 1 |
- 10.- El promedio de horas que el sol entra directamente por la ventana en invierno es:
- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Menos de 2 h    | 4 |
| <input type="checkbox"/> Entre 2 h y 4 h | 3 |
| <input type="checkbox"/> Entre 4 h y 6 h | 2 |
| <input type="checkbox"/> Más de 6 h      | 1 |
- 11.- En los días fríos de invierno, tocando la superficie del vidrio y la de la pared cercana, Vd siente que el vidrio respecto a la pared está:
- (suponiendo que su acristalamiento actual es incoloro)
- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Mucho más frío y se empaña | 4 |
| <input type="checkbox"/> Claramente más frío        | 3 |
| <input type="checkbox"/> Ligeramente más frío       | 2 |
| <input type="checkbox"/> A temperatura similar      | 1 |

## RESULTADOS:

### Menos de 15 puntos

La situación puede definirse como correcta. No necesita realizar ningún cambio en su acristalamiento desde el punto de vista de aislamiento térmico.

En cualquier caso, si Vd posee vidrio monolítico y por reforma va a cambiar las ventanas le aconsejamos que instale un doble acristalamiento de aislamiento térmico nivel  como mínimo. Un doble acristalamiento SGG CLIMALIT mejorará las prestaciones del actual vidrio monolítico.

### **Entre 15 y 25 puntos**

La situación puede ser mejorada sensiblemente reduciendo las pérdidas de energía a través del acristalamiento aumentando el confort de su oficina o vivienda. Le aconsejamos un acristalamiento aislante térmico de nivel  o superior.

### **Superior a 25 puntos**

Atención! Las pérdidas de energía (calefacción) a través del acristalamiento de su oficina o vivienda son importantes. Vd está malgastando su dinero y renunciando al confort. Le aconsejamos intervenir con urgencia. Necesita un acristalamiento de Aislamiento Térmico Reforzado para su oficina o vivienda. Con ello aumentará el confort y reducirá el consumo energético necesario para alcanzarlo a la vez que contribuye a la protección del medioambiente.

Le aconsejamos una solución  o superior.

## **7.2.4.2. Test de Control Solar – Régimen de Verano**

- 1.- Su oficina o vivienda está situada en una zona de climatología similar a:

<input type="checkbox"/> Tercio sur, Canarias y Baleares	4
<input type="checkbox"/> Litoral Mediterraneo	3
<input type="checkbox"/> Meseta Central	2
<input type="checkbox"/> Tercio norte	1
  
- 2.- Su oficina o vivienda se ubica en :

<input type="checkbox"/> Llanura	4
<input type="checkbox"/> Costa	3
<input type="checkbox"/> Montaña	1
  
- 3.- La orientación principal de la ventana es:

<input type="checkbox"/> Oeste	4
<input type="checkbox"/> Sur	4

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Este  | 2 |
| <input type="checkbox"/> Norte | 1 |
- 4.- Respecto al aire acondicionado en verano, una vez fijada la temperatura, éste funciona:
- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> No dispone de aire acondicionado | 4 |
| <input type="checkbox"/> Continuamente                    | 4 |
| <input type="checkbox"/> La mayor parte del tiempo        | 3 |
| <input type="checkbox"/> Está parado más que encendido    | 2 |
- 5.- Respecto al total de la fachada, la superficie acristalada es:
- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Superior al 30 %        | 4 |
| <input type="checkbox"/> Entre el 20 % y el 30 % | 3 |
| <input type="checkbox"/> Entre el 10 % y el 20 % | 2 |
| <input type="checkbox"/> Inferior al 10 %        | 1 |
- 6.- La temperatura media de máximas en los meses de verano es:
- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Superior a 30 °C    | 4 |
| <input type="checkbox"/> Entre 25 °C y 30 °C | 3 |
| <input type="checkbox"/> Entre 22 °C y 25 °C | 2 |
| <input type="checkbox"/> Inferior a 22 °C    | 1 |
- 7.- ¿El consumo de aire acondicionado es elevado y la mejora de aislamiento repercutirá directamente en su factura?
- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Sí | 4 |
| <input type="checkbox"/> No | 0 |
- 8.- Si ha contestado Sí a la pregunta anterior ¿Le preocupa el medioambiente y se opone al desperdicio de energía?
- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Sí | 2 |
| <input type="checkbox"/> No | 0 |
- 9.- En verano, la temperatura interior de la habitación al final del día es:
- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Superior a la exterior | 4 |
|---|---|

- Aproximadamente la misma 3
- Ligeramente inferior 2
- Sensiblemente más fresca 1

10.- Como media, el sol incide sobre la ventana directamente...

(Media de horas de sol en verano 10/día)

- Más de 6 h 4
- Entre 4 h y 6 h 3
- Entre 2 h y 4 h 2
- Menos de 2 h 1

11.- En los veranos, cuando el sol entra directamente por su ventana, tocando la superficie del vidrio y la de la pared cercana, Vd siente que el vidrio respecto a la pared está:

- Mucho más caliente 4
- Claramente más caliente 3
- Ligeramente más caliente 2
- A temperatura similar 1

## RESULTADOS:



### Menos de 15 puntos

La situación puede definirse como correcta. No necesita realizar ningún cambio en su acristalamiento desde el punto de vista del control solar.

En cualquier caso si Vd posee vidrio monolítico y por reforma va a cambiar las ventanas le aconsejamos que instale como mínimo un doble acristalamiento de nivel ☀ en Control Solar . Un doble acristalamiento SGG CLIMALIT mejorará las prestaciones de su actual vidrio monolítico.



### Entre 15 y 25 puntos

La situación puede ser sensiblemente mejorada. Vd. sufre un recalentamiento de su oficina o vivienda debido a la entrada de radiación solar directa que

significa una pérdida de confort o un consumo extra de aire acondicionado. Para mejorar esta situación le aconsejamos un doble acristalamiento con un nivel de control solar de ☀☀ o superior.

### ✿ Superior a 25 puntos

¡Atención!. La entrada de calor solar directo por el acristalamiento es importante. El recalentamiento de la habitación hace disminuir fuertemente el confort y, si dispone de aire acondicionado, está consumiendo energía en exceso para alcanzar la temperatura deseada. Vd está malgastando su dinero y renunciando al confort. Un doble acristalamiento de elevado control solar es la medida adecuada. Le aconsejamos una solución ☀☀☀ o superior en Control Solar.

### 7.2.4.3. Composiciones Recomendadas

#### ATENCIÓN:

El nivel "-" o "\*\*\*" no indica que no cumpla en un grado aceptable la función correspondiente, sino una escala comparativa con respecto a otras composiciones en las que también se valora el espesor total del vidrio instalado.

Otras combinaciones con niveles intermedios y más exigentes que \*\*\*, en las prestaciones recogidas en la tabla, pueden alcanzarse combinando algunas composiciones y vidrios específicos. Las posibilidades de combinación de diferentes vidrios son muy amplias.

ACRISTALAMIENTO	AISLAMIENTO TERMICO	CONTROL SOLAR	ESPESOR (mm)
SGG PLANILUX 4 mm Vidrio básico tradicional	-	-	4
SGG CLIMALIT Composición 4/6/4	*	-	14
SGG CLIMALIT con SGG PLANITHERM Composición 4/6/4	**	**	14
SGG CLIMALIT con SGG PLANITHERM Composición 6/6/6	**	**	18
SGG CLIMALIT con SGG PLANISTAR Composición 4/12/4	***	***	20

## NOTAS:

- Para acristalamientos que incorporen SGG PLANITHERM o SGG PLANISTAR se considera la capa en cara 2. Las prestaciones de las composiciones con SGG PLANITHERM corresponden a la variante Futur N.
- El posicionamiento de la capa en cara 3, cuando no existe contraindicación, conlleva una reducción de las prestaciones de Control Solar. Esta modificación puede ser aconsejable en ubicaciones de veranos frescos.
- La incorporación de algunos gases pesados en el interior de la cámara, como son el Argón, SF<sub>6</sub> y el Kriptón, mejoran algo más el comportamiento aislante térmico y/o acústico de las composiciones de SGG CLIMALIT.
- Existen composiciones de SGG CLIMALIT para dar solución a múltiples situaciones combinando las funciones anteriores en distintos grados. Pida información a su suministrador.

Los espesores y composiciones mínimos deberán ser determinados por un profesional en cada caso en función de las características de la instalación: dimensiones del hueco, carpintería, cargas de viento y nieve, etc. Déjese aconsejar por los expertos del vidrio.

### 7.2.4.4. Recomendaciones para instalar un acristalamiento sin problemas

Cuando uno se plantea el problema de sustituir un vidrio o una ventana es conveniente recurrir a la opinión de un profesional del cerramiento o del vidrio. Una vez haya definido sus necesidades es conveniente que un profesional de la ventana visite la instalación para estudiar las posibilidades reales de acristalamiento. A fin de cuentas será el instalador quien realice el montaje de la carpintería y el vidrio.

En el cerramiento de todo hueco acristalado hay que tener en cuenta parámetros específicos que determinan la instalación y que permiten establecer las características térmicas. Algunos de estos parámetros son: el vidrio, la orientación, las dimensiones, los espesores mínimos, la partición de huecos, formas, carpintería a instalar, los sistemas de apertura y cierre, etc.

### **10 claves para evitar problemas al realizar un cambio de acristalamiento**

1. Una vez haya definido sus necesidades para cada hueco acristalado y seleccionado el tipo de acristalamiento a instalar es conveniente que realice un croquis de cada ventana o hueco acristalado indicando su orientación y las medidas del mismo. Ello le permitirá solicitar un presupuesto inicial.
2. Dirijase al instalador, plantéele sus necesidades y las posibilidades que Vd. ha seleccionado en esta guía. Un cliente informado sabe lo que quiere y facilita el trabajo del profesional.
3. Déjese aconsejar por el instalador y pregúntele por otras posibilidades. Hay múltiples composiciones de SGG CLIMALIT que pueden ser aconsejables en su caso.
4. Solicite al instalador folletos informativos del producto a instalar. El fabricante de SGG CLIMALIT se los proporcionara gustosamente al instalador si éste no dispone de ellos.
5. Solicite un presupuesto formal que recoja el tipo de instalación a realizar especificando los materiales a instalar y sus calidades.
6. Si ha depositado su confianza en SGG CLIMALIT solicite que conste en presupuesto "doble acristalamiento SGG CLIMALIT" especificando la composición solicitada.
7. Antes de la instalación verifique que los materiales que le van a instalar son los solicitados por Vd. conforme al presupuesto.

8. Esté presente durante la instalación y pregunte cualquier aspecto que le llame la atención. Ello contribuirá a que conozca la instalación que le han realizado y le proporcionará la tranquilidad que merece la inversión realizada.
9. Solicite que limpien los cristales e inspecciónelos antes de ser instalados. Cuanto más tarde se ataca un problema más dificultad plantea su solución. A nadie le gusta trabajar dos veces y esto puede encarecer la instalación
10. En los días siguientes a la instalación inspeccione los cerramientos y ante cualquier problema dirijase al instalador para solucionarlos cuanto antes.

*Independientemente de las informaciones y consejos que hemos expuesto en este documento, siempre es aconsejable consultar con el profesional con el que se vaya a realizar la obra.*

## 7.2.5. Normativa de acristalamientos

### 7.2.5.1. Código Técnico de la Edificación

El Código Técnico de la Edificación (CTE) que se aprobó el 17 de marzo de 2006 tiene por objeto establecer las exigencias básicas de calidad así como los procedimientos para cumplirlas con suficientes garantías técnicas, que deben cumplir los edificios para satisfacer, entre otros, los requisitos básicos de ahorro de energía y aislamiento térmico establecidos en el artículo 3 de la Ley 38/1999, de 5 de diciembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

Para el caso concreto de los acristalamientos se tienen en cuenta los siguientes factores:

- ✿ Tamaño de los acristalamientos.
- ✿ Orientación del acristalamiento.
- ✿ Factores de sombra.
- ✿ Zona climática.

- ✿ Tipo de carpintería.
- ✿ Uso previsto del edificio.

Debe consultar a su proveedor de doble acristalamiento y carpintería sobre los niveles mínimos exigibles según el CTE.

### 7.2.5.2. Certificación energética de los edificios

Desde el pasado 31 de enero de 2007, fecha de publicación en el BOE, los nuevos edificios deberán disponer de la correspondiente certificación energética. Con ello el usuario dispondrá de información sobre el comportamiento térmico de cada oficina o vivienda.

Esta nueva norma se aplica a edificios de nueva construcción y tiene un periodo de aplicación voluntario de seis meses. Una vez transcurrido este plazo, se convertirá en normativa de obligado cumplimiento.

La clasificación de las oficinas o viviendas se realiza siguiendo una escala de letras (de la A a la G en orden decreciente de eficiencia energética) y de colores. Para cumplir con lo exigido por el CTE la oficina o vivienda debe tener como mínimo una clasificación G.

Para acreditar correctamente esta certificación se incluirá una etiqueta similar a las utilizadas desde hace un tiempo en electrodomésticos y algún otro producto de uso doméstico.

Esta certificación se fijará para cada edificio en el momento de ser proyectado y

Certificación Energética de Edificios inicial/definitiva	
Más	
	A
	B
	C
	D
	E
	F
	G
Menos	
Edificio: _____	
Localidad/Zona climática: _____	
Uso del Edificio: _____	
Consumo Energía Anual: _____ kWh/año (_____ kWh/m <sup>2</sup> )	
Emisiones de CO <sub>2</sub> Anual: _____ kgCO <sub>2</sub> /año (_____ kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	
<i>El Consumo de Energía y sus Emisiones de Dióxido de Carbono son las obtenidas por el Programa _____, para unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación</i>	
<i>El Consumo real de Energía del Edificio y sus Emisiones de Dióxido de Carbono dependerán de las condiciones de operación y funcionamiento del edificio y de las condiciones climáticas, entre otros factores.</i>	

también una vez sea construido, de forma que se acredite que en todo momento (diseño y construcción) se han tenido en cuenta criterios orientados a lograr el máximo aprovechamiento de la energía.

Para determinar la clase que le corresponde a un edificio concreto, se valorará el CO<sub>2</sub> emitido por el consumo de energía del global de sus instalaciones.

*El marco y el tipo de vidrio elegidos juegan un papel muy importante en la calificación energética del edificio.*

### 7.2.5.3. Mercado CE

La legislación que sirve de guía para los productos de construcción a los miembros de la Unión Europea, es la “Directiva Productos de Construcción” nº 89/106/CEE. A partir de ella se aplica el mercado CE de los productos facilitando la libre circulación de los mismos en la UE.

Los vidrios empleados en la edificación cuentan con el mercado CE pertinente.

## 7.3. Muros

La construcción o la rehabilitación de edificios mediante el aislamiento térmico con productos de lana mineral (lana de vidrio o lana de roca), puede llevarse a cabo de tres formas:

- ✿ Construcción/Rehabilitación de fachadas con aislamiento por el interior mediante trasdosados autoportantes de placas de yeso laminado sobre perfiles metálicos y aislamiento de lana mineral.
- ✿ Construcción/Rehabilitación de fachadas con aislamiento por el exterior mediante la aplicación de un sistema de fachada ventilada con lana mineral

- ✿ Construcción/Rehabilitación de cubiertas con aislamiento por el interior mediante revestimientos autoportantes de placas de yeso laminado y aislamiento de lana mineral.

Las Lanasy Minerales (ISOVER y ROCLAIN) son productos aislantes constituidos por un entrelazado de filamentos de materiales pétreos que mantiene entre ellos aire en estado inmóvil. Esta estructura permite obtener productos muy ligeros que por su peculiar configuración, ofrecen elevados niveles de protección frente al calor, el ruido y el fuego. Están reconocidas internacionalmente como aislantes térmicos por el entrelazado que mantiene el aire inmóvil, siendo, además, incombustibles, dado su origen inorgánico. Son productos naturales (arena silíceay para la lana de vidrio, roca basáltica para la lana de roca) transformados mediante el proceso de producción.

### **7.3.1. Aislamiento por el interior: trasdosados autoportantes de placas de yeso laminado sobre perfiles metálicos y aislamiento de lana mineral (lana de vidrio / lana de roca)**

Se trata de un sistema de aislamiento por el interior utilizado muy frecuentemente como sistema de mejora del aislamiento térmico de cerramientos verticales.

Está formado por placas de yeso laminado fijadas sobre perfiles metálicos independientes del muro portante con relleno del espacio intermedio con Lana Mineral (Lana de Vidrio ISOVER o Lana de Roca ROCLAIN).

#### **7.3.1.1. Tipos de soporte**

El sistema de trasdosados puede aplicarse a cualquier tipo de soporte sin requerimientos especiales, ya que el trasdosado es autoportante y no utiliza el muro como soporte.

### 7.3.1.2. Ventajas

- ✿ Permite sanear los muros de fábrica cuando éstos presentan defectos.
- ✿ Permite corregir los defectos de planimetría, desplome, etc., del muro soporte.
- ✿ Se incrementa el aislamiento térmico del muro soporte.
- ✿ Es un sistema de construcción "seco". El proceso de instalación es rápido y sin tiempos de espera para secado de morteros o yesos.
- ✿ No es imprescindible desalojar el edificio.
- ✿ Pueden efectuarse intervenciones "parciales" a nivel de una oficina o vivienda o sólo algunos locales.
- ✿ No es imprescindible el consentimiento de toda la comunidad.
- ✿ Los trabajos se consideran "obras menores".
- ✿ No se precisan sistemas de andamiaje que invaden la vía pública.
- ✿ Es aplicable a cualquier tipo de fachada (incluso fachadas de ladrillo visto o históricas).
- ✿ Permite alojar fácilmente instalaciones entre la placa y el propio aislante.
- ✿ Resuelve los puentes térmicos integrados en la fachada (Pilares, Contornos de huecos, etc.).

### 7.3.1.3. Limitaciones

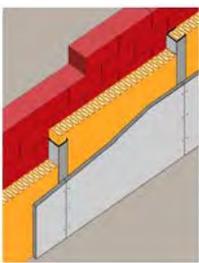
- ✿ Disminuye el espacio interior (unos 6 cm).

### 7.3.1.4. Productos recomendados

Se recomienda para esta aplicación los Paneles Semirígidos de Lana de Vidrio ISOVER o Lana de Roca ROCLAINE, ya sean suministrados en forma de panel o de panel enrollado.

Para esta aplicación se desaconseja expresamente el uso de aislantes rígidos (dificultad de instalación).

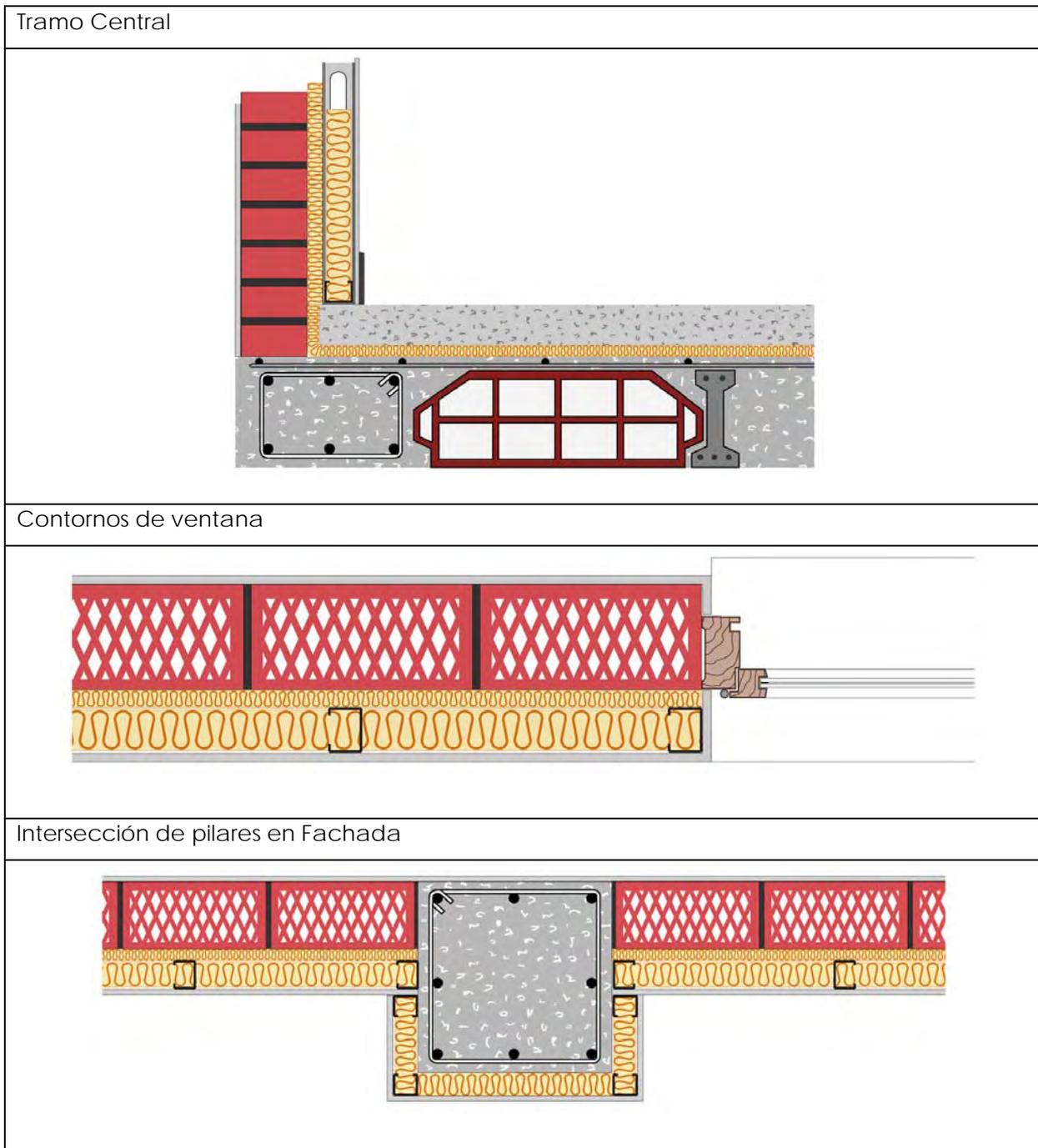
### 7.3.1.5. Proceso de instalación

	<p>El muro soporte no debe presentar defectos importantes de estanqueidad, grietas, desconchones, mohos, etc.</p>
	<p>Se colocan los canales metálicos en las partes baja y alta del trasdosado cuidando de la correcta alineación y aplomo. Es recomendable intercalar una junta estanca entre los canales y el suelo o el techo.</p>
	<p>Los montantes cortados a la altura requerida se alojan dentro de las canales por simple presión cada 60 cm o cada 40 cm, sin atornillado o remachado. Es conveniente que no exista contacto entre los perfiles metálicos y el muro soporte. Si el espesor de aislamiento lo aconseja, pueden situarse las canales y montantes de forma que pueda colocarse una capa de aislante entre ellos y el muro soporte.</p>
	<p>Se coloca el aislante entre los montantes simplemente retenido por las alas de los montantes. Es fundamental que el aislante rellene totalmente la cavidad, una ligera compresión de la Lana de Vidrio o Lana de Roca (del orden de 1 cm) puede ser aconsejable.</p>
	<p>Se realizan los pasos de instalaciones que sean necesarias. La elasticidad de las Lanas Minerales (de vidrio o roca) permite su paso sin necesidad de efectuar rozas y debilitar el aislamiento.</p>
	<p>Se procede a colocar las placas de yeso mediante atornillado de las mismas a los montantes. Para finalizar el trabajo se efectúa el tratamiento de juntas de las placas de yeso.</p>

## A) TRATAMIENTO PUENTES TÉRMICOS

El sistema de aislamiento por el interior mediante trasdosados sobre entramado metálico y relleno de lana mineral aislante (de vidrio o roca) permite la práctica eliminación de los puentes térmicos superficiales integrados en la fachada; por el contrario no resuelve los puentes térmicos lineales "de contorno" (frentes de forjado, intersección de muros de fabrica, etc.). (Véanse los detalles constructivos).

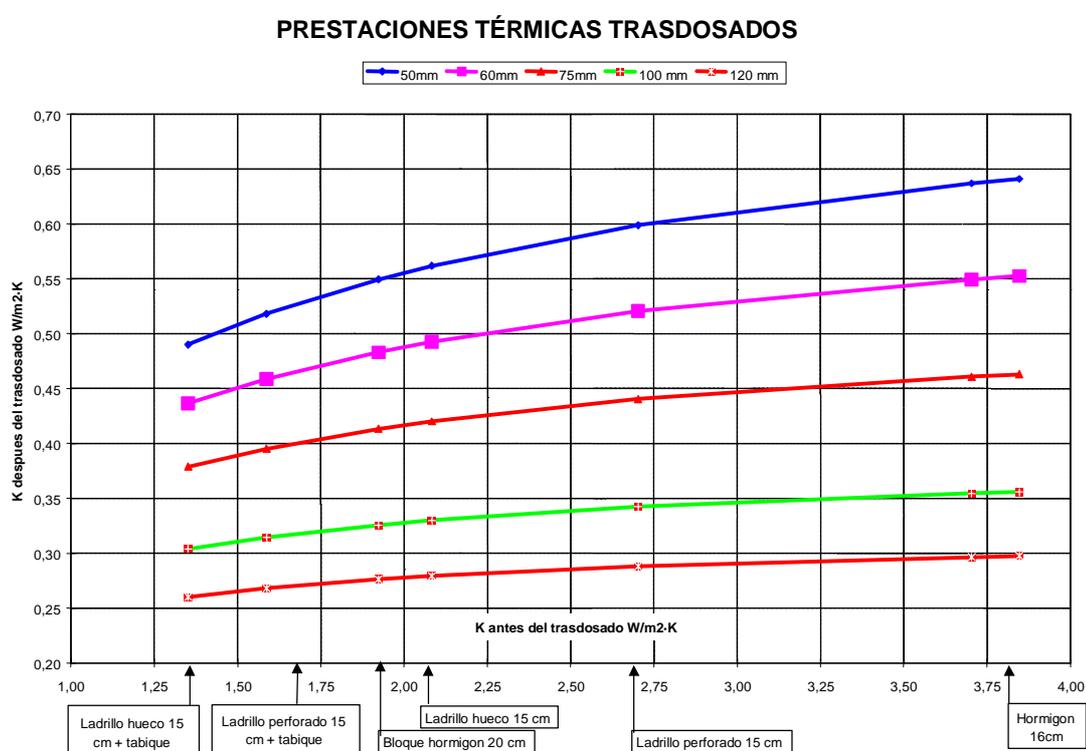
### 7.3.1.6. Detalles



### 7.3.1.7. Prestaciones

Las prestaciones conseguidas mediante este sistema dependen de la eficacia del muro soporte antes de efectuar el trasdosado; la eliminación de los puentes térmicos integrados en la fachada permite obtener un aislamiento uniforme (lo que evita tener que considerar estos puentes térmicos en la evaluación térmica de la parte opaca de la fachada).

Los gráficos siguientes permiten una evaluación de las prestaciones térmicas:



### 7.3.2. Aplicación de un sistema de fachada ventilada con lana mineral (lana de vidrio / lana de roca)

Se trata de una aplicación de aislamiento mediante lana mineral (Lana de vidrio / Lana de roca) por la parte externa del muro y de una protección formada normalmente por un revestimiento externo separando ambos materiales por una cámara de aire.

El sistema de aislamiento por el exterior es un medio novedoso y que se incorpora cada vez con mayor frecuencia como consecuencia de sus excelentes prestaciones de ahorro energético en los periodos cálidos del año.

Está formado por un aislamiento generalmente rígido o semirígido de lana mineral (lana de roca o lana de vidrio) fijado al muro soporte (fachada existente), y de una hoja de protección (formada por planchas, bandejas, "cassettes", etc.) separada del aislamiento, formando una cámara donde circula el aire por simple convección.

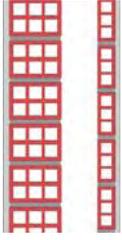
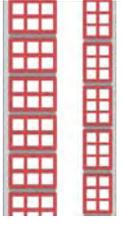
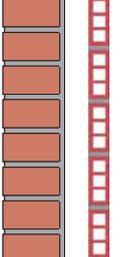
La hoja de protección se fija al muro soporte mediante sub-estructuras diseñadas al efecto.

### 7.3.2.1. Tipos de soporte

En principio, cualquier muro de fachada puede ser utilizado como soporte de una fachada ventilada. Para el presente estudio se han seleccionado cinco muros de fachada característicos de los sistemas constructivos empleados en los últimos 70 años y, por lo tanto, susceptibles de ser rehabilitados con un sistema de fachada ventilada.

Son los siguientes:

	croquis	materiales	Espesor en cm
1		Revoco de cal Piedra calcárea Enlucido de yeso	3.00 50.00 1.50
2		Revoco de cal Ladrillo macizo Enlucido de yeso	2.00 30.00 1.00

	croquis	materiales	Espesor en cm
3		Revoco exterior de cemento Ladrillo perforado Cámara de aire Tabique ladrillo hueco Enlucido de yeso	2.00 14.00 8.00 4.00 1.50
4		Revoco exterior de cemento Ladrillo perforado Cámara de aire Ladrillo hueco Enlucido de yeso	2.00 14.00 10.00 7.00 1.00
5		Ladrillo visto Cámara de aire Ladrillo perforado Enlucido de yeso	14.00 10.00 7.00 1.00

### 7.3.2.2. Ventajas

- ✿ La aplicación por el exterior del aislamiento elimina los puentes térmicos (frentes de forjado, pilares, etc.).
- ✿ Posibilita la realización del trabajo de rehabilitación con usuarios en los edificios.
- ✿ Se incrementa el aislamiento térmico del muro soporte.
- ✿ Reduce el consumo energético del edificio en verano al reducir el factor solar del cerramiento.
- ✿ Es un sistema de construcción "seco". El proceso de instalación es rápido y sin tiempos de espera para secado de morteros o yesos.
- ✿ Posibilita el cambio de aspecto de la fachada del edificio "rejuveneciendo" su aspecto y contribuyendo a la mejora del entorno.
- ✿ La solución es "desmontable" y, por lo tanto, susceptible de rehabilitarse en diversas ocasiones.
- ✿ Los materiales empleados son desmontables y reciclables / reutilizables.
- ✿ Es aplicable a cualquier tipo de fachada.

- ✿ No precisa de preparaciones previas de la superficie externa del muro (decapados, saneados, etc.).
- ✿ Es compatible incluso con muros de mala planimetría.
- ✿ Permite alojar opcionalmente instalaciones entre la cámara y el aislante.
- ✿ La cámara de aire ventilada exterior protege al aislante y muro soporte de las inclemencias exteriores (agua, sol, viento, etc.).

Existe una multitud de sistemas para constituir fachadas ventiladas; éstas pueden ser parcialmente ventiladas, pueden estar constituidas por una sola lámina de aire (con aberturas en la parte inferior y superior) o pueden disponer de aberturas en su superficie (sistemas con junta abierta).

Los soportes varían en forma y disposición según sistema y fabricante, perfiles de aluminio o de acero, en forma de "U", o en forma de "H" o perfiles tubulares.

Los elementos de cierre pueden ser desde elementos prefabricados cerámicos, vidrio, metálicos, o composites, en variedad de acabados, texturas y colores.

### 7.3.2.3. Limitaciones

- ✿ La fachada incrementa su espesor hacia el exterior entre 10 y 20 cm para los acabados ligeros normalmente utilizados, pudiendo llegar a los 30 cm en el caso de revestimientos pétreos naturales.

### 7.3.2.4. Productos recomendados

Se recomienda para esta aplicación los productos Semirigidos de Lana de Vidrio ISOVER o Lana de Roca ROCLAINÉ suministrados en forma de panel o en rollos.

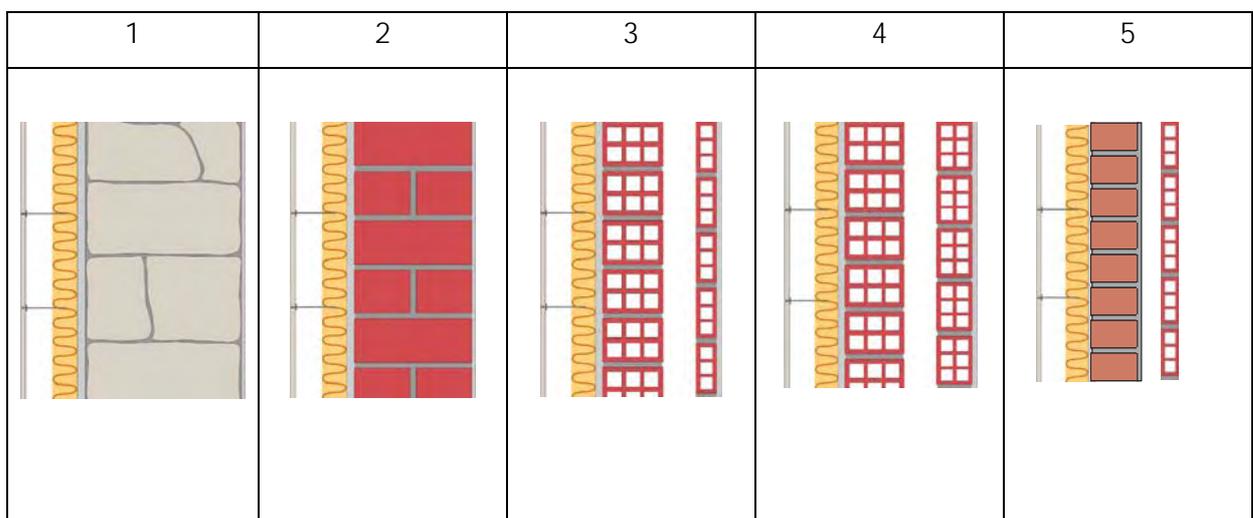
Si la hoja externa es de vidrio u otro material transparente es conveniente que la lana mineral esté revestida de un velo mineral negro.

El Código Técnico de la Edificación prohíbe el uso de materiales con clasificación al fuego peor que B;s3;d2 para esta aplicación.

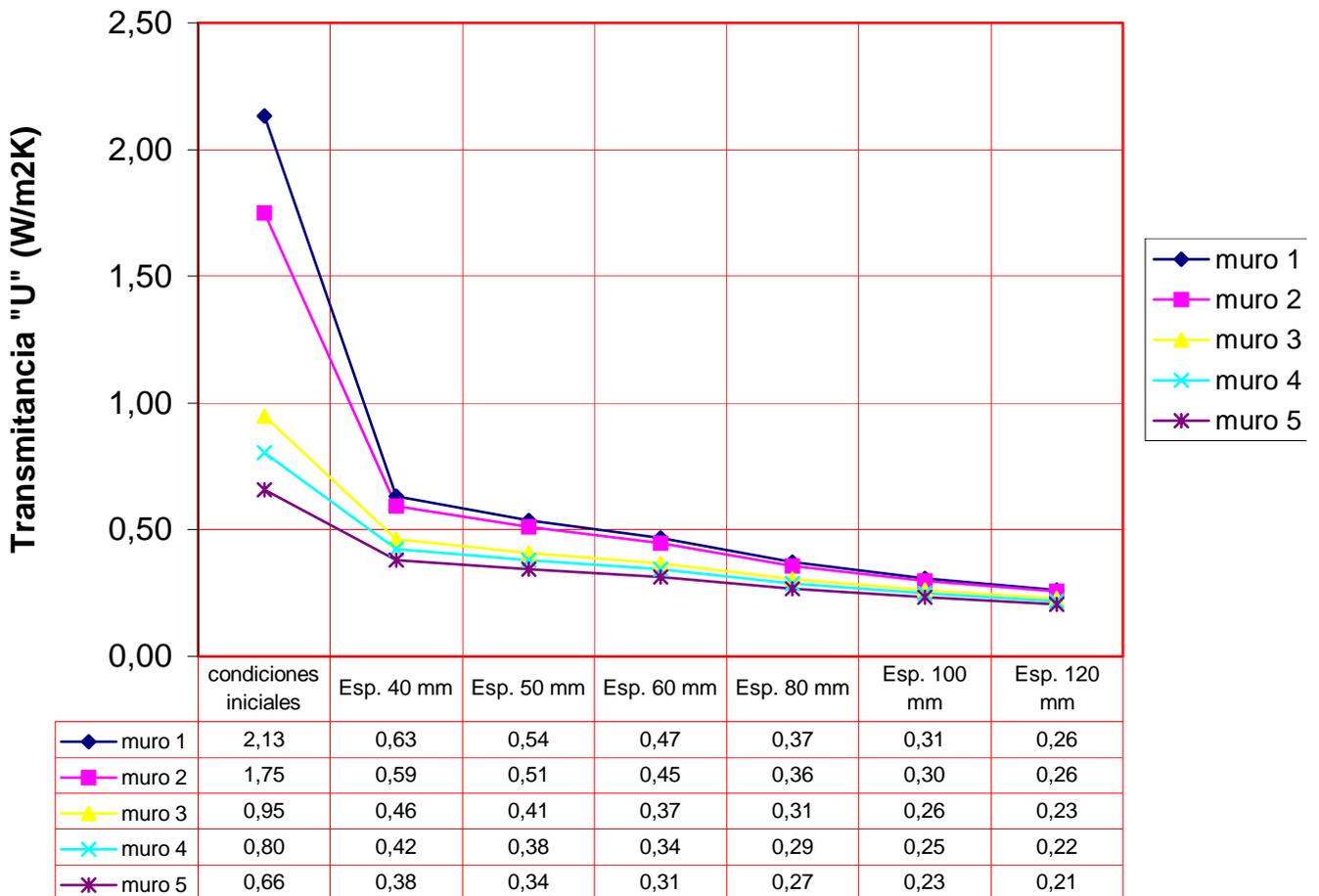
### 7.3.2.5. Proceso de instalación

- ✿ Sobre el muro soporte se instalarán los elementos de sujeción de la subestructura de la hoja exterior.
- ✿ Se procede a la instalación de los paneles de lana mineral (lana de roca o lana de vidrio) en el espesor adecuado según las necesidades de aislamiento, fijándolos al muro soporte mediante tacos autoexpandibles tipo "sombriilla" de material plástico.
- ✿ El número de fijaciones variará según el formato de los paneles, pero en ningún caso se aplicarán menos de 4 fijaciones por m<sup>2</sup>.
- ✿ Se instala la subestructura fijada a los elementos de fijación.
- ✿ Se instala la hoja exterior.

### 7.3.2.6. Detalles constructivos



### 7.3.2.7. Prestaciones térmicas de los sistemas



### 7.3.3. Cubiertas con aislamiento por el interior: revestimientos autoportantes de placas de yeso laminado y aislamiento de lana mineral (lana de vidrio / lana de roca)

Se trata de un sistema de aislamiento por el interior, mediante un revestimiento autoportante de placas de yeso laminado, para la mejora del aislamiento térmico de la cubierta.

Está constituido por placas de yeso laminado fijadas sobre maestras metálicas y éstas suspendidas de la cubierta (forjado), situándose en la cavidad o

cámara intermedia Lana Mineral (Lana de Vidrio ISOVER o Lana de Roca ROCLAINE).

### 7.3.3.1. Tipos de soporte

El soporte está constituido generalmente por un forjado inclinado u horizontal dependiendo de las características o tipología de la cubierta en cuestión.

Relación de cubiertas consideradas de acuerdo con la tipología más común:

- 1) Cubierta de teja sobre forjado inclinado.
- 2) Cubierta de teja sobre faldón apoyado sobre tabiquillos (espacio no habitable) y forjado horizontal.
- 3) Cubierta plana (azotea) transitable, pavimento sobre tablero cerámico apoyado sobre tabiquillos (cámara de aire).
- 4) Cubierta plana (azotea) transitable, pavimento sobre formación de pendientes (espesor medio hormigón aligerado 15 cm.).

Tipologías de los forjados:

- ✿ Aligerados, constituidos por viguetas y bovedillas cerámicas o de hormigón.
- ✿ Cantos de forjado de 25/30 cm.

### 7.3.3.2. Ventajas

- ✿ Al aplicarse por el interior, se evita el levantamiento de la cubrición exterior (tejas o pavimento), impermeabilización, etc.
- ✿ Posibilita la rehabilitación desde el punto de vista estético del interior del edificio, conformando una superficie plana y lisa que permite un acabado de

pintura (eliminando el riesgo de fisuras), la instalación de nuevos sistemas de iluminación y o climatización (en función de las disponibilidades de altura).

- ✿ Montaje rápido y por vía seca, permitiendo la habitabilidad durante la ejecución de los trabajos.
- ✿ Especialmente adecuado cuando no es necesario efectuar trabajos de impermeabilización o modificación de la cubierta externa del edificio.

### **Importante**

De acuerdo con las características o tipología de las cubiertas, en regímenes higrotérmicos severos debe considerarse la necesidad de una barrera de vapor, que debe incorporar el material aislante (papel kraft, aluminio-kraft, etc.) o bien el soporte (placas de yeso laminado).

#### **7.3.3.3. Limitaciones**

Debe disponerse de una altura mínima de aproximadamente 10 cm para facilitar el montaje de los sistemas de anclaje y su nivelación.

#### **7.3.3.4. Productos recomendados**

Se recomienda la aplicación del material aislante en forma de paneles semirígidos o rígidos cuando se fijan directamente sobre el forjado o bien en forma de paneles semirígidos o de mantas cuando se aplican apoyados sobre el soporte autoportante o techo falso.

#### **7.3.3.5. Proceso de instalación**

El aislamiento térmico consiste en la aplicación de paneles semirígidos o rígidos de lana mineral (de vidrio o de roca) sobre el forjado o faldón, utilizando fijaciones mecánicas de material plástico tipo "sombriilla".

Otra opción es la aplicación de paneles semirígidos o mantas (preferiblemente en dos capas a cubrejuntas), apoyados directamente sobre el soporte o techo falso, "cubriendo" las maestras.

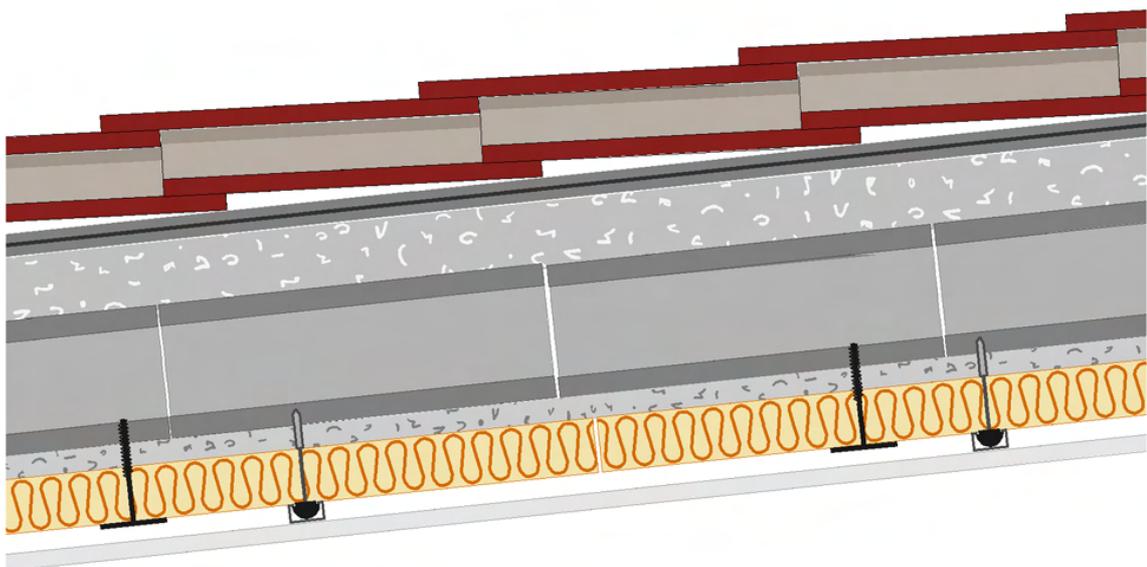
Las placas de yeso laminado se fijan a maestras distanciadas entre ejes a 600 mm.

Las maestras se suspenden del forjado o faldón mediante horquillas de presión, varillas roscadas y tacos de expansión metálicos con rosca interior (viguetas) o tacos tipo "paraguas" o de balancín para materiales huecos (bovedillas).

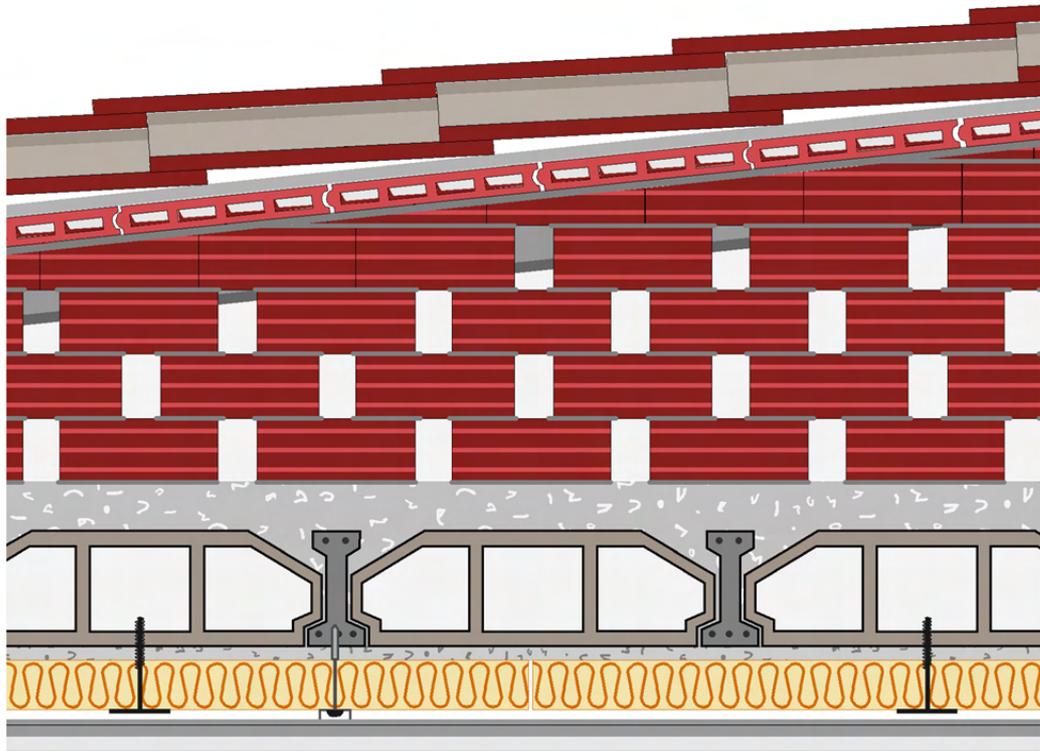
El montaje del material aislante de lana mineral (de vidrio o roca) y espesor de acuerdo con los requerimientos térmicos, el revestimiento o techo de placas de yeso laminado, la armadura soporte y el sistema de anclaje al forjado horizontal (que permite la nivelación) o al faldón, conforman una cavidad o cámara de espesor variable, con un espesor mínimo de 10 cm.

### 7.3.3.6. Detalles constructivos

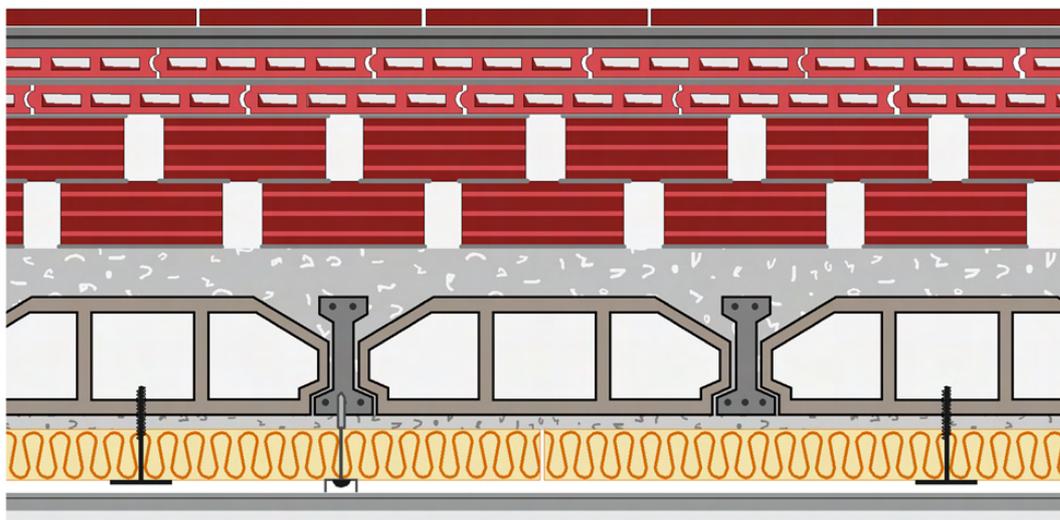
Cubierta de teja sobre forjado inclinado



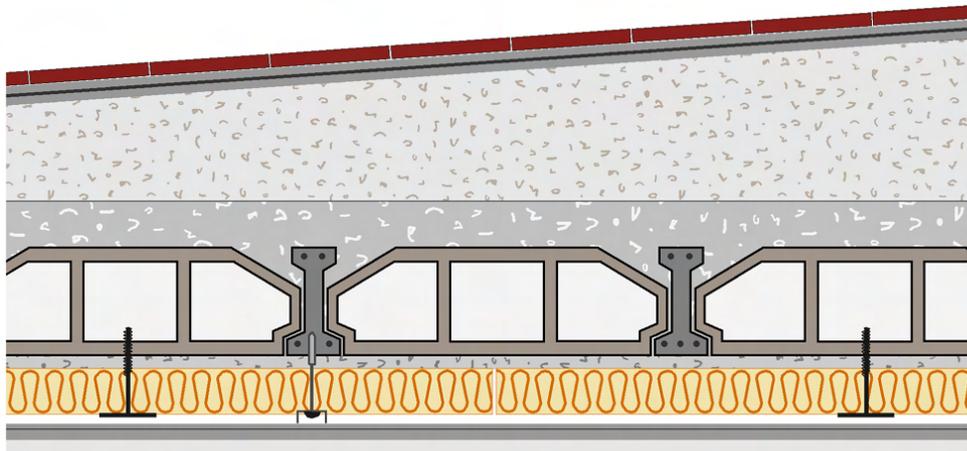
Cubierta de teja sobre faldón apoyado sobre tabiquillos (espacio no habitable) y forjado horizontal



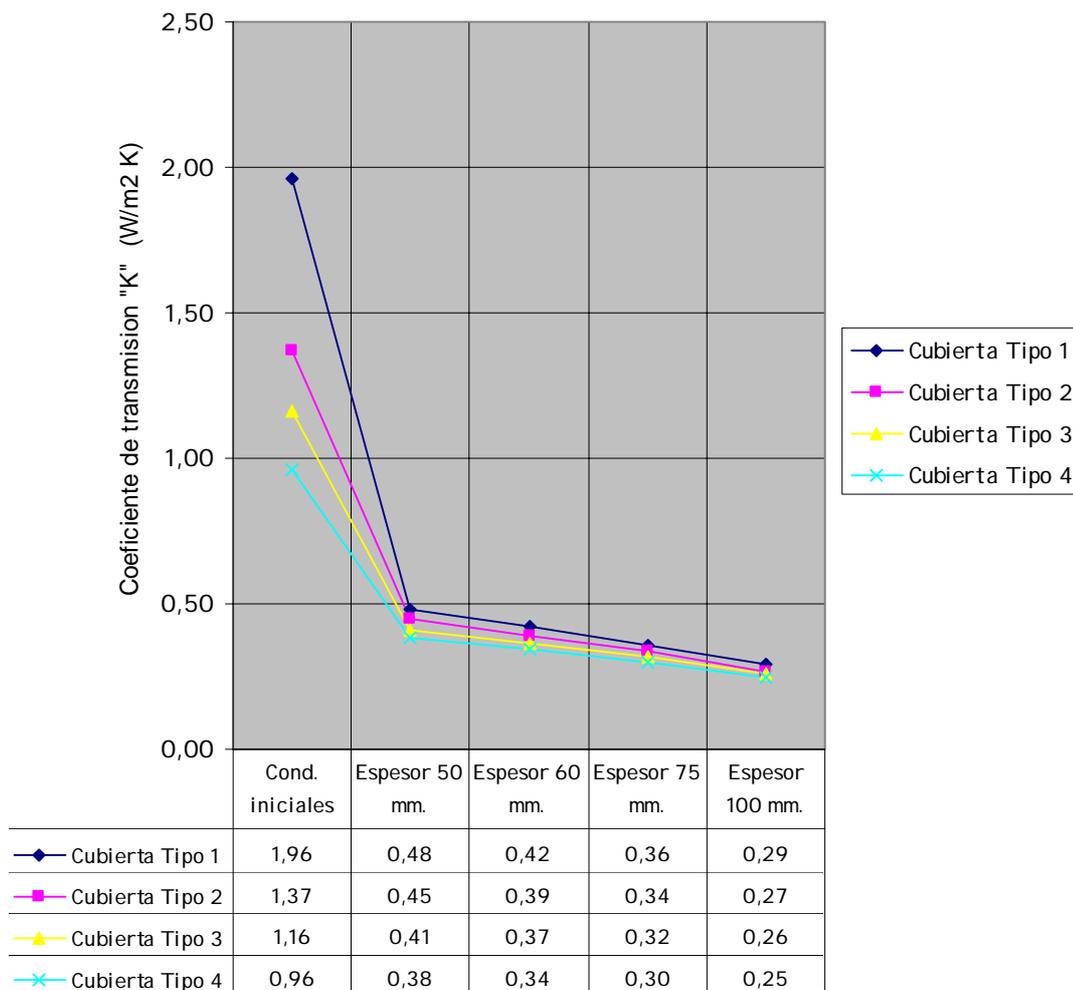
Cubierta plana (azotea) transitable, pavimento sobre tablero cerámico apoyado sobre tabiquillos (cámara de aire)



## Cubierta plana (azotea) transitable, pavimento sobre formación de pendientes



### 7.3.3.7. Prestaciones



## Bibliografía

- 1.- Manual del Vidrio (2001), Saint-Gobain Cristalería, S.A.
- 2.- Manual de la Ventana (2005), ASEFAVE
- 3.- Manual de Aislamiento en la Edificación - Saint Gobain Cristalería, S.A.
- 4.- Produits suisses de qualité pour l'isolation thermique et phonique - ISOVER S.A.
- 5.- Guide de prescription de l'isolation thermique et acoustique - SAINT-GOBAIN (ISOVER).

## 8.1. Ascensores de última generación: ¿en qué consisten?

### 8.1.1. Tipos básicos de ascensores

Básicamente hay dos tipos de ascensores:

#### Eléctricos de tracción

Se mueven por el accionamiento de una polea situada normalmente en la parte alta del hueco mediante un motor eléctrico, ayudado por un contrapeso.

El motor consume energía mientras el desequilibrio entre cabina y contrapeso sea desfavorable, pero no la consume cuando es favorable. De hecho, en algunos casos es capaz de generar energía que devuelve al edificio.

#### Hidráulicos

La cabina se mueve impulsada por un émbolo o pistón, que a su vez asciende por presión de aceite. La presión de aceite se obtiene por el bombeo de un motor eléctrico.

Estos ascensores consumen una elevada cantidad de energía al subir. En cambio, no consumen prácticamente nada al bajar. Aún así, la ausencia de consumo en bajada no compensa el gran consumo en subida.

### 8.1.2. Modos más utilizados de controlar el movimiento

En los ascensores eléctricos de tracción hay dos maneras de controlar el movimiento de la cabina:

### **Mediante un motor de una o dos velocidades**

Los ascensores de dos velocidades realizan la maniobra de aproximación al piso de parada pasando de la velocidad normal de viaje a una velocidad reducida, accionando posteriormente el freno.

Los más antiguos, ni siquiera pasan a una velocidad reducida antes de parar, frenando bruscamente.

El motor no se controla, y sus revoluciones dependen del desequilibrio y de la dirección de viaje.

### **Con frecuencia y tensión variables**

Los ascensores con frecuencia y tensión variables realizan siempre el mismo diagrama velocidad-tiempo, independientemente del desequilibrio y de la dirección de viaje. De este modo, arrancan y frenan progresivamente, aumentando o disminuyendo suavemente la velocidad.

## **8.1.3. Máquinas de ascensor con engranajes**

Las máquinas de los ascensores que se han comercializado hasta ahora, y que se siguen comercializando todavía en su mayor parte, tienen un sistema de engranajes llamado reductor.

El reductor se hace necesario por el gran tamaño que deben tener las poleas para albergar los cables de acero que soportan el ascensor y para que, a igualdad de potencia, cambiar la alta velocidad y el bajo par en el eje rápido por la menor velocidad y mayor par requeridos en el eje de salida. Por eso, estas máquinas son de gran tamaño, tienen una eficiencia energética baja debido a las pérdidas que se producen en los engranajes y son susceptibles de generar ruidos por la fricción entre los elementos metálicos.

## 8.1.4. Los ascensores de última generación. Máquinas de tracción directa

Los ascensores de última generación son eléctricos de tracción directa y con frecuencia y tensión variables, por lo que ya no necesitan reductor.

En los ascensores de última generación se han sustituido los tradicionales cables de tracción de acero por cintas planas de alta resistencia, Foto 1. Estas cintas son mucho más flexibles que los cables, lo que ha permitido reducir drásticamente el tamaño de las poleas de tracción y eliminar, por tanto, el reductor, lo que implica la desaparición de los engranajes responsables de las pérdidas energéticas.



**Foto 1.** Cinta plana de alta resistencia.

De poleas de aproximadamente 650 cm, se ha pasado a poleas de sólo 8 ó 10 cm. Esto permite reducir de forma espectacular el tamaño y el peso de la máquina, obteniéndose reducciones de escala de el orden de hasta 10 veces.

El motor requiere menos potencia y, por tanto, consume menos que uno convencional, además de ser energéticamente más eficiente al no tener pérdidas en los engranajes.

La reducción del tamaño de la máquina elimina también la necesidad de cuarto de máquinas, pudiéndose ubicar dentro del propio hueco del ascensor, con el ahorro de espacio que esto significa, Foto 2.



*Máquina tradicional  
(con reductor de engranajes)  
Tracción por cable de acero*

*Máquina de última generación  
(sin reductor de engranajes)  
Tracción por cinta plana*

**Foto 2.** Máquina tradicional comparada con una de última generación.

En definitiva, un ascensor de última generación es un ascensor eléctrico con cintas planas de tracción, con frecuencia y tensión variables, sin reductor y sin cuarto de máquinas.

Este tipo de ascensores supone un importante cambio tecnológico en lo que se refiere a consumo y eficiencia energética.

- ✿ Consumen hasta un 50 % menos que los ascensores eléctricos convencionales, y hasta un 70 % menos que los ascensores hidráulicos.
- ✿ Generan hasta diez veces menos ruido que los ascensores convencionales y eliminan prácticamente las vibraciones percibidas en la cabina por los usuarios.

## 8.2. Ahorro en el consumo de energía y disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera teniendo en cuenta el parque de ascensores instalados en edificios de oficinas y de uso público de la Comunidad de Madrid

Aunque la mayor parte del ahorro de energía y de la reducción de las emisiones contaminantes se obtiene durante la vida útil del ascensor de última generación, también durante su proceso de fabricación se ahorran materias primas, energía y se reduce la emisión de residuos contaminantes.

En concreto, se utilizan 650 kg menos de recursos naturales por cada ascensor fabricado, y se ahorran 950.000 kWh al año en su proceso de fabricación.

En cualquier caso, como se puede comprobar en la Fig. 1, el mayor impacto para el medio ambiente se produce en la fase de uso y servicio del ascensor, debido al consumo de energía necesario para su funcionamiento.

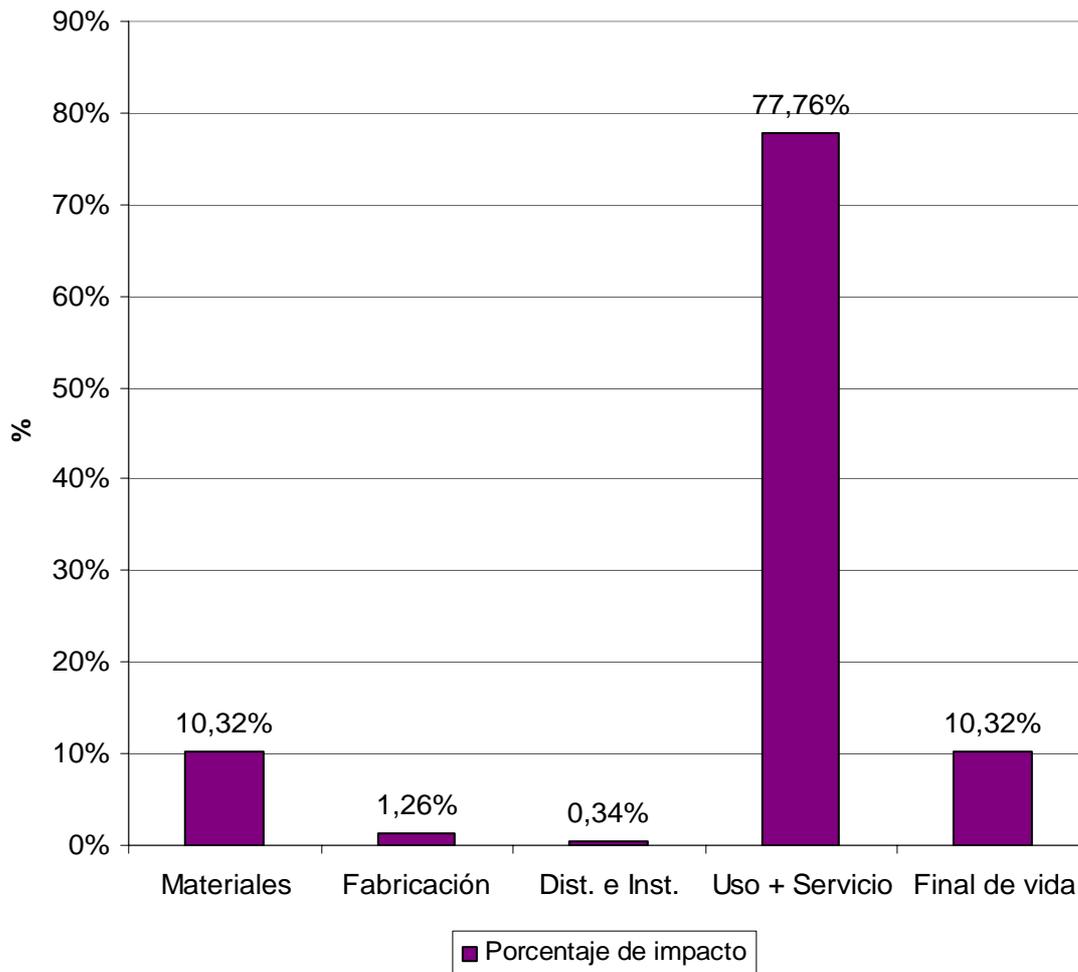


Figura 1. Impacto de un ascensor sobre el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida.

### 8.2.1. Ahorro en el consumo de energía

En este análisis se consideran cinco tipos fundamentales de ascensor:

- ✿ Ascensores eléctricos de dos velocidades.
- ✿ Ascensores eléctricos con frecuencia y tensión variables.
- ✿ Ascensores eléctricos con frecuencia y tensión variables, sin engranajes, con motor de imanes permanentes y cintas planas de alta resistencia; es decir, **ascensores de última generación** con alta eficiencia energética.
- ✿ Ascensores eléctricos de dos velocidades, sin engranajes, con motor de imanes permanentes y cintas planas de alta resistencia; es decir, **ascensores de última generación** con alta eficiencia energética.

Hemos descartado los ascensores hidráulicos ya que están limitados en su recorrido y su velocidad y no son aptos para edificios altos y / o con tráfico intenso, como suele ser el caso de los edificios de oficinas y de uso público.

Se han tomado con ascensores medios más representativos el de 10 personas de 1,0 de 2 velocidades y el de 1,6 m/s de control de frecuencia y tensión variable.

Las mediciones realizadas en cuanto a consumo de energía demuestran que el ascensor de última generación con frecuencia y tensión variable **ahorra hasta un 27 % de energía**, si se compara con un ascensor con control de movimiento por frecuencia y tensión variables, según se aprecia en la Tabla 1.

**TABLA 1.**

Capacidad del ascensor	Consumo anual en kWh (sin contar iluminación de cabina)		Ahorro	Ahorro (%)
	Asc. de última generación con VF	Convencional con VF		
<b>10 personas</b>	4.900	6.700	1.800 kWh al año	27,00

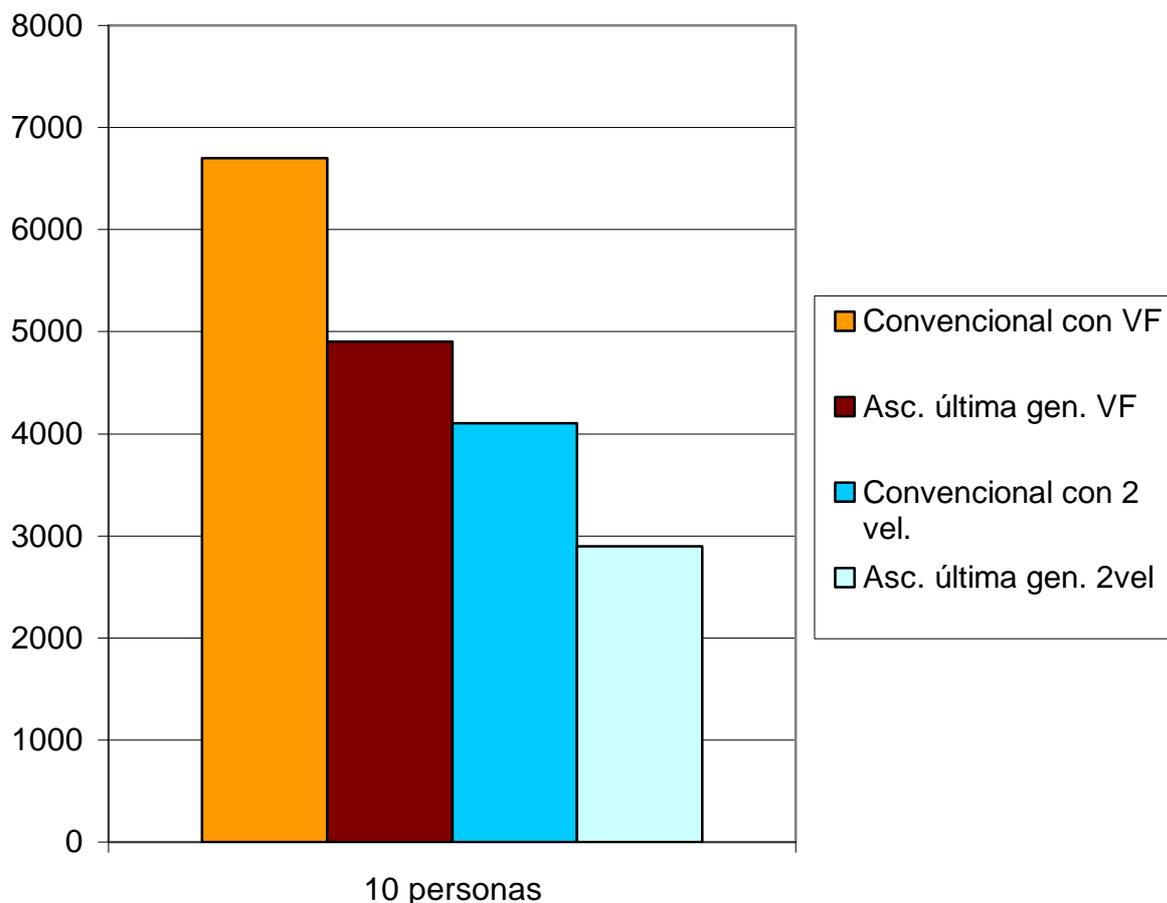
Cifras para un ascensor de tipo medio y 175.000 viajes al año.

Si se compara un ascensor de última generación de 2 velocidades con un ascensor con máquina convencional y control de movimiento de dos velocidades, **el ahorro de energía sería del 29 %** según queda reflejado en la Tabla 2.

**TABLA 2.**

Capacidad del ascensor	Consumo anual en kWh (sin contar iluminación de cabina)		Ahorro	Ahorro (%)
	Asc. de última generación con 2 vel.	Convencional con 2 vel.		
<b>10 personas</b>	2.900	4.100	1.200 kWh al año	29,00

Gráficamente se puede ver en la Fig. 2.



**Figura 2.** Consumos en kWh.

Pero además hay que tener en cuenta el consumo que supone la iluminación de cabina.

La mayoría de los ascensores están equipados con elementos de iluminación de potencias entre 20 y 40 W. Por lo tanto, podemos calcular una media de 80 W por ascensor.

Tradicionalmente, la iluminación de cabina está permanentemente encendida 24 horas al día y 365 días al año, lo que supone un consumo medio anual por ascensor de 700 kWh.

Con un sistema de temporizador de apagado de esta iluminación cuando no haya presencia en la misma, el ahorro puede aumentar considerablemente.

Teniendo en cuenta que un ascensor medio puede ser utilizado durante 10 horas diarias, y una media de 250 días trabajando, el consumo por iluminación de cabina, si está equipado con este dispositivo de ahorro, puede bajar hasta 200 kWh; es decir, un ahorro anual por ascensor de 500 kWh.

Con este dispositivo, el ahorro de energía de un ascensor de última generación respecto a los demás tipos de ascensor se incrementa hasta:

- ✿ Un 30 % respecto a ascensores eléctricos convencionales con frecuencia y tensión variables.
- ✿ Un 50 % respecto a ascensores eléctricos convencionales de dos velocidades.

**De este modo, un edificio de oficinas con 2 ascensores eléctricos de frecuencia variable podría ahorrarse hasta 4.600 kWh al año.**

## **8.2.2. Ahorro potencial teniendo en cuenta el parque de ascensores de Madrid instalados en edificios de oficinas y de uso público**

A medida que el parque de ascensores de la Comunidad de Madrid vaya migrando a esta nueva y eficiente tecnología, el impacto en ahorro energético irá siendo mayor. Para cuantificar el impacto potencial de la introducción de los ascensores de última generación en el mercado, se ha analizado en primer lugar el parque de ascensores de Madrid, en el que resulta que el 4 % corresponde a los aparatos de más de 8 personas que son los de uso principal en oficinas.

Se supone que todos estos ascensores de más de 8 personas son para 10 pasajeros, de los cuales el 50 % son de dos velocidades y el otro 50 % de frecuencia variable.

Según estimaciones de la FEEDA (Federación Española de Empresas de Ascensores) el parque total de ascensores de la Comunidad de Madrid es de 133.000 unidades.

El 4 % de este parque, supone la consideración de 5.320 ascensores de 10 pasajeros.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, se puede calcular el siguiente consumo anual:

#### ✿ Ascensores convencionales

- ✓ Ascensores de 10 personas con control de 2 velocidades:  
 **$2.660 \times 4.100 = 10.906.000 \text{ kWh}$ .**
- ✓ Ascensores de 10 personas con control de frecuencia y tensión variables:  
 **$2.660 \times 6.700 = 17.822.000 \text{ kWh}$ .**

Consumo anual total de los 5.320 ascensores convencionales:  
Al menos **28.728.000 kWh**.

#### ✿ Ascensores de última generación

- ✓ Ascensores de 10 personas con control de dos velocidades:  
 **$2.660 \times 2.900 = 7.714.000 \text{ kWh}$ .**
- ✓ Ascensores de 10 personas con control de frecuencia y tensión variables:  
 **$2.660 \times 4.900 = 13.034.000 \text{ kWh}$ .**

Consumo anual total de los 5.320 ascensores de la última generación:  
Al menos **20.748.000 kWh**.

El ahorro de energía potencial anual que puede resultar de la introducción de los ascensores de última generación en edificios de oficinas y de uso público es de al menos **7.980.000 kWh**.

Si a esto se le suma el ahorro que se deriva de la utilización del temporizador de apagado de la iluminación de cabina:

$$500 \text{ kWh} \times 5.320 = 2.660.000 \text{ kWh.}$$

Sumándolo a lo anterior, el **ahorro de energía** potencial anual que puede resultar de la utilización de ascensores de última generación **en la Comunidad de Madrid en edificios de oficinas y de uso público** es de: **10.640.000 kWh** lo que equivale al **33 % del consumo actual**.

### 8.2.3. Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera

Considerando que para generar 1 kWh se emiten como media 0,65 kg de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (Rafael Méndez. El País, 22 de febrero de 2007); potencialmente el ahorro de energía y la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera que se puede conseguir con la utilización de ascensores de última generación en edificios de oficinas y uso público en la Comunidad de Madrid es de:

$$10.640.000 \text{ kWh} \times 0,65 \text{ kg de CO}_2 = 6.916.000 \text{ kg de CO}_2 \text{ menos que se emitirían a la atmósfera.}$$

## 8.3. Reducción de la generación de residuos contaminantes durante la vida útil del ascensor

### 8.3.1. Desglose de consumo de aceite de un ascensor con máquina convencional con engranajes

✿ Máquina 140 VAT (con engranajes)

Aceite LO33 (CEPSA ENGRANAJES HP 460)

Capacidad del reductor:

3 litros

Mantenimiento: Sustitución tras los primeros dos meses	3 litros
Sustitución cada 3 años (6 cambios)	18 litros
(vida estimada de máquina = 20 años)	

Volumen total de aceite en la vida de la máquina	24 litros
--	-----------

✿ Lubricante para guías de cabina

Aceite LO33 (CEPSA ENGRANAJES HP 460)

Volumen útil de las aceiteras: 150 cm <sup>3</sup> (dos unidades)	
Reposición anual en mantenimiento: 600 cm <sup>3</sup> (dos rellenos / año)	
Consumo en la vida del ascensor (estimada en 20 años)	12 litros

✿ Lubricante para raíles de contrapeso

Aceite HIDROLIFT 46 (CEPSA)

Volumen útil de las aceiteras: 150 cm <sup>3</sup> (dos unidades)	
Reposición anual en mantenimiento: 600 cm <sup>3</sup> (dos rellenos / año)	
Consumo en la vida del ascensor (estimada en 20 años)	12 litros

✿ Lubricante de cables de tracción

Aceite VITALUBE CABLE LUBRICANT VP-419750  
(AMERICAN OIL & SUPPLY CO)

Volumen estimado en cada lubricación: 50 cm <sup>3</sup>	
Operaciones estimadas: lubricación anual	
Consumo en la vida del ascensor (estimada en 20 años)	1 litro

<b>TOTAL:</b> .....	<b>49 litros</b>
---------------------	------------------

### 8.3.2. Desglose de consumo de un ascensor hidráulico

✿	Grupo hidráulico	500 litros
✿	Lubricante para guías de cabina Aceite LO33 (CEPSA ENGRANAJES HP 460) Volumen útil de las aceiteras: 150 cm <sup>3</sup> (dos unidades) Reposición anual en mantenimiento: 600 cm <sup>3</sup> (dos rellenos / año) Consumo en la vida del ascensor (estimada en 20 años)	12 litros
	<b>TOTAL</b> .....	<b>512 litros</b>

### 8.3.3. Desglose de consumo de aceite de un ascensor de última generación

✿	Máquina sin reductor	No necesita lubricación
✿	Lubricante para guías de cabina Aceite LO33 (CEPSA ENGRANAJES HP 460) Volumen útil de las aceiteras: 150 cm <sup>3</sup> (dos unidades) Reposición anual en mantenimiento: 600 cm <sup>3</sup> (dos rellenos / año) Consumo en la vida del ascensor (estimada en 20 años)	12 litros
✿	Lubricante para raíles de contrapeso Aceite LO33 (CEPSA ENGRANAJES HP 460) Volumen útil de las aceiteras: 150 cm <sup>3</sup> (dos unidades) Reposición anual en mantenimiento: 600 cm <sup>3</sup> (dos rellenos / año) Consumo en la vida del ascensor (estimada en 20 años)	12 litros
	<b>TOTAL</b> .....	<b>24 litros</b>

### 8.3.4. Reducción de residuos contaminantes

Los ascensores de última generación no necesitan que los cables de suspensión y tracción sean lubricados, ya que no utilizan cables, sino cintas planas de acero recubiertas y protegidas de la corrosión por poliuretano.

Además su máquina está dotada de rodamientos sellados que tampoco precisan ser lubricados, lo que, junto con la falta de necesidad de lubricación de los cables, supone una **reducción en la generación de residuos contaminantes de 51 %** con respecto a un ascensor eléctrico convencional y más del 95 % respecto a un ascensor hidráulico, como se aprecia en las Figs. 4 y 5.

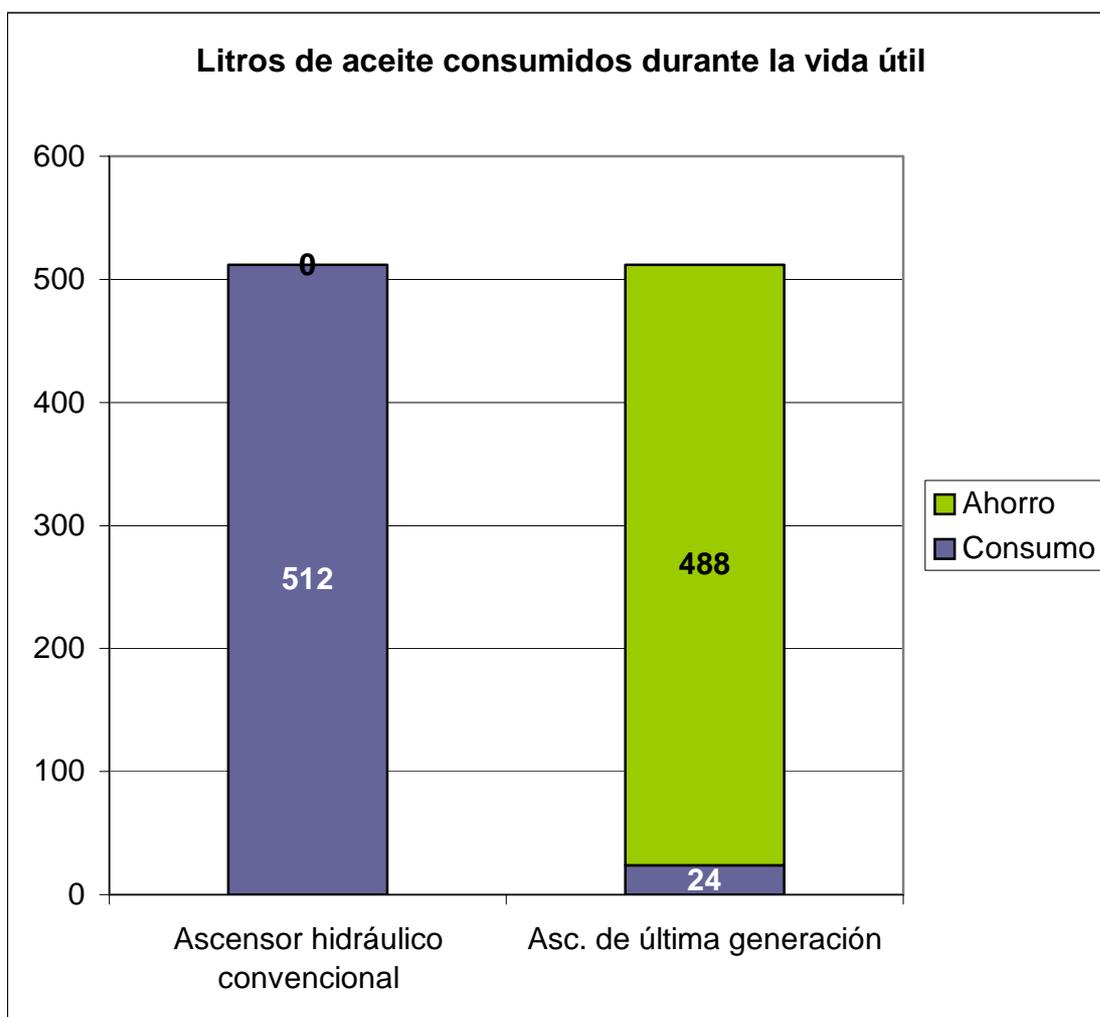


Figura 4. Consumo de aceite comparado con ascensores hidráulicos.

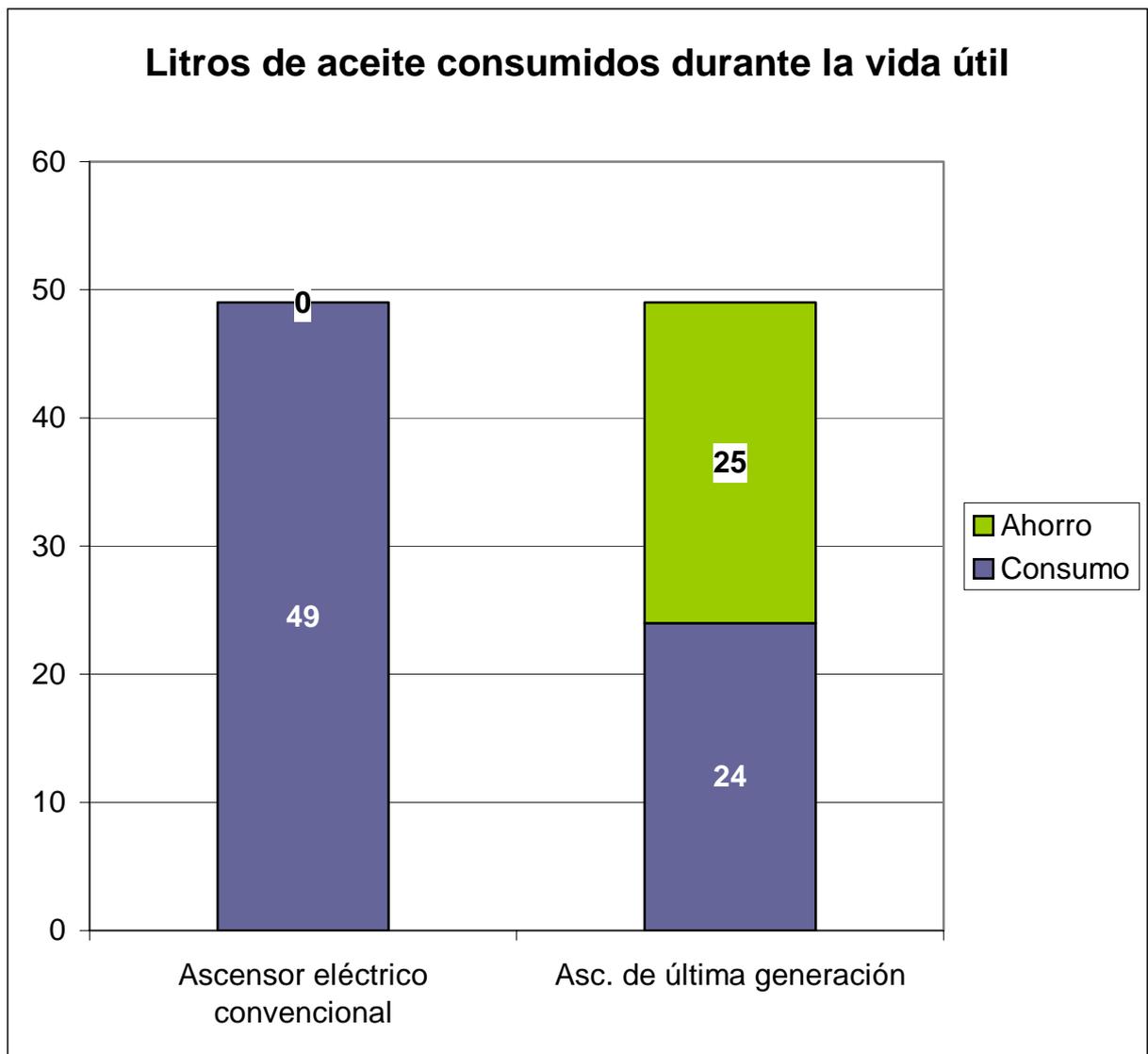


Figura 5. Consumo de aceite comparado con ascensores eléctricos.

## 8.4. Conclusión

Los ascensores de última generación, además de ser más silenciosos, confortables y fiables que los ascensores convencionales, son más eficientes desde el punto de vista energético y generan menos residuos contaminantes.

Ahorran hasta un 50 % de energía con respecto a los ascensores convencionales, y reducen el consumo de aceite y grasa entre un 50 y un 95 %.

Por estos motivos, cuanto mayor sea su implementación, tanto en ascensores de nueva creación, como en sustitución del parque existente, mayor será el impacto positivo en el ahorro global de energía y la protección al medio ambiente.

## 9.1. Introducción

En la actualidad, el agotamiento de los recursos naturales y el cambio climático han revolucionado las políticas empresariales enfocadas a desarrollar acciones que permitan el desarrollo sostenible de sus actividades y el aumento de su reputación corporativa.

Sectores como el de oficinas y despachos con baja repercusión ambiental en cuanto a la contaminación de sus actividades, adquieren una especial relevancia si analizamos el consumo de energía y sus consecuentes emisiones de CO<sub>2</sub>.

De esta manera, realizar una adecuada gestión de la energía permite:

- ✿ Optimizar el uso, mantenimiento y control de las instalaciones.
- ✿ Conseguir ahorros económicos significativos.
- ✿ Mitigar el agotamiento de los recursos naturales.
- ✿ Reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> atmosférico.

## 9.2. Selección de muestra representativa

Para el desarrollo de un diagnóstico energético de los edificios, es importante seleccionar una muestra representativa desde el punto energético, de manera que las mejoras identificadas tras el estudio, puedan ser extrapoladas a otros edificios con características similares.

Para ello se analiza la distribución de los consumos energéticos en función de los centros de consumo:

- ❁ Las fuentes energéticas que utilice el edificio (ej. Energía eléctrica, gas natural, etc.).
- ❁ Equipos de transformación de energía (ej. Calderas).
- ❁ Centros de consumo de energía (ej. Climatización, calefacción, iluminación, equipos informáticos, etc.).

Además, se tienen en cuenta elementos estructurales del edificio, así como otros que puedan tener una especial afección sobre la demanda energética del mismo:

- ❁ Orientación del edificio.
- ❁ Tipo de envolvente del edificio teniendo en cuenta la distribución de superficie acristalada y su orientación.
- ❁ Existencia y tipo de protectores solares en envolventes acristaladas.
- ❁ Mecanismos de ahorro para reducir el consumo de agua y, por tanto, el consumo de energía derivado de su calentamiento.
- ❁ Análisis de las zonas ajardinadas como mecanismo de protección solar.

### 9.3. Metodología del proceso de auditoría

El objetivo fundamental de las auditorías energéticas es identificar la necesidad de implantar medidas de ahorro energético.

Además, estas medidas son analizadas para determinar su viabilidad técnica y económica, permitiendo identificar aquellos aspectos más determinantes en la toma de decisión para la implantación de dichas medidas.

Inicialmente se realiza un estudio de los datos generales de las instalaciones:

- ❁ Tipos de equipos.
- ❁ Horarios de uso.
- ❁ Días de funcionamiento anual.
- ❁ Programas de mantenimiento de los equipos.

- ✿ Revisión de registros de analíticas y otros derivados del mantenimiento, etc.
- ✿ Superficie de las oficinas (teniendo en cuenta la superficie de los garajes).
- ✿ N° de empleados.
- ✿ Contratos con distribuidores energéticos.
- ✿ Análisis de facturación y potencias contratadas a los distribuidores.

El estudio de los datos generales recogidos, permite identificar aquellos puntos en los que se realizarán mediciones de carácter energético con instrumentación que permite el control y la valoración de aspectos relacionados con la demanda energética del edificio:

- ✿ Detección de presencia e iluminación en espacios ocupados de manera intermitente.
- ✿ Control de parámetros (temperatura, humedad, iluminación y presencia) en espacios cerrados.
- ✿ Medida y registro de temperatura y humedad exteriores.
- ✿ Toma de datos en máquinas enfriadoras.
- ✿ Detección y registro en tiempo real de variables.
- ✿ Análisis de gases de combustión (CO, SO<sub>2</sub>, NO, O<sub>2</sub>) en calderas.
- ✿ Control de consumos monofásicos con registrador.
- ✿ Control de temperatura a distancia por infrarrojos.
- ✿ Control de consumo de agua, caudal y temperatura.
- ✿ Análisis de redes eléctricas.
- ✿ Realización de termografías en envolventes y cuadros eléctricos.

## 9.4. Desarrollo de las auditorías

### 9.4.1. El consumo energético

Establecer un diagnóstico inicial del estado energético en que se encuentra una empresa requiere un análisis exhaustivo de los contratos con distribuidores energéticos con los que se tiene contratado el servicio.

Muchas veces la existencia de varios contratos de los que se desconocen los contadores asignados, o bien la carencia de un sistema de gestión que asegure un control y seguimiento de los consumos energéticos de los edificios, hace que este proceso se convierta en una auténtica labor de investigación.

Esto requiere especial atención, en edificios de oficinas en los que están ubicadas varias empresas, presentan áreas comunes, y la repercusión de los gastos se realiza a través de una empresa que realiza la gestión del inmueble.

Para comenzar el análisis, es importante hacer acopio de las facturas energéticas en un período de tiempo que permita analizar tanto los meses de invierno como los de verano, en los que se produce un alto consumo por calefacción y climatización respectivamente.

El análisis inicial del consumo energético va a permitir no solamente establecer objetivos de reducción e identificar mejoras en los procesos energéticos, sino ajustar los consumos adicionales de energía eléctrica activa que deriva en un incremento de las facturas.

El incremento en la energía activa se produce por el intercambio de corriente reactiva entre el elemento consumidor y la red. Esto genera:

- ✿ Corriente eléctrica que no se emplea para generar un trabajo circulando por la red.
- ✿ Pérdidas de energía por efecto Joule en los cables conductores de red.
- ✿ Sobrecarga de transformadores, generadores y líneas de distribución.
- ✿ Incremento de las caídas de voltaje.

Una opción muy utilizada para evitar estas pérdidas son las baterías de condensadores en la entrada general de corriente eléctrica de un suministro, en

paralelo con toda la red eléctrica interna del edificio y con todos los equipos consumidores que se alimentan de ésta.

## 9.4.2. La iluminación

### 9.4.2.1. Luminarias y lámparas

En oficinas, a diferencia de actividades con procesos productivos que impliquen un gran consumo energético, el principal factor del consumo es la iluminación.

Es por tanto importante realizar un inventario previo en cuanto al número y características de las mismas, que permita establecer el consumo energético.

Hasta el momento, se han empleado balastos convencionales para el uso de fluorescentes. Actualmente, la instalación de balastos electrónicos de alta frecuencia ha supuesto un paso primordial en la reducción de consumos.

**TABLA 1.** Comparativa de consumos entre lámparas.

Potencia de la lámpara fluorescente	Consumo lámpara convencional (lámpara y balasto electromagnético)	Consumo lámpara convencional (lámpara y balasto electrónico de alta frecuencia)
105 W	130 W	95 W
65 W	80 W	58 W
58 W	75 W	52 W
40 W	50 W	36 W
36 W	46 W	33 W
20 W	25 W	18 W
18 W	23 W	15 W

Además, los balastos electrónicos por sus características, permiten una reducción del 25 por ciento de la energía consumida y un incremento de la vida de las lámparas de hasta el 50 %.

En áreas de recepción de oficinas y determinadas zonas de paso, debido a su estética, se emplean de manera habitual las lámparas halógenas.

En materia de eficiencia energética, las lámparas halógenas dicróicas estándar se han visto desplazadas ante la fabricación de lámparas dicróicas IRC.

Estas últimas contienen una capa en la ampolla de la lámpara que permite devolver parte de la energía al filamento, produciendo consecuentemente más luz.

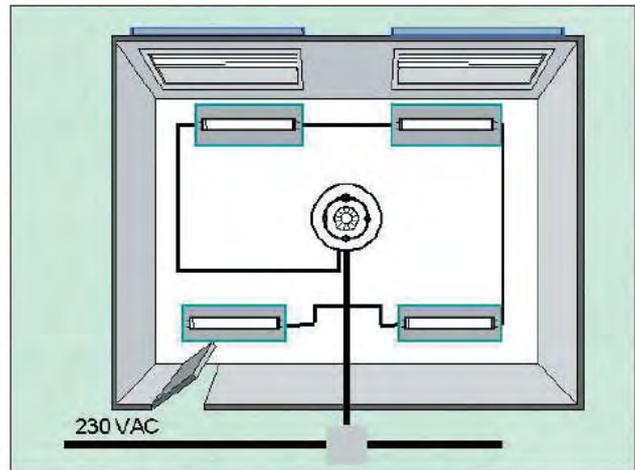
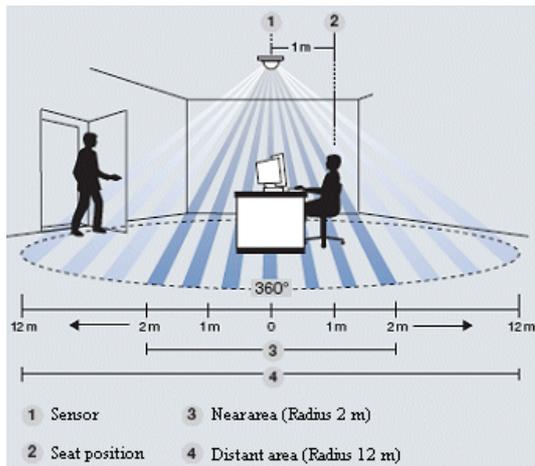
Esto a su vez permite, para producir la misma luz que una halógena estándar, usar una dicróica IRC de menor potencia. Además, las dicróicas IRC tienen una vida útil de 1,6 veces más que la dicróica estándar.

En aquellos casos en los que se estén utilizando lámparas incandescentes, existen en el mercado las bombillas fluorescentes compactas, denominadas habitualmente bombillas de bajo consumo. Éstas tienen una vida útil mayor que las incandescentes y su consumo es un 80 % inferior a éstas.

#### **9.4.2.2. Sistemas de control del alumbrado**

La instalación de dispositivos de parada automática basados en temporizadores, permite limitar la duración de la iluminación en áreas de circulación o de ocupación intermitente como pueden ser los aseos.

Igualmente se emplean los dispositivos basados en sensores de presencia, que se colocan en un determinado espacio manteniendo las luces encendidas y apagándolas en ausencia de trabajadores:



**Figuras 1 y 2.** Esquema de funcionamiento de los detectores de presencia para control del alumbrado.

Con el sistema de ahorro de energía mediante Sensores de Presencia, se alcanzan, en promedio, ahorros de hasta un 35 %.

### 9.4.3. La envolvente de los edificios

Actualmente la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación, establece unos mínimos para asegurar el aislamiento de los cerramientos, así como el porcentaje de acristalamiento óptimo del edificio conforme a su orientación y a la climatología de la zona.

Para edificios ya construidos en los que realicemos una auditoría energética tendremos en cuenta:

- ❁ El aislamiento de los cerramientos, haciendo especial hincapié en fachadas norte y sur.
- ❁ El tipo de ventanas empleadas teniendo en cuenta el tipo de cristal y de perfiles utilizados.
- ❁ La existencia de parasoles en fachadas, la instalación de películas de reflexión solar y la existencia de ornamentos vegetales que permitan la protección de fachadas.

La evolución del mercado en cuanto a materiales y productos, facilita incluir elementos que permiten evitar pérdidas de frío en invierno y calor en verano:

- ✿ Instalación de doble acristalamiento en ventanas.
- ✿ Rotura de puente térmico en ventanas.
- ✿ Instalación de parasoles en fachadas.
- ✿ En los casos en los que el edificio no permita integrar parasoles, se pueden incorporar películas de reflexión solar en los cristales. Estas películas permiten reducir hasta un 70 % la penetración de radiación solar en verano a través de un cristal, lo que conlleva reducciones en el consumo energético de los sistemas de climatización en verano.

#### 9.4.3.1. Utilización de películas de control solar

Las películas de control solar están diseñadas para reducir la cantidad de transmisión solar a través del vidrio debido al incremento de la reflexión y la absorción solar a través del vidrio.

Las películas de color o cristal tintado trabajan a través del incremento de absorción, en las que el color absorbe la energía solar, reduciendo directamente la transmisión del calor al interior de la estancia.

Las películas reflectantes ofrecen una mayor prestación, ya que están cubiertas por partículas metálicas (ej. Aluminio, cobre o níquel) que incrementan la reflexión de la energía solar y algo de absorción del vidrio.



**Figura 3.** Esquema de funcionamiento de las películas de control solar.

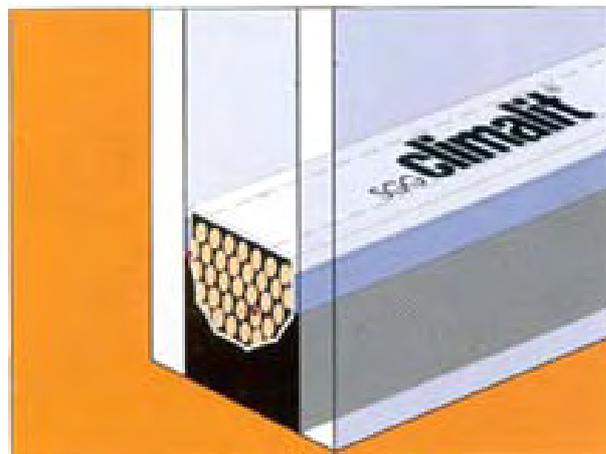
Además de mejorar el confort interior de los trabajadores, las películas reducen indirectamente el consumo derivado de la climatización, y a su vez, reduce la decoloración de los muebles de oficina por el bloqueo de los rayos ultravioleta.

Por ejemplo, una película aislante de baja emisividad, aplicada sobre la cara interna de ventanas comunes de vidrio simple, disminuye la pérdida de calor hasta alrededor de un 30 %. En verano, el film de control solar reduce la transmitancia solar a través del cristal hasta en un 76 %.

#### 9.4.3.2. Utilización de doble cristal en ventanas

Las ventanas pueden representar unas pérdidas de entre un 10 y un 25 % en climatización y, por tanto, la energía asociada a este consumo.

Una pared acristalada puede estar formada por un acristalamiento monolítico o por un doble acristalamiento.



**Figura 4.** Esquema del doble acristalamiento.

El principio del doble acristalamiento es encerrar entre dos vidrios una cámara de aire que limita los intercambios térmicos por convección, aprovechando la baja conductividad térmica del aire.

**TABLA 2.** Comparativa de los coeficientes de transmisión en acristalamientos.

Tipo de acristalamiento	Coefficiente de transmisión (W/m <sup>2</sup> °C)
Cristal sencillo	5,8
<b>Doble acristalamiento:</b>	
- con cámara de 6 mm	4
- con cámara de 9 mm	3,9
- con cámara de 12 mm	3,7
Doble ventana	3

Por tanto, esta mejora se basa en la disminución de los intercambios entre los dos componentes del doble acristalamiento.

## 9.4.4. Los sistemas de climatización

### 9.4.4.1. Combustión de calderas

La pérdida energética derivada de una mala combustión de las calderas puede ser muy elevada.

Debido a esto, es importante realizar de manera periódica análisis de los parámetros de combustión conforme a los planes de mantenimiento y revisión de las instalaciones.

De manera habitual, se detectan valores de oxígeno elevados. Este oxígeno, en el interior de la caldera está calentando un volumen de aire innecesario que acaba siendo evacuado por la chimenea a elevada temperatura.

#### 9.4.4.2. Calentamiento de agua para climatización

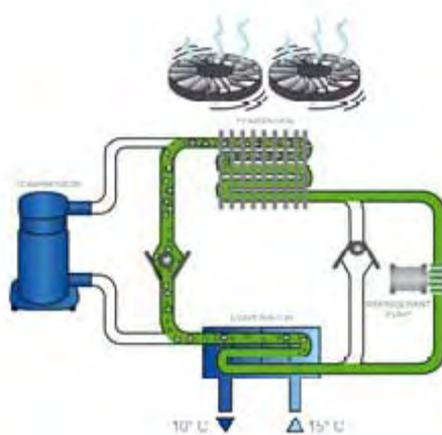
Realizaremos un estudio del método de calentamiento de agua para la climatización. El precio del kWh eléctrico, actualmente es muy superior al de otro combustible como el gas natural.

De esta manera reduciremos al máximo las resistencias eléctricas para calentar el agua, tendiendo a la utilización de calderas de gas natural.

#### 9.4.4.3. Aprovechamiento del aire exterior para la climatización de edificios

Habitualmente, todos los climatizadores disponen de una entrada de aire exterior fija. Si esta entrada de aire exterior puede ampliarse y regularse mediante compuertas por servomotor, obtenemos un sistema más eficiente energéticamente.

El sistema *Freecooling* consiste en aprovechar la temperatura exterior para refrigerar un edificio variando la aportación de aire externo a climatizadores en función de las necesidades internas de climatización y de la temperatura exterior.



**Figura 5.** Esquema funcionamiento Sistema *Freecooling*.

Épocas de temperaturas suaves permiten que todo el aire interior impulsado provenga del exterior sin ningún coste adicional; además, la regulación de la entrada de aire permite reducir el consumo de las bombas de calor y aportar mayor calidad del aire interior.

#### **9.4.4.4. Control de velocidad por variador electrónico de frecuencia**

La red de suministro eléctrico está conectada con un rectificador que transforma la corriente alterna en continua. Esta corriente ha de ser filtrada en un circuito intermedio antes de que un inversor la transforme de nuevo en corriente alterna a frecuencia variable.

Los motivos principales de la utilización de variadores de frecuencia frente a otros métodos de control, son que los variadores son capaces de controlar motores de corriente alterna sin pérdidas notables y son muy adecuados para sistemas de accionamiento con motores de inducción.

Por ejemplo, dejar que un motor gire a más velocidad de la necesaria supone un mayor consumo de energía (una tercera parte de su consumo), otro ejemplo son instalaciones de suministro y bombeo de agua con sobrepresiones que pueden causar la rotura de tubos y cañerías.

#### **9.4.4.5. Motores eléctricos de alta eficiencia**

Los motores eléctricos tienen pérdidas propias por las características físicas de los mismos. La aparición de nuevos materiales y la optimización de los componentes internos ha permitido un ahorro eléctrico derivado del aumento de las horas de operación de los motores.

### **9.4.5. Las termografías**

Una de las variables más utilizadas para la identificación de aspectos que pueden afectar a la demanda energética de los edificios es la temperatura.

Su estudio mediante la medición de este parámetro comporta una serie de dificultades ya que su medición debe ser efectuada de manera indirecta a través de otra variable.

Actualmente, la termografía convencional basada en la transmisión de calor por conducción está empezando a ser sustituida por la termografía infrarroja.

La termografía infrarroja utiliza la transmisión de calor por radiación como variable relacionada con la temperatura, no siendo necesario el contacto físico con el elemento a medir ni un tiempo de estabilización de temperaturas.

Este sistema permite realizar mediciones en situaciones en las que no es posible el uso de termómetros convencionales. Además, permite la captación en tiempo real de imágenes térmicas que representan mediante colores, la distribución de la temperatura superficial de los objetos observados.

#### 9.4.5.1. Aplicaciones de la termografía

Las termografías integradas en el desarrollo de auditorías energéticas permiten identificar anomalías térmicas en instalaciones, así como pérdidas de calor/frío a través de los componentes de la epidermis de los edificios.

Esto permite ejecutar actuaciones de reparación, comprobación y prevención en los componentes eléctricos, así como en la epidermis del edificio siempre y cuando no sean imágenes predecibles y típicas de un edificio con características concretas sobre las que no se pueda actuar.

Para identificar estas desviaciones se realizan termografías sobre los siguientes componentes eléctricos:

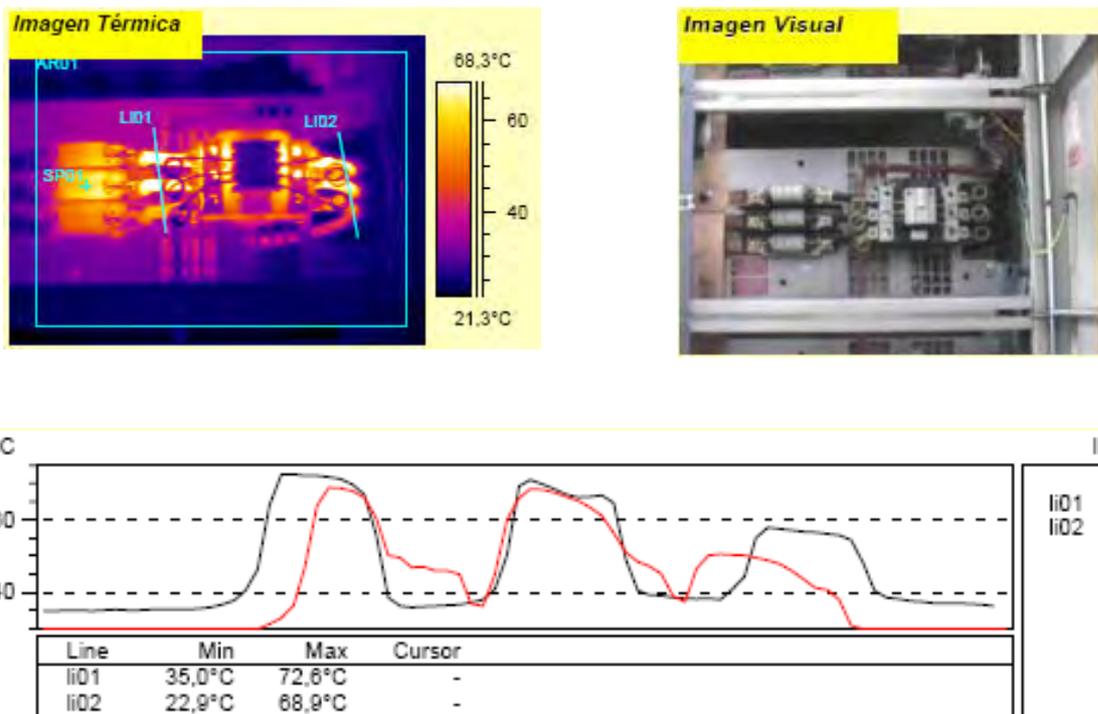
- ✿ Instalaciones eléctricas:
  - Transformadores.
  - Barras y embarrados.
  - Interruptores.
  - Cuadros de baja.
  - Motores.
  - Compresores de frío.
  - Compresores de aire.



Equipos e instalaciones térmicas:

- Análisis de pérdidas energéticas en calderas, hornos y secadores.
- Detección y análisis de pérdidas energéticas en redes de distribución térmica.
- Análisis de equipos consumidores de calor.
- Análisis de equipos consumidores de frío.

Ejemplo termografía cuadro eléctrico:



**Figura 6.** Comparativa entre la imagen térmica y visual realizada por cámara termográfica.

Esta termografía identifica fases más calientes de su óptimo, lo que indica que pueden estar sobrecargadas. Igualmente, detecta que los fusibles se encuentran a una temperatura demasiado elevada.

Realizar un control periódico sobre los cuadros eléctricos permite prevenir futuras averías, además de aumentar la eficiencia energética.

## 9.5. Conclusiones: Sistema de Gestión de la Energía

En el campo de la energía, existen técnicas de gestión que tienen el objeto de controlar exhaustivamente la energía y como consecuencia de ello, el planteamiento de estrategias globales a nivel empresarial, de reducción de consumo y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.

Es por ello muy importante tener en cuenta los problemas acaecidos durante la fase de toma de datos y ejecución de las auditorías, ya que un adecuado sistema de gestión de la energía integrado en la estructura de gestión de la empresa, permitirá garantizar su funcionamiento.

### Bibliografía

- Tabla 1. Comparativa de consumos entre lámparas. Fuente: Enerbus.
- Figura 1 y 2. Esquema de funcionamiento de los detectores de presencia para control del alumbrado. Fuente: IDAE Guías de iluminación.
- Figura 3. Esquema de funcionamiento de las películas de control solar. Fuente: 3M Scotchtint (Distribuidores filtros solares).
- Figura 4. Esquema del doble acristalamiento Fuente: Climalit.
- Tabla 2. Comparativa coeficientes de transmisión en acristalamientos Fuente: [www.energia.com](http://www.energia.com).
- Figura 5. Esquema funcionamiento Sistema Freecooling Fuente: [/www.ifema.es/ferias/climatizacion/imagenes/innovacion/carrier05.pdf](http://www.ifema.es/ferias/climatizacion/imagenes/innovacion/carrier05.pdf).





Fundación de  
la Energía de  
la Comunidad  
de Madrid

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

Energy Management Agency

Intelligent Energy



Europe