

Hotelero

Guía de Gestión Energética

Guía de Gestión Energética en el Sector



En el sector Hotelero

Madrid Vive Ahorrando Energía



Fundación de
la Energía de
la Comunidad
de Madrid



 Dirección General de Industria,
Energía y Minas
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA
E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA
Comunidad de Madrid
www.madrid.org


La Suma de Todos

Guía de Gestión Energética en el Sector Hotelero



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

(Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, organización Dirección General de Industria, Energía y Minas)

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

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid

fundacion@fenercom.com

Presentación

La evolución de la industria hotelera está íntimamente relacionada con la capacidad del sector para identificar las posibilidades de mejora en la gestión.

En este sentido, es importante tomar conciencia de la importancia que supone el gasto energético, que representa el segundo capítulo más relevante de los costes de los establecimientos hoteleros, después de los gastos de personal.

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 e Innovación Tecnológica, en colaboración con la colaboración de la Asociación Empresarial Hotelera de Madrid, han decidido publicar esta Guía para informar a los empresarios y a otros profesionales relacionados con el sector hotelero de las ventajas de la adopción de medidas para la mejora de la eficiencia energética y de los incentivos existentes para ello.

Carlos López Jimeno

Director General de Industria, Energía y Minas

Prólogo

Vivimos momentos en los que la eficiencia y la competitividad deben ser objetivo común en la gestión de nuestras empresas.

Cada día son más los competidores que intentan alcanzar el posicionamiento que nuestra empresa puede hoy disfrutar.

Clientes más formados y, por tanto más informados, con un mayor nivel de exigencia, nos pedirán más servicios y más calidad al menor precio posible. El cliente quiere ir más lejos, más rápido, al menor coste, sin sacrificar la seguridad, confort, garantía y calidad.

Debemos gestionar el cambio, debemos liderarlo, utilizando todas las técnicas y conocimientos que obtengamos en I+D+I, Investigación, Desarrollo e Innovación, pero todo ello con una tercera “I” de Imaginación. Es la imaginación la que nos permitirá acomodar nuestros productos a las necesidades y expectativas de nuestros clientes.

En este contexto ya no vale ser el “pez gordo”, hay que ser el “pez rápido”; debemos ser los primeros, los más ágiles para poder competir con competitividad.

Este libro que tiene usted en sus manos, fruto de la inquietud y valiosa colaboración de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, puede y debe ser una magnífica herramienta para dos objetivos fundamentales:

- Mejorar notablemente la rentabilidad y por tanto la viabilidad de nuestras empresas, manteniendo puestos de trabajo y redistribuyendo la riqueza producida.
- Cumplir con una obligación que va más allá de lo moral, como es ser amables con la naturaleza, evitando el colapso y permitiéndonos dejar a nuestros hijos y nietos un mundo sostenible.

Mucho me gustaría que los hoteleros madrileños utilizaran y consultaran este magnífico trabajo para conseguir sus ahorros energéticos que sin duda optimizarán su gestión y nos ayudarán a todos a conseguir un planeta mejor.

Jesús Gatell Pàmies

Presidente

Asociación Empresarial Hotelera de Madrid

Autores

- Capítulo 1. **Eficiencia energética. Índice de eficiencia**
Centro de Eficiencia Energética de Unión Fenosa
www.unionfenosa.es
- Capítulo 2. **Medidas para la eficiencia energética en el sector hotelero**
Endesa. Dirección Empresas. Marketing Empresas.
www.endesa.es
- Capítulo 3. **Ahorro de energía eléctrica en el alumbrado**
Philips División Comercial Alumbrado
www.philips.es / www.alumbradoymedioambiente.es
- Capítulo 4. **Sistemas de ahorro de agua y energía**
D. Luis Ruiz Moya
Tecnología Energética Hostelera y Sistemas de Ahorro, S.L (Tehsa)
www.ahorraragua.com
- Capítulo 5. **Ahorro energético en la climatización de instalaciones hoteleras**
D. José J. Vilchez. Ingeniero Industrial
Product Manager de Equipos Comerciales y Sistemas
Departamento de Marketing
Carrier España S.L.
www.carrier.es
- Capítulo 6. **Energía solar fotovoltaica**
D. Luís Gordo
Acciona Solar
www.acciona-energia.com
www.aesol.es
- Capítulo 7. **La energía solar térmica: agua caliente sanitaria, calefacción y climatización**
Departamento de Energía Solar
Viessmann, S.L.
www.viessmann.es
- Capítulo 8. **Gestión energética de instalaciones**
D. Koldo Bustinza
www.iberdrola.es
- Capítulo 9. **La Automatización y el Control aplicados a los hoteles. Inmótica**
CEDOM
Asociación Española de Domótica
www.cedom.org

Índice

CAPÍTULO 1. Eficiencia energética. Índice de eficiencia	19
1.1. Introducción	19
1.2. Estudio de eficiencia energética de la PYME	20
1.2.1. Introducción	20
1.2.2. Metodología	21
1.2.3. Índice de Eficiencia Energética	23
1.2.4. Resultados por Comunidad Autónoma	25
1.2.5. Resultados por sector de actividad	26
1.2.6. Resultados por tamaño de la empresa	28
1.2.7. Componentes del Índice de Eficiencia Energética	28
1.2.7.1. Cultura Energética	31
1.2.7.2. Mantenimiento	33
1.2.7.3. Control	36
1.2.7.4. Innovación	38
1.3. Conclusiones	40
1.3.1. Cultura Energética	41
1.3.2. Mantenimiento	42
1.3.3. Control	42
1.3.4. Innovación	43
CAPÍTULO 2. Medidas para la eficiencia energética en el sector hotelero	45
2.1. Introducción	45
2.2. Optimización tarifaria	47
2.2.1. Mercado Liberalizado: Gas y Electricidad	47
2.3. Optimización de instalaciones	48
2.3.1. Estudio del consumo	48
2.3.1.1. Consumo de energía en el Sector Hotelero	48
2.3.1.2. Distribución del consumo energético	49
2.3.2. Parámetros de eficiencia energética	50
2.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en el Sector Hotelero	51
2.3.3.1. Iluminación	52
2.3.3.2. Calefacción y aire acondicionado	59
2.3.3.3. Agua caliente sanitaria	65
2.3.4. Gestión y mantenimiento energético	68

2.3.5. Eficiencia energética de edificios. Análisis de la Directiva 2002/91/CE	70
2.3.5.1. Certificado de eficiencia energética	72
2.3.5.2. Inspección de calderas y de los sistemas de aire acondicionado	73
2.4. Conclusiones	73
CAPÍTULO 3. Ahorro de energía eléctrica en el alumbrado	77
3.1. Introducción	77
3.1.1. Antecedentes	77
3.1.2. Alumbrado en Hoteles	78
3.2. Directivas, Códigos, Leyes y Reglamentos sobre la Eficiencia Energética	79
3.2.1. Código Técnico de Edificación y Norma de Iluminación de Interiores UNE 12464.1	80
3.2.2. Real Decreto 208/2005, relativo a la Directiva RAEE sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos	86
3.2.3. RoHS. DIRECTIVA sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos	87
3.2.4. Directiva 2000/55/CE	88
3.3. Cómo se puede ahorrar energía en instalaciones de alumbrado	89
3.3.1. Fase de Proyecto	90
3.3.1.1. La predeterminación de los niveles de iluminación	91
3.3.1.2. Elección de los componentes de la instalación	92
3.3.1.3. Elección de sistemas de control y regulación	98
3.3.2. Ejecución y explotación	98
3.3.2.1. Suministro de energía eléctrica	99
3.3.2.2. Cumplimiento de los niveles proyectados	99
3.3.2.3. Respeto de las soluciones y sistemas proyectados	99
3.3.2.4. Establecimiento de los encendidos y apagados	99
3.3.2.5. Regulación de los niveles de luz artificial	100
3.3.2.6. Uso flexible de la instalación	100
3.3.3. Mantenimiento	101
3.3.3.1. Previsión de operaciones programadas	101
3.3.3.2. Respeto de las frecuencias de reemplazo de los componentes	102
3.3.3.3. Reemplazo llevado a cabo con componentes correctos	102
3.3.3.4. Recogida, transporte y reciclaje de los elementos sustituidos	103
3.3.4. Consejos a la hora de elegir las lámparas. Coste Total de Propiedad (CTP)	103
3.3.5. Ejemplo de Auditoría Energética en un Hotel	116
3.3.5.1. Características del Hotel	116

3.3.5.2. Instalaciones auditadas	116
3.3.5.3. Ahorros en cada instalación	119
3.3.5.4. Ahorros totales	124
CAPÍTULO 4. Sistemas de ahorro de agua y energía	125
4.1. ¿Por qué ahorrar agua?	125
4.1.1. Objetivos de un Plan de Reducción del Consumo de Agua	129
4.1.2. Situación de la masa hotelera en temas hídricos	131
4.2. ¿Cómo ahorrar agua y energía?	134
4.2.1. Acciones y consideraciones para ahorrar agua y energía	137
4.3. Tecnologías y posibilidades técnicas para ahorrar agua y energía	141
4.4. Clasificación de Equipos	143
4.4.1. Grifos monomando tradicionales	143
4.4.2. Grifos de volante tradicionales	146
4.4.3. Grifos termostáticos	147
4.4.4. Grifos electrónicos de activación por infrarrojos	147
4.4.5. Grifos de ducha y torres de prelavado	149
4.4.6. Grifos de fregadero en barras y cocinas	150
4.4.7. Grifos temporizados	151
4.4.8. Fluxores para inodoros y vertederos	153
4.4.9. Regaderas, alcachofas y cabezales de duchas	154
4.4.10. Inodoros (WC)	156
4.5. Consejos generales para economizar agua y energía	161
4.6. Caso práctico. Ejemplo de resultados	167
4.7. Beneficios ecológicos de este tipo de inversiones	168
CAPÍTULO 5. Ahorro energético en la climatización de instalaciones hoteleras	171
5.1. Introducción	171
5.2. Diseño y utilización de las instalaciones	171
5.3. Tecnología del ciclo frigorífico aplicable al ahorro energético	174
5.3.1. Ahorro energético por el avance tecnológico en nuevos equipos	175
5.3.2. La bomba de calor: una máquina frigorífica como fuente de calor	176
5.3.3. Recuperación de calor para producción de agua caliente en unidades de condensación por aire	180
5.3.4. Ahorro energético con válvulas de expansión electrónica. Economizadores	183
5.3.5. Ahorro energético con turbina de expansión	184
5.3.6. Cogeneración más unidades de producción de agua fría por ciclo de absorción	185
5.4. Utilización de sistemas de control de ahorro energético más eficaces	188

5.4.1. Gestión de componentes del sistema: cambio de modo de operación	189
5.4.2. Gestión de enfriamiento gratuito por aire exterior (ITE 02.4.6) y recuperación de calor	190
5.4.3. Gestores energéticos para distribución de agua fría con múltiples enfriadoras	192
5.5. Consideraciones finales	193
CAPÍTULO 6. Energía solar fotovoltaica	199
6.1. Introducción	199
6.2. La energía solar fotovoltaica	200
6.2.1. Características y conceptos básicos de la energía solar fotovoltaica	200
6.2.2. Usos de la energía solar fotovoltaica	202
6.2.3. Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica conectada a red	206
6.2.3.1. Sobre tejados y cubiertas existentes	206
6.2.3.2. Sobre el terreno	209
6.2.3.3. Integración en edificios	210
6.2.4. Mantenimiento de las instalaciones fotovoltaicas	213
6.2.5. Garantía de los equipos	213
6.3. Desarrollo de la energía solar fotovoltaica	213
6.4. Legislación y Normativa	217
6.5. Análisis de rentabilidad	220
CAPÍTULO 7. La energía solar térmica: agua caliente sanitaria, calefacción y climatización	225
7.1. Introducción	225
7.2. Posibilidades de ahorro solar en hoteles	227
7.3. Funcionamiento de las instalaciones solares térmicas. Componentes	229
7.3.1. Subsistema de Captación	230
7.3.2. Subsistema de Acumulación	234
7.3.3. Subsistema de Intercambio	235
7.3.4. Subsistema de Regulación y Control	236
7.3.5. Subsistema de Energía Auxiliar o Convencional	237
7.4. Principales aplicaciones de la energía solar térmica	238
7.4.1. Producción de ACS con energía solar térmica	239
7.4.2. Producción de ACS y climatización de piscinas con energía solar térmica	240
7.4.3. Conexión al retorno de los sistemas de calefacción con energía solar térmica	241
7.5. Conexión al retorno en sistemas de absorción con energía solar térmica	243
7.6. Caso ejemplo: ACS con energía solar en hoteles	244
7.7. Resumen de los beneficios de solarizar los hoteles	246

CAPÍTULO 8. Gestión energética de instalaciones	249
8.1. Introducción	249
8.2. Objetivos	252
8.3. Clasificación del sector hotelero en la Comunidad Autónoma de Madrid por tamaño y potencia eléctrica contratada	253
8.3.1. Pequeños hoteles	254
8.3.2. Hoteles tamaño mediano	256
8.3.3. Grandes instalaciones	259
8.4. Criterios de diseño utilizados	261
8.4.1. En iluminación	262
8.4.2. En los cálculos térmicos	264
8.4.3. Calendario/horario de funcionamiento de las instalaciones	265
8.5. Cálculo de potencias eléctricas de las instalaciones modelo	266
8.5.1. Cargas eléctricas en el modelo de Pequeños Hoteles (Agrupación correspondiente al CNAE H 55122: Hostales y pensiones sin restaurante)	266
8.5.2. Cargas eléctricas en el modelo de Hoteles tamaño Mediano	267
8.5.3. Cargas eléctricas en el modelo de Grandes Hoteles	270
8.6. Sistema de gestión energética	273
8.6.1. Diseño del sistema de gestión energética (GEN)	274
8.7. Metodología de trabajo	276
8.8. Características generales de un sistema de gestión	276
8.9. Elementos que constituyen el sistema de gestión	277
8.10. Ahorros energéticos posibles por tipo de instalación	278
8.10.1. Pequeños Hoteles (Hostales y pensiones sin restaurante H 55122)	278
8.10.2. Hoteles tamaño Mediano	283
8.10.3. Grandes hoteles	295
8.11. Ejecución de las soluciones aplicables	313
8.12. Ventajas para el usuario	314
CAPÍTULO 9. La Automatización y el Control aplicados a los hoteles. Inmótica	317
9.1. Introducción	317
9.2. Selección de un sistema inmótico adecuado	319
9.3. Descripción del sistema inmótico	321
9.3.1. Descripción del Building Management System (BMS)	321
9.3.1.1. Control de cuadros eléctricos	321
9.3.1.2. Control de la iluminación	322
9.3.1.3. Control de los sistemas de ventilación	323
9.3.1.4. Control de las plantas de producción (frío/calor)	323
9.3.1.5. Integración del sistema de incendios	323

9.3.1.6. Integración del sistema de ascensores	324
9.3.1.7. Alarmas técnicas	324
9.3.1.8. Medición de consumos	324
9.3.1.9. Comunicación con Internet	325
9.3.2. Descripción del Room Management System (RMS)	325
9.3.2.1. Control de accesos	325
9.3.2.2. Control de presencia	327
9.3.2.3. Control de la climatización	327
9.3.2.4. Control de la iluminación	328
9.3.2.5. Control de toldos y persianas	329
9.3.2.6. Control de la televisión	330
9.3.2.7. Sistema de seguridad	330
9.3.2.8. Sistemas de alarmas	331
9.3.2.9. Control de consumos	331
9.4. Guía de implantación de un sistema inmótico en hoteles	332
9.4.1. Definición de las necesidades	332
9.4.2. Realización del proyecto	333
9.4.3. Ejecución del proyecto	334
9.4.4. Entrega y postventa	335
9.5. Ejemplos de sistemas inmóticos para hoteles	336
9.5.1. El sistema inmótico de la empresa ISDE	336
9.5.1.1. Building Management System (BMS)	337
9.5.1.1.1. Nodo de control INS-460FC, INS-800FC, INS-080FC	337
9.5.1.1.2. Nodo INS-360F	339
9.5.1.1.3. Nodo INL-010F	339
9.5.1.1.4. Nodo de control IG-FTT-232	340
9.5.1.1.5. Nodo de control INM-030F	340
9.5.1.1.6. Nodo de control ISTH-300	340
9.5.1.1.7. Nodo IWLO-350	340
9.5.1.2. Room Management System (RMS)	341
9.5.1.2.1. Nodo de control INS-551F	341
9.5.1.2.2. Nodo de control INP-120F	341
9.5.1.2.3. Nodo de control INS-451F	341
9.5.1.2.4. Nodo de control INS-700F	342
9.5.1.2.5. Nodos panel de control de estancia	342
9.5.1.3. Infraestructura del sistema de control	343
9.5.1.3.1. Nodo de control IREP-FTT-FTT	343
9.5.1.3.2. Nodo de control IR-FTT-FTT	343

9.5.1.3.3. Nodo IFA-200F	343
9.5.2. El sistema inmótico de la empresa Wintel Telegestión	344
9.5.2.1. Arquitectura del sistema	346
9.5.3. El sistema inmótico de la empresa Schneider Electric	348
9.5.3.1. Control de climatización	349
9.5.3.2. Control de iluminación	351
9.5.3.3. Detección automática de incendios	353
9.5.3.4. Circuito cerrado de televisión – CCTV	356
9.5.3.5. Control de accesos	357
9.5.3.6. Sistema de gestión técnica	359

1.1. Introducción

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

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

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

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

- ✿ Elevada dependencia energética exterior: España importa el 85,1 % de la energía primaria que utiliza frente al 50 % de media en la UE, cifra considerada ya elevada por las instituciones comunitarias. Además, esa dependencia va en aumento, con las implicaciones no sólo económicas y

comerciales que ello supone, sino también con unos efectos medioambientales significativos al tratarse mayoritariamente de productos fósiles con un elevado nivel de emisiones de efecto invernadero.

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

1.2. Estudio de eficiencia energética de la PYME

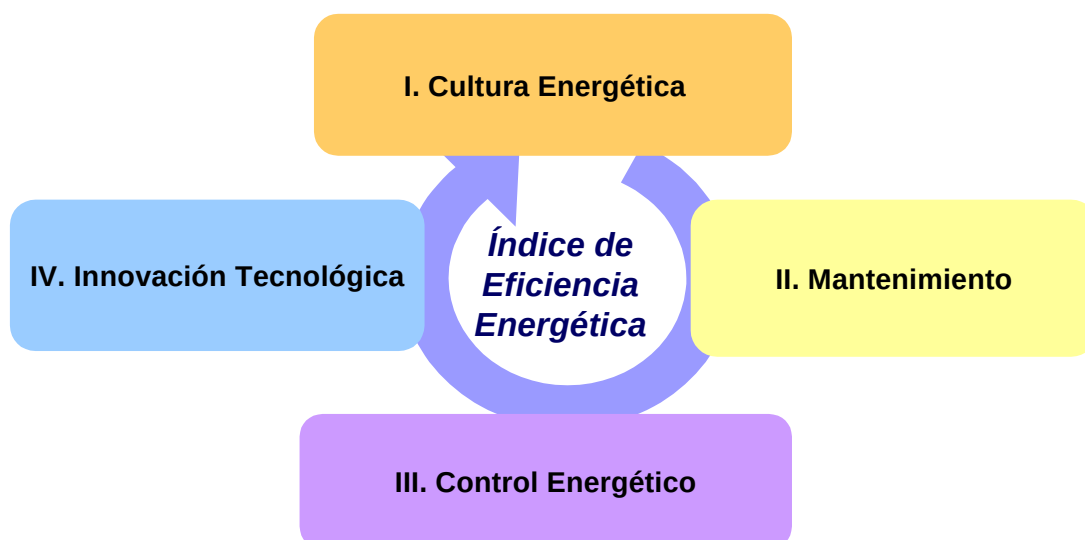
1.2.1. Introducción

UNION FENOSA está comprometida con el ahorro y la eficiencia energética porque entiende firmemente que “la energía más limpia es la que no se consume”.

Una de las contribuciones a este principio básico es la construcción de una métrica: el ‘Índice de Eficiencia Energética’, que permite a las empresas conocer y gestionar su perfil de eficiencia energética.

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

Los cuatro factores analizados son:



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

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

1.2.2. Metodología

Para la realización de este segundo estudio de 'Eficiencia energética de la Pyme', en la Comunidad de Madrid, se han realizado 992 entrevistas telefónicas, lo que ofrece una precisión de $\pm 3'1$ % en un intervalo de confianza del 95 %.

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

Se ha utilizado el Directorio Central de Empresas (DIRCE) del Instituto Nacional de Estadística (INE) para la determinación de las poblaciones a analizar y, por lo tanto, del tamaño de la muestra.

La entrevista iba dirigida a las personas que, entre sus responsabilidades, tienen las correspondientes a la contratación y toma de decisiones en materia de energía.

El cuestionario, específico para cada sector analizado, consistía en un máximo de 54 preguntas. Las preguntas realizadas eran de tres tipos (Sí / No, Respuesta Múltiple, Valoración de 0 a 10). En ningún caso se preguntaba por información 'sensible' para la organización.

La distribución de la muestra es la siguiente, Fig. 1.

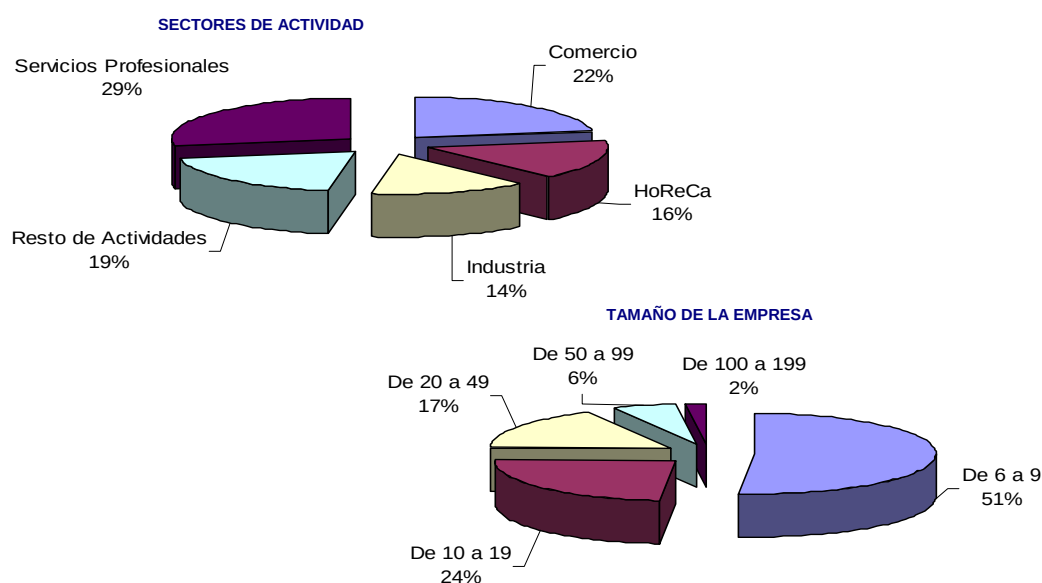


Figura 1. Distribución de la muestra.

Para la confección del estudio, se han realizado dos oleadas de encuestas. La primera oleada se realizó durante los meses de mayo y junio de 2005. La segunda oleada se realizó en los meses de septiembre, octubre y noviembre de 2005.

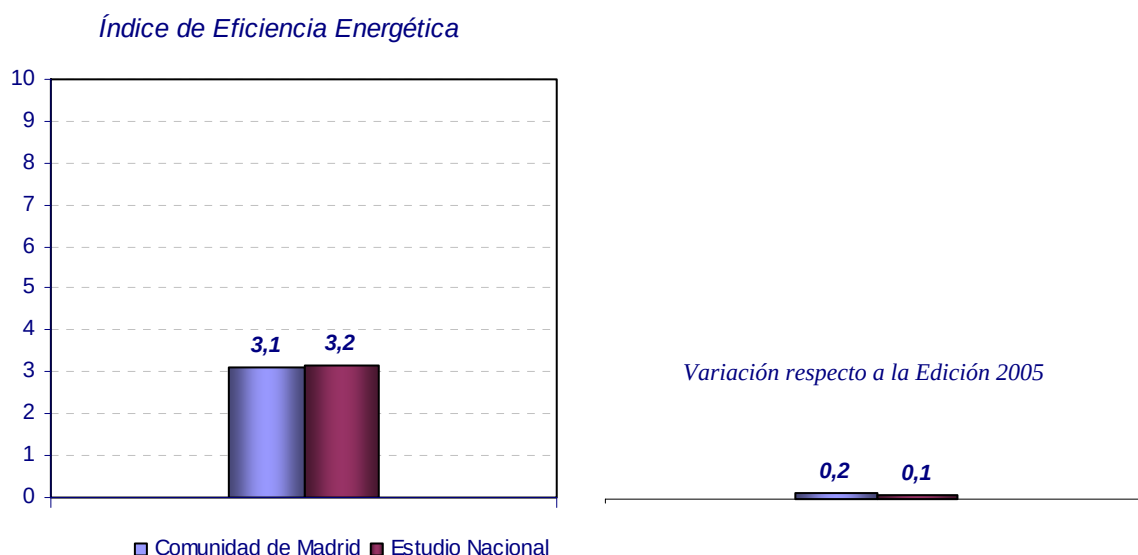
Las respuestas recogidas se han tratado de forma confidencial y conjunta a efectos estadísticos, para determinar los indicadores del Estudio.

Los gráficos del estudio recogen, además de las valoraciones de los indicadores de la Edición 2006, una comparativa con los resultados de la Edición 2005.

Todas las puntuaciones del estudio están valoradas de 0 a 10.

1.2.3. Índice de Eficiencia Energética

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



Comparando los resultados de la segunda edición con los de la Edición 2005, podemos observar que las empresas madrileñas mejoran su nivel de eficiencia energética en dos décimas. Esta subida es también superior a la experimentada por

el Índice de Eficiencia Energética a nivel nacional que sube una décima situándose en 3,2 puntos sobre 10.

La Fig. 2, representa la distribución normal de las puntuaciones obtenidas por todas las empresas que han participado en la realización del estudio.

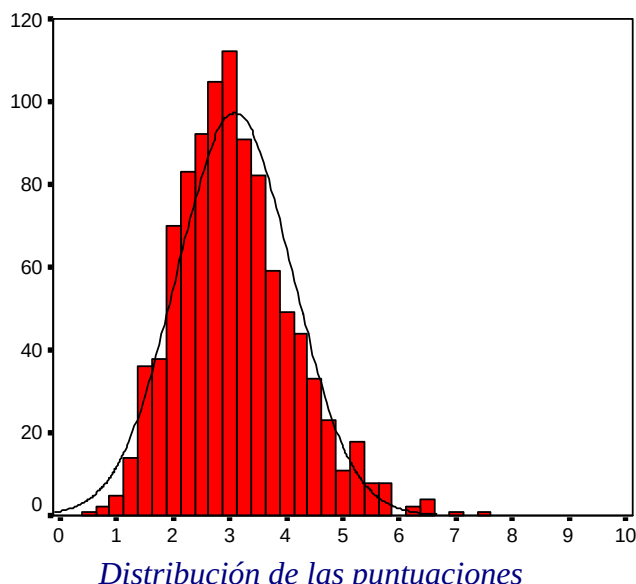


Figura 2. Distribución normal de las puntuaciones.

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

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

Si se trasladan los resultados del índice de Eficiencia Energética a términos de ahorro, el estudio refleja que las pequeñas y medianas empresas españolas pueden ahorrar una media del 19,8 % de la energía que consumen. En la Fig. 3 se muestra la distribución del ahorro estimado en función del Índice de Eficiencia Energética.

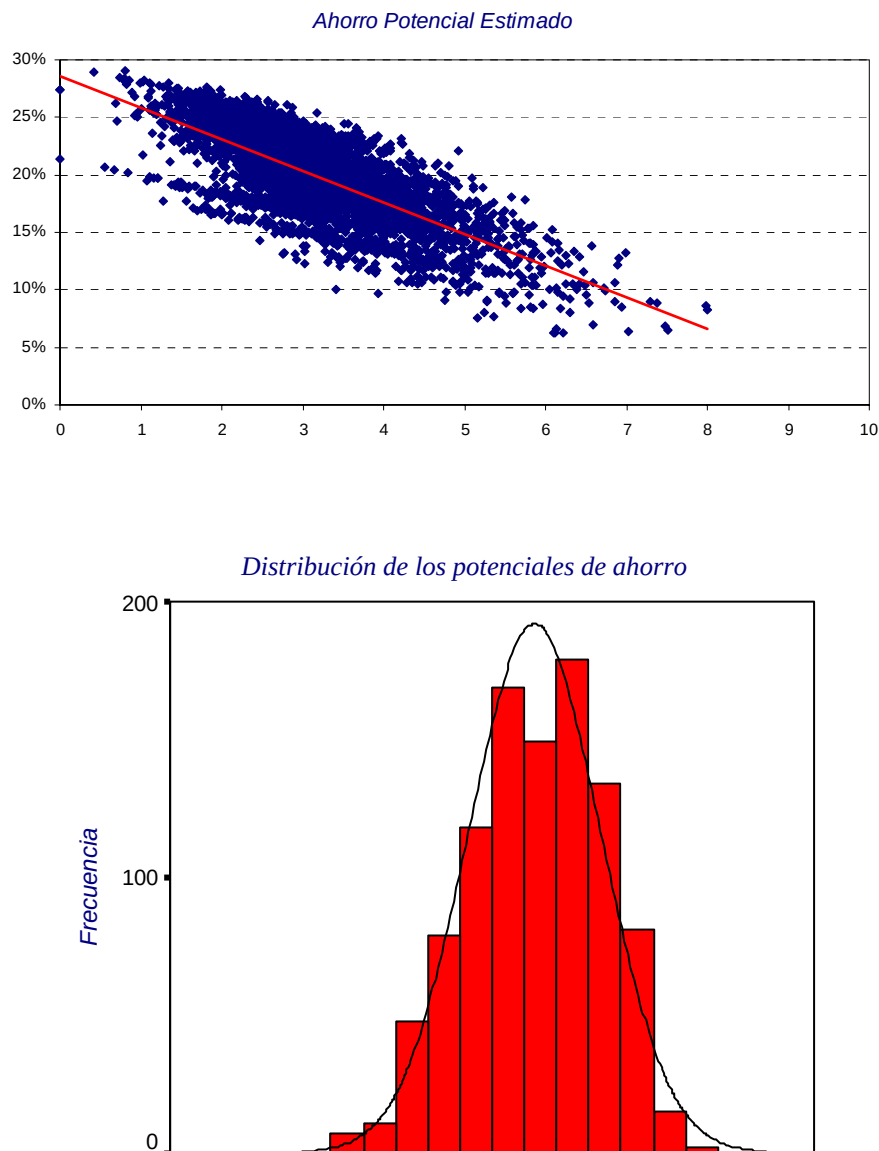


Figura 3. Distribución del ahorro en función del índice de eficiencia.

1.2.4. Resultados por Comunidad Autónoma

En las Fig. 4 y Fig. 5, se muestran los resultados del Índice de Eficiencia Energética de la Pyme en cada una de las comunidades autónomas donde se ha realizado el estudio, tanto en términos de valoración del índice como en términos de ahorro energético.

Como se desprende de la lectura de los gráficos, los resultados que se obtienen son muy homogéneos en todas las comunidades autónomas, lo que lleva

a concluir que no existen grandes diferencias geográficas en los hábitos de consumo ni en los equipamientos energéticos de las pymes españolas.

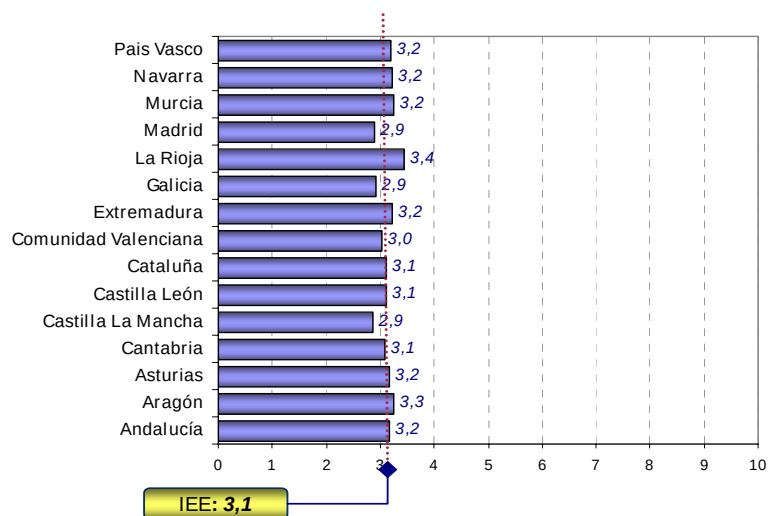


Figura 4. Índice de Eficiencia Energética por CCAA.

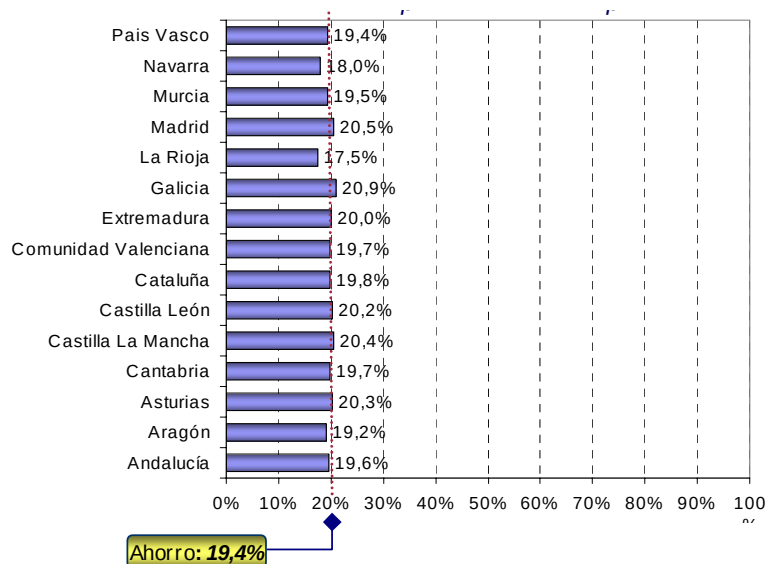


Figura 5. Ahorro potencial estimado por CCAA.

1.2.5. Resultados por sector de actividad

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

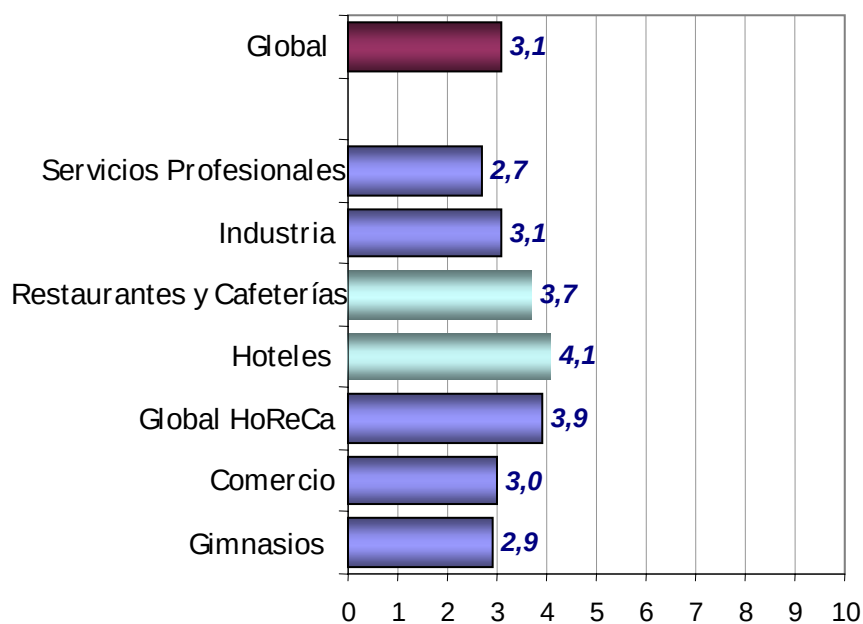


Figura 6. Valoración del Índice de Eficiencia Energética por sectores.

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

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

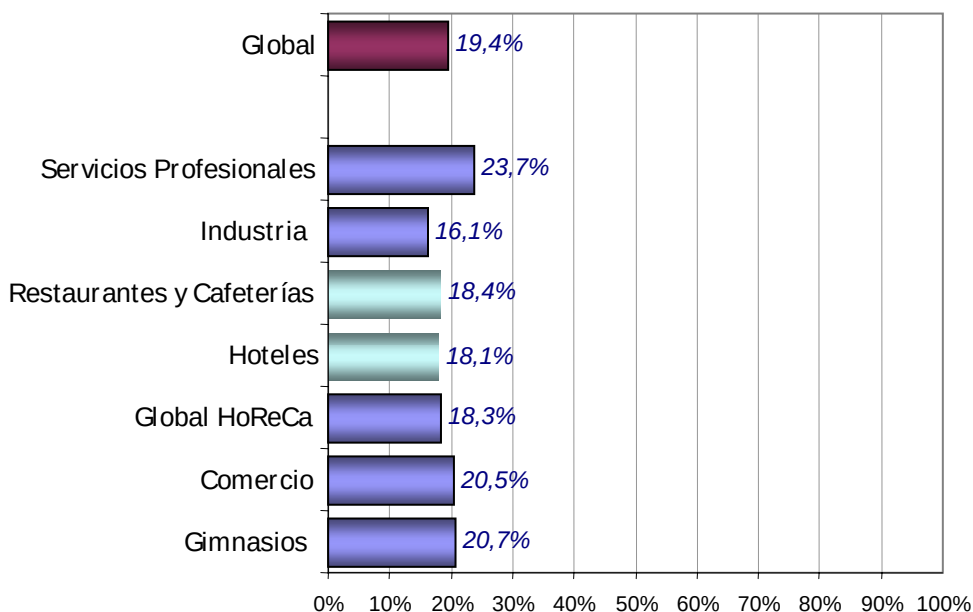


Figura 7. Ahorro potencial estimado por sectores.

1.2.6. Resultados por tamaño de la empresa

La Fig. 8 representa la distribución del índice según el número de empleados de la empresa.

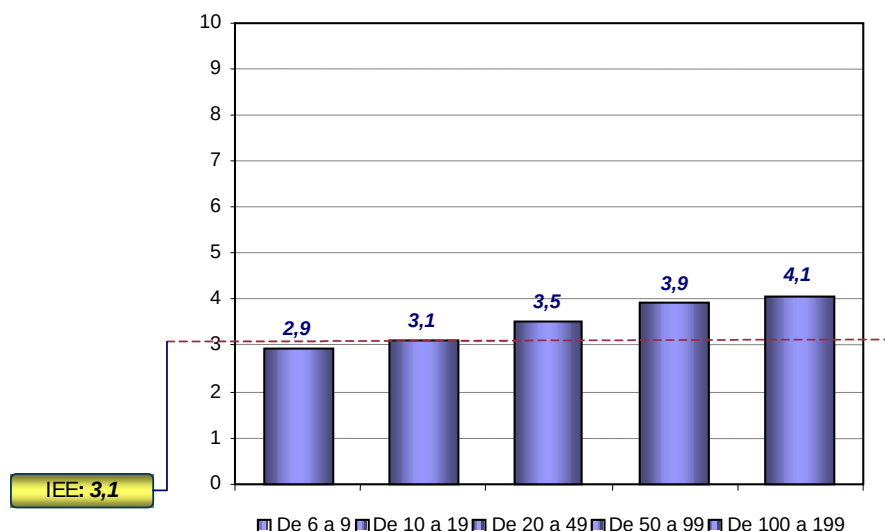


Figura 8. Índice de eficiencia energética por tamaño.

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

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

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

1.2.7. Componentes del Índice de Eficiencia Energética

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

- ✿ Cultura Energética.
- ✿ Mantenimiento.
- ✿ Control Energético.
- ✿ Innovación Tecnológica.

La Fig. 9, muestra la valoración del Índice de Eficiencia Energética y su desglose en los cuatro componentes que lo conforman.

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

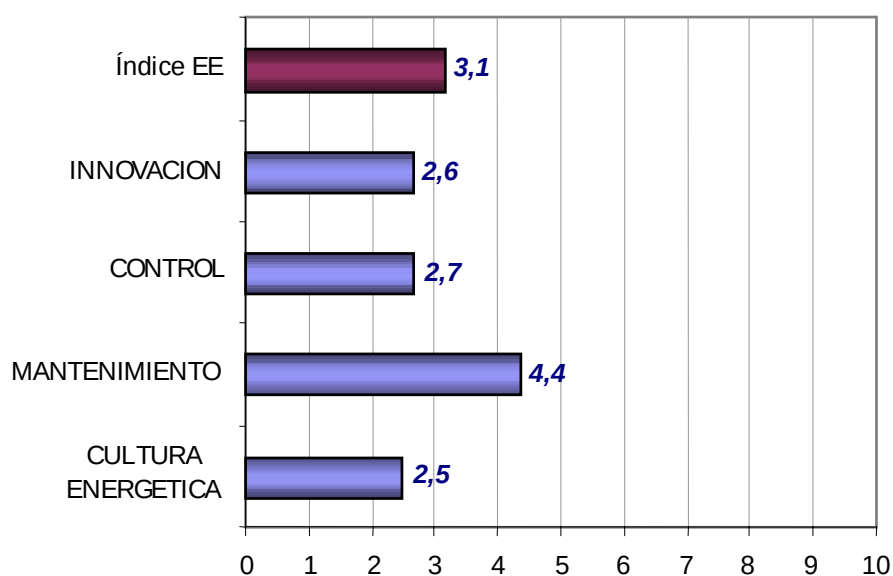


Figura 9. Componentes del índice de eficiencia.

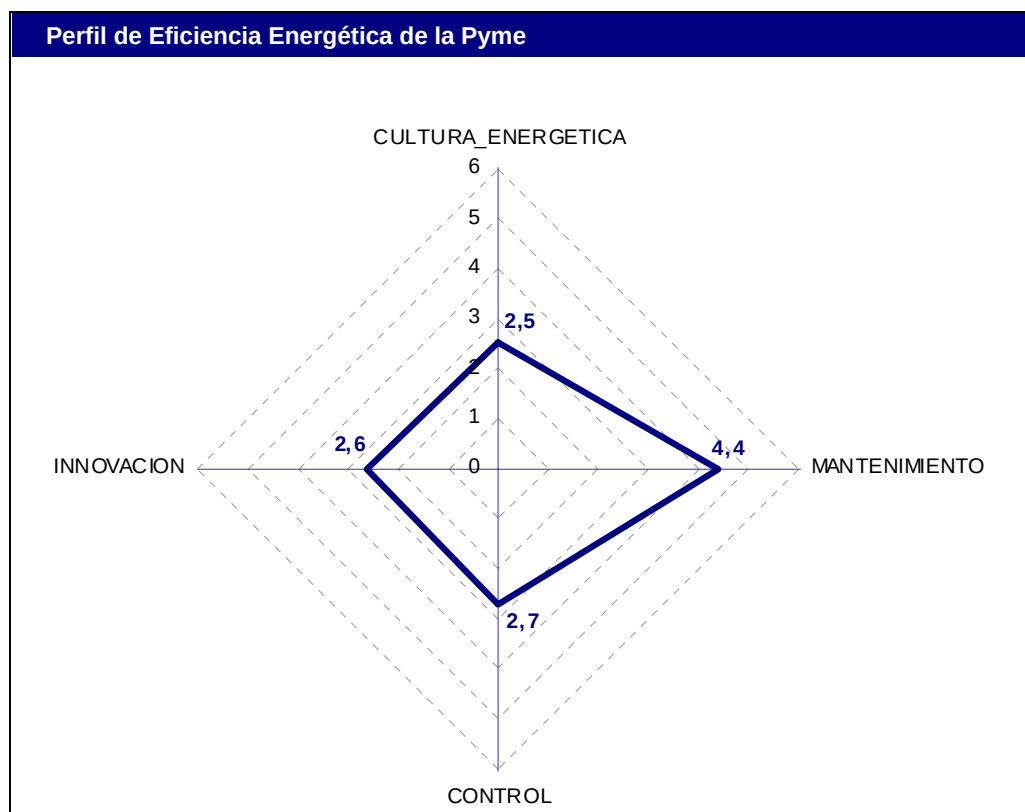
Como se puede apreciar, el subíndice de Mantenimiento es que el que obtiene mejor puntuación (4,4 puntos sobre 10) mientras que el apartado de Cultura Energética es el que obtiene la menor de las valoraciones (2,5 puntos sobre 10). Por otra parte, salvo 'Mantenimiento', no existen grandes diferencias entre el resto de subíndices.

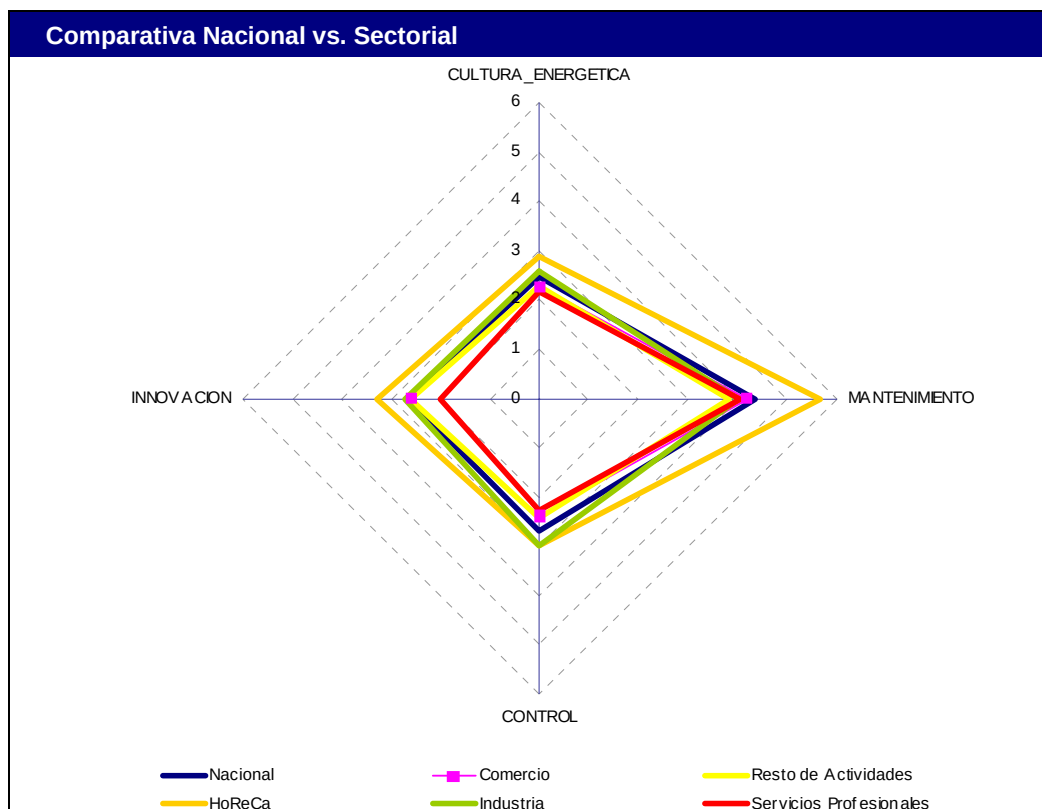
Una vez evaluadas las cuatro áreas que conforman el nivel de eficiencia energética de la pyme, se puede establecer el siguiente perfil de la empresa española:

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

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

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





1.2.7.1. Cultura Energética

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

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

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

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

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

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

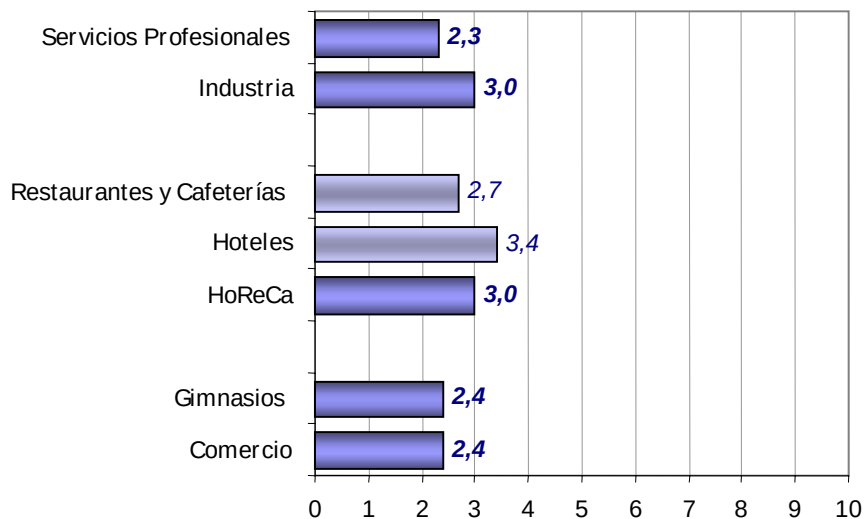


Figura 10. Cultura Energética, valoración por sectores.

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

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

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

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

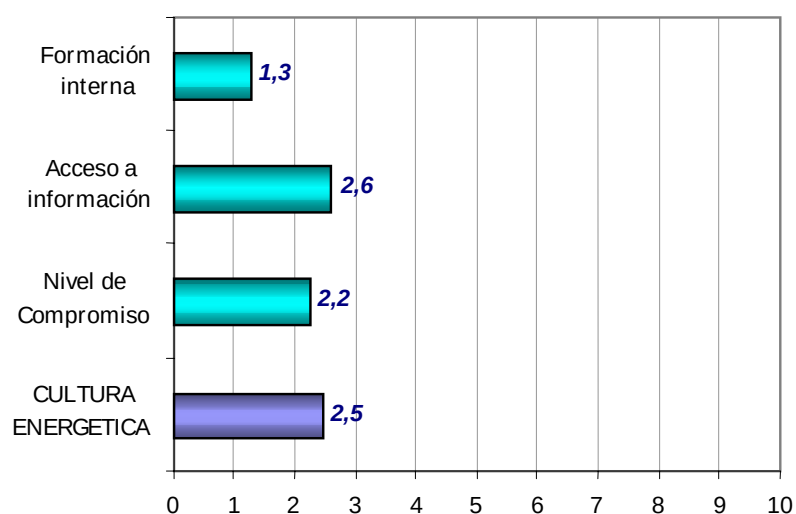


Figura 11. Índice de Cultura Energética por factores.

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

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

1.2.7.2. Mantenimiento

Para conseguir una máxima eficiencia energética en la empresa, se necesita que todos los equipos existentes dentro de ella, desde la más sencilla de las lámparas que iluminan un puesto de trabajo hasta la más complicada de los equipos robotizados que puedan existir en la actualidad, funcionen de la forma más

eficiente posible. Esto se logrará siempre que se realice el mantenimiento adecuado de dichos equipos, minimizando así averías, bajos rendimientos, etc.

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

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

Como se puede comprobar en la Fig. 12, el análisis sectorial de este subíndice muestra el gran salto cuantitativo que existe entre el sector que obtiene la mayor puntuación 'HoReCa' (5,7 puntos sobre 10) y el resto de sectores de actividad.

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

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

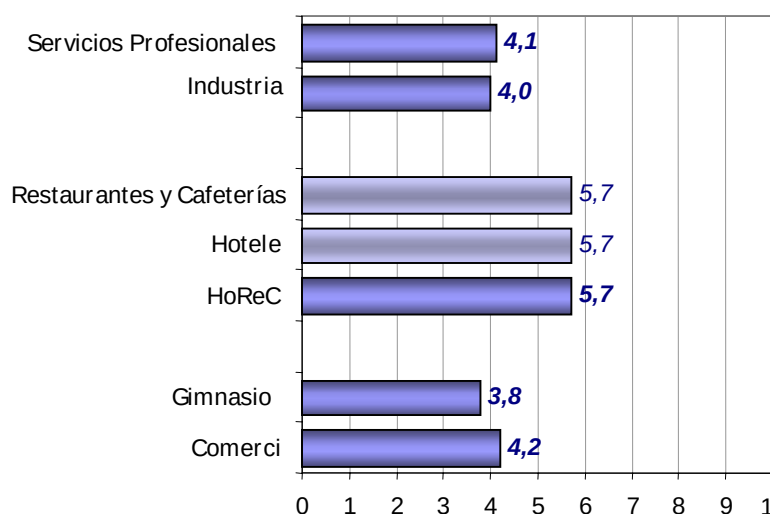


Figura 12. Índice de Mantenimiento por sectores.

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

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

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

La Fig. 13 muestra las puntuaciones obtenidas por los tres componentes del subíndice 'Mantenimiento'.

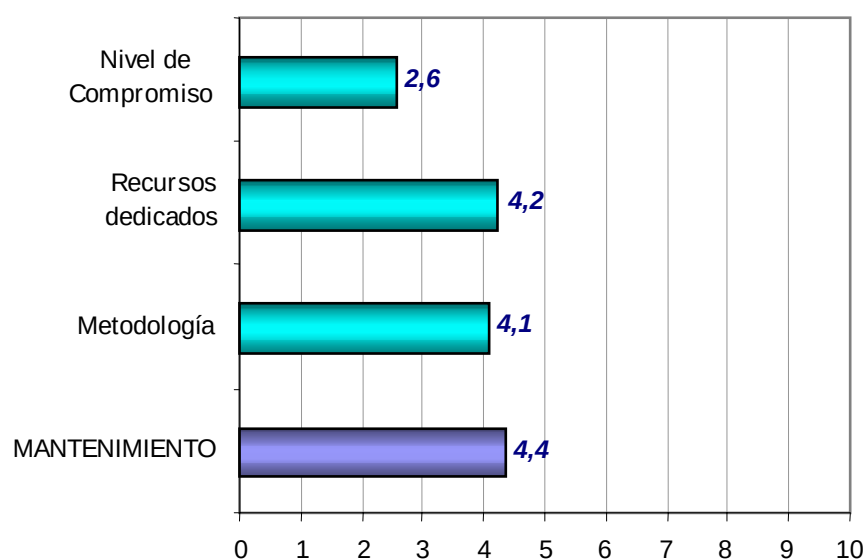


Figura 13. Puntuaciones de los factores de mantenimiento.

Como se desprende de la figura, las empresas realizan acciones de mantenimiento aplicando cierto nivel de metodología y dedicando un determinado número de recursos. Sin embargo, el indicador del 'Nivel de compromiso' de los tres indicadores analizados en este apartado es el que menor puntuación obtiene, 2,6 puntos sobre 10. Por lo tanto, se puede concluir que aunque las empresas otorgan mucha importancia a las tareas de mantenimiento, este hecho no se ha sido bien comunicado o transmitido al resto de la organización.

1.2.7.3. Control

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

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

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

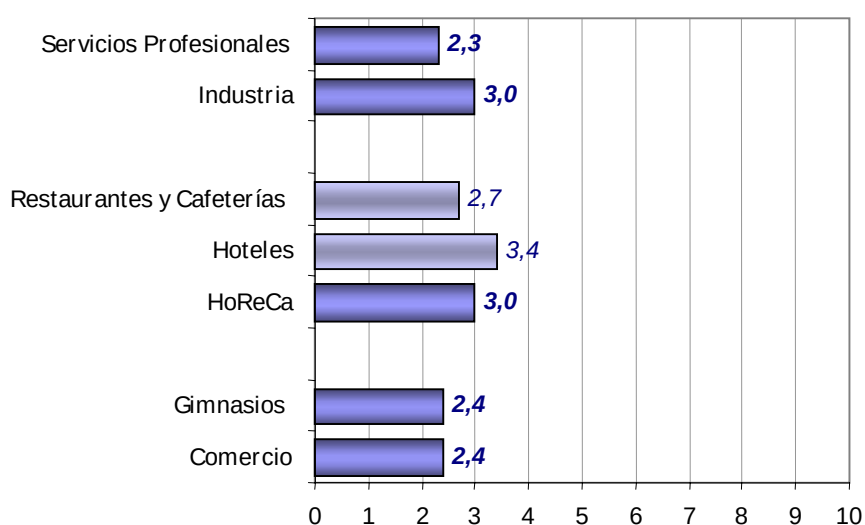


Figura 14. Índice de Control por sectores.

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

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

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

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

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

- ✿ **Foco y Métrica.** Mide el nivel de adopción del concepto 'ahorro energético' por parte de la Dirección de la empresa, es decir, la mayor o menor importancia que la Dirección de la empresa otorga al ahorro energético.
- ✿ **Control Administrativo.** Indicador muy relacionado con el anterior. Es un indicador operativo. Trata de medir en qué manera se controla, maneja y procesa la información sobre consumos desde el punto de vista administrativo.
- ✿ **Recursos y Equipos.** Mide la adecuación de los recursos, humanos y técnicos, dedicados a tarea de monitorización de consumos.
- ✿ **Difusión de Resultados.** Este indicador trata de valorar en qué medida los resultados obtenidos gracias al control, se utilizan para concienciar a los empleados de la utilidad de llevar a cabo acciones de control y medidas de eficiencia energética.

Como se puede observar en la Fig. 15, el indicador 'Difusión de Resultados' es el que obtiene la valoración más baja (2,3 puntos sobre 10), por debajo de la media del subíndice 'Control' (2,7).

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

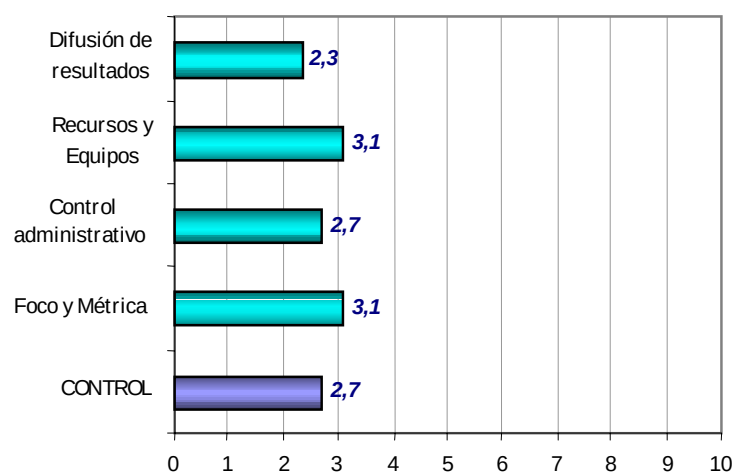


Figura 15. Índice de control por factores.

1.2.7.4. Innovación

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

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

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

En el análisis sectorial de este subíndice, el sector 'Hotelero' es el que mejor valoración obtiene (3,6 puntos sobre 10). Por el contrario el sector 'Servicios Profesionales' es el que se sitúa a la cola de los sectores de actividad en cuanto a la

introducción de innovaciones se refiere. No existen diferencias significativas entre el resto de sectores de actividad.

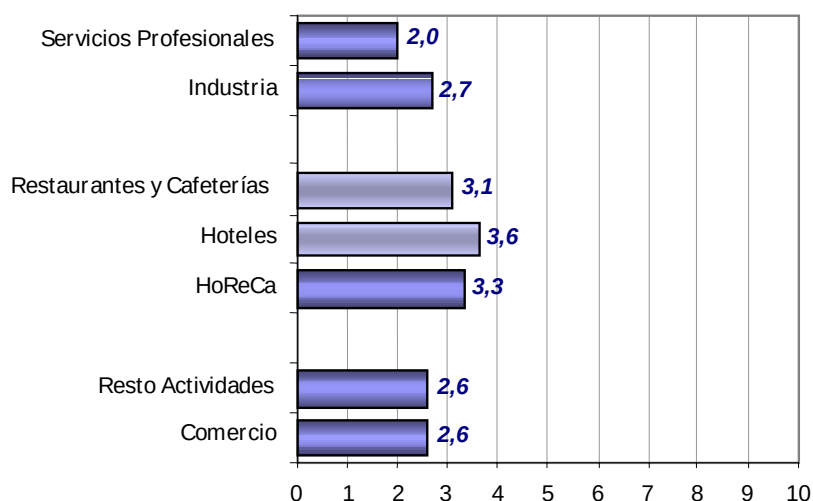


Figura 16. Índice de Innovación por sectores.

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

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

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

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

La Fig. 17 muestra las puntuaciones obtenidas por los cuatro componentes de este subíndice.

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

Por otra parte, aunque las puntuaciones obtenidas también son bajas, los indicadores mejor valorados están relacionados con la inversión. ‘Recursos económicos’ obtiene una puntuación de 3,1 puntos sobre 10 mientras que el indicador de ‘Innovación en equipos’ llega a 3,3 puntos.

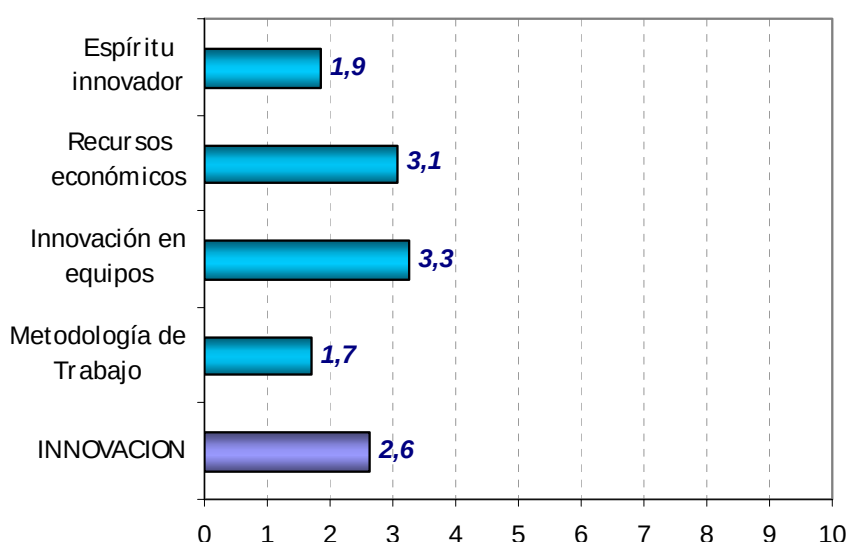


Figura 17. Índice de Innovación por factores.

1.3. Conclusiones

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

- Los resultados reflejan un importante potencial de mejora en la competitividad de las empresas trabajando los puntos débiles identificados en el estudio.

- ✿ El mantenimiento y la explotación de equipos consumidores de energía son las áreas analizadas con mejor valoración, que podrían mejorarse aún más incorporando criterios de ahorro energético.
- ✿ La contabilidad energética de las empresas es un área de mejora claramente identificada.
- ✿ La formación en materia energética es un factor clave para afianzar la cultura energética y realizar un uso más racional de la energía.
- ✿ Se detecta una baja utilización de servicios energéticos (auditorías y diagnósticos) y tecnologías eficientes (iluminación de bajo consumo, baterías de condensadores, etc.) que permitan optimizar el uso de la energía.

A continuación se presentan las conclusiones por cada subíndice analizado.

1.3.1. Cultura Energética

- ✿ Existe un desconocimiento generalizado, en todos los sectores de actividad analizados, del tipo de contrato 'contratado' en materia energética (tarifa/mercado). El 44 % de los entrevistados desconoce el tipo de contrato de electricidad que tiene. Este desconocimiento se hace todavía más latente en el caso del gas, (el 91,4 % desconoce qué tipo de contrato de gas tiene).
- ✿ Sólo el 20 % de las empresas analizadas están realizando acciones de ahorro energético. Un 60 % de las empresas no tiene previsto hacerlo en el corto/medio plazo. El sector hotelero destaca del resto con un 35 % de empresas que manifiesta tener en marcha acciones de ahorro energético.
- ✿ Menos de un 20 % de los empleados de las empresas entrevistadas tiene conocimientos de eficiencia energética.
- ✿ El grado de conocimiento sobre programas y subvenciones en materia de ahorro energético es bajo (4 puntos sobre 10). Sólo el 7 % de las empresas ha

intentado participar en estos programas y subvenciones en los últimos tres años. El sector hotelero (17 %) e Industrial (11 %) destacan al alza frente a Servicios Profesionales (5 %).

- ✿ El grado de implantación de los sistemas de gestión de calidad/medio ambiente en las empresas analizadas es muy bajo: ISO 9001 (11 % de las empresas manifiestan tenerlo implantado), ISO 14001 (6 %), Reglamento EMAS (1 %).

1.3.2. Mantenimiento

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

1.3.3. Control

- ✿ El 80 % de las empresas entrevistadas manifiesta que no ha realizado optimización alguna de su tarifa energética o ha pasado a suministro liberalizado durante el último año. El sector Servicios Profesionales parece ser el sector que demuestra menor preocupación por el tema (90 % no ha realizado optimización) y el sector Hotelero el más concienciado, (27 % de los

entrevistados manifiestan haber realizado optimización de su tarifa durante el último año).

- ✿ Únicamente el 9 % de las empresas han contratado una auditoría o asesoría energética en los últimos tres años. Los sectores de Industria (11 %) y Hoteles (17 %) destacan al alza, mientras que Servicios Profesionales (5 %) a la baja.
- ✿ Un 74 % de las empresas manifiesta no realizar control alguno para identificar excesos de consumo. No existen grandes diferencias sectoriales, salvo en el sector hotelero donde el porcentaje de empresas que no identifica los excesos desciende hasta el 58 %.
- ✿ Únicamente un 45 % de las empresas entrevistadas dispone de personal encargado de planificar, controlar y evaluar el consumo energético. En el sector hotelero, este porcentaje alcanza el 59 % mientras que en el sector Servicios Profesionales, únicamente llega al 38 %. Si analizamos este aspecto por el tamaño de la empresa, se puede comprobar como el número de empresas que dispone de personal encargado para estas tareas aumenta conforme aumenta.

1.3.4. Innovación

- ✿ Las empresas, por lo general, no utilizan sistemas de regulación de la iluminación:

 Detectores de presencia: 10 %.

 Interruptores temporizados: 25 %.

Dimmer (variador de intensidad de luz): 3 %.

 Sensor de luz ambiental: 3 %.

 Reloj astronómico para alumbrado exterior: 7 %.

- ✿ Cabe destacar la muy escasa utilización de energías renovables:

 Energía solar térmica: 2,1 %.

 Energía solar fotovoltaica: 0,5 %.

 Eólica: 0,3 %.

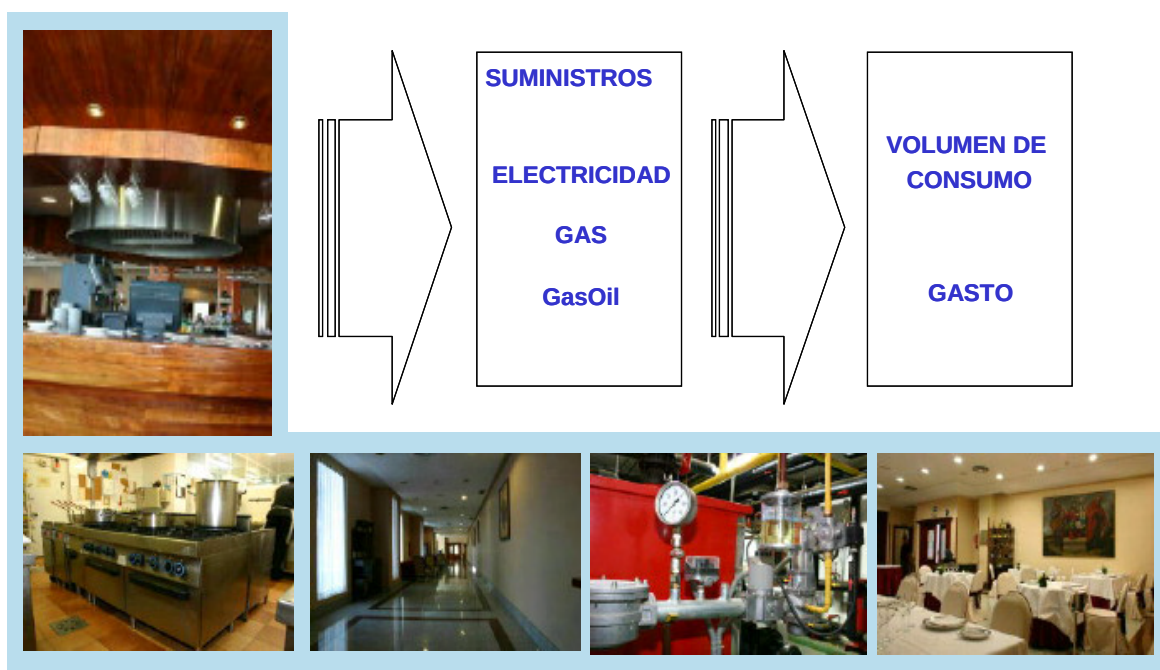
 Biomasa: 0,2 %.

Medidas para la eficiencia energética en el sector hotelero

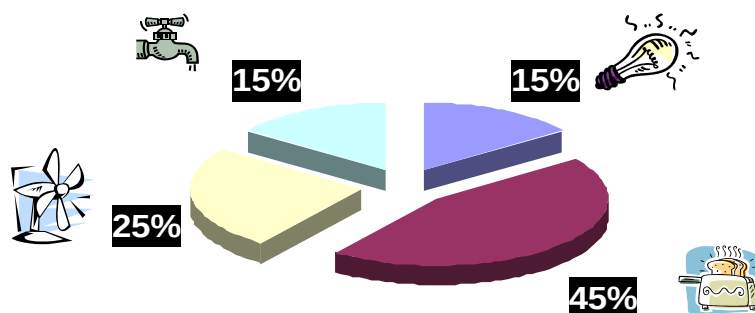
2.1. Introducción

Para una correcta gestión energética del Sector Hotelero, es necesario conocer los aspectos que determinan cuáles son los elementos más importantes a la hora de lograr la optimización energética, conocimiento que nos permitirá 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 se ofrece depende el suministro de ENERGÍA.



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



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.

HOTEL

INSTALACIONES	COCINA LAVANDERÍA SPA
APLICACIONES ENERGÉTICAS	ILUMINACIÓN ACS CLIMATIZACIÓN MAQUINARIA ETC.
ENERGÍAS	ELECTRICIDAD GAS
CONSUMO (*) MEDIA SECTORIAL	270.000 kWh/año
COSTE (*) MEDIA SECTORIAL	29.250 € / año

❑ OPTIMIZACIÓN DE TARIFA

REVISIÓN DE LOS CONTRATOS DE ENERGÍA.

- ELECTRICIDAD
- GAS

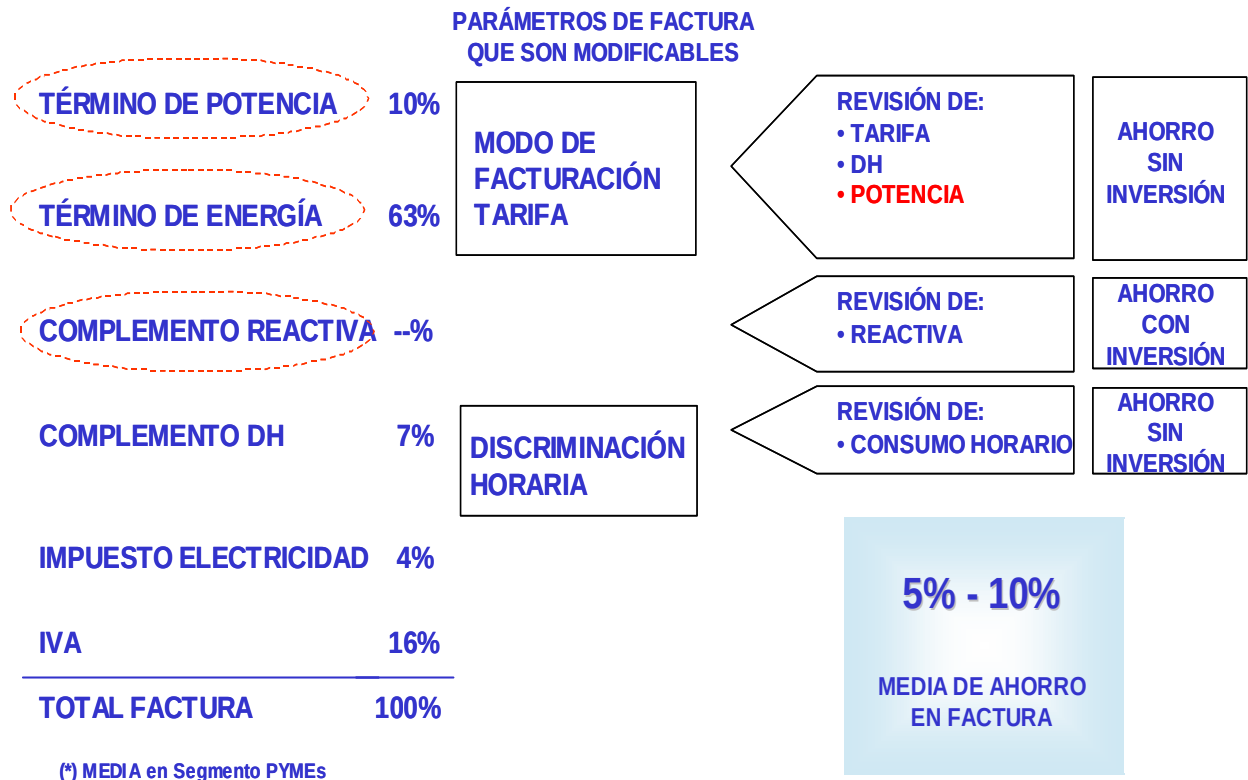
❑ OPTIMIZACIÓN DE INSTALACIONES

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 nuestros Hoteles.

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

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

2.3.1.1. Consumo de energía en el Sector Hotelero

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: de las instalaciones del centro, su situación, categoría, tamaño, etc.

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

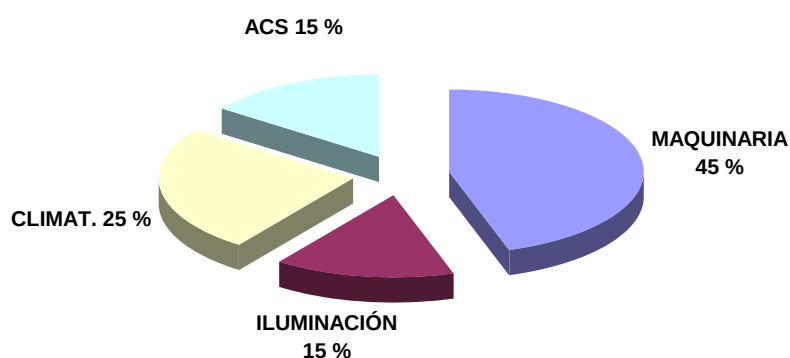
TABLA 1. Centro hotelero.

INSTALACIONES	MAQUINARIA VENTILACIÓN COCINA
APLICACIONES ENERGÉTICAS	REFRIGERACIÓN ILUMINACIÓN ACS, CLIMATIZACIÓN LIMPIEZA OTROS
ENERGÍAS	ELECTRICIDAD
CONSUMO (*) MEDIA SECTORIAL	270.000 kWh/año
COSTE (*) MEDIA SECTORIAL	29.250 € / año

2.3.1.2. Distribución del consumo energético

Generalmente en el Sector Hotelero se consume, esencialmente, energía eléctrica para su consumo en maquinaria, alumbrado, bombeo de agua, ventilación, etc. También se están implantando, cada vez con mayor frecuencia, las bombas de calor eléctricas, que permiten el suministro de calefacción durante los meses fríos.

A la hora de realizar la distribución del consumo energético en el Sector se observa que, debido a la gran variedad de tipos de establecimientos hoteleros, situación geográfica, etc., es difícil hacer una distribución estándar del consumo de energía, ya que existe una gran variedad en los porcentajes de consumo.



Como podemos observar es, sin duda, la partida destinada al funcionamiento de maquinaria la principal consumidora de energía de un Centro Hotelero, 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 un Hotel supone uno de sus gastos principales. La abundante maquinaria y la constante iluminación son piezas fundamentales en la rentabilidad de la misma.

Por otra parte, no siempre un mayor consumo energético equivale a un mejor servicio. Se conseguirá un grado de eficiencia óptima 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 del negocio.

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

2.3.3. Estrategias y medidas de ahorro energético en el Sector Hotelero

Para reducir el coste de los consumos de energía podemos:

- ✿ Optimizar el contrato.
- ✿ Optimizar las instalaciones.

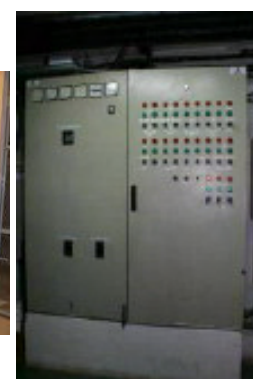
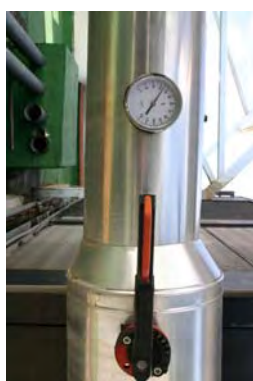
A continuación se presentan algunas posibilidades de optimización de las instalaciones.



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

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Climatización (bombas de calor)	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
Motores eléctricos	Disminución de la potencia de arranque (Mediante curva de arranque controlado por rampa).	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Optimización de la potencia de contrato, reduciendo el coste de la factura.	15
Bombas circulación fluidos (general)	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
Bombas agua climatización	Optimización del consumo eléctrico, según la diferencia de temperatura ida y retorno.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	15
Motores general	Motores alto rendimiento.	Motores especiales de alto rendimiento.	Disminución del consumo eléctrico.	20
Compresores de aire	Utilización del calor sobrante de la refrigeración de los compresores.	Reutilización del aire caliente.	Reducción del consumo eléctrico /gas para la climatización. Reducción del coste en la factura eléctrica /gas.	30
Máquinas de frío industrial	Reaprovechamiento del calor que se lanza a la atmósfera, para ACS, climatización, etc.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia.	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste de la factura.	15
Iluminación: Zonas auxiliares	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

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Lámparas dicroicas	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
Iluminación exterior	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
Iluminación interior (fluorescentes)	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
Iluminación interior (incandescencia)	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
Agua:	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
Lavaplatos y lavavajillas industriales	Evitar gasto en calentar el agua.	Utilización de agua pre-calentada por la recuperación de las máquinas frigoríficas y calderas.	Reducción del consumo eléctrico o gas. Reducción del coste en la factura eléctrica o gas.	25
Evaporadores en cámaras frigoríficas y de congelación	Automatizar el desescarche.	Medición automática del hielo en las aletas de los evaporadores. Puesta en marcha de las resistencias.	Reducción del consumo eléctrico.	3



2.3.3.1. Iluminación

La iluminación es un apartado que representa un elevado consumo eléctrico dentro del Sector, dependiendo su porcentaje de su tamaño, de las instalaciones

complementarias, y del clima de la zona donde está ubicado. Este consumo puede oscilar en torno a un 15 %.



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 lumínica.

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

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

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

☀ Lámparas fluorescentes con balastos electrónicos

Las lámparas fluorescentes son generalmente las lámparas más utilizadas para las zonas donde se necesita una luz de buena calidad, y pocos encendidos. Este tipo de lámpara necesita de un elemento auxiliar que regule la intensidad de paso de la corriente, que es la reactancia o balasto.

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

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

TABLA 3

COMPARACIÓN ENTRE BALASTO CONVENCIONAL Y BALASTO ELECTRÓNICO			
Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto convencional		Luminaria con tubos fluorescentes 2x58W con balasto electrónico	
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 permite adaptar el nivel de iluminación a las necesidades.

BALASTOS ELECTRÓNICOS

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

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

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



Lámparas de descarga

Las lámparas de descarga 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, como muelles de carga y descarga.



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 4. Equivalencia entre fluorescentes compactas e incandescentes.

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

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

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

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

COSTES COMPARATIVOS ENTRE LÁMPARA COMPACTA E INCANDESCENCIA		
	LÁMPARA INCANDESCENCIA DE 75 W	LÁMPARA COMPACTA DE 15 W
Potencia consumida	75 W	15 W
Flujo luminoso	900 lm	960 lm
Duración	1000 horas	8000 horas
Precio de la energía eléctrica	0,088 €/kWh	
Precio de compra estimado	0,60 €	18 €
Costes funcionamiento (8000 horas)	58,80 €	18,60 €
AHORRO ECONÓMICO	66 %	
PLAZO DE AMORTIZACIÓN	2800 horas de funcionamiento	

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

TABLA 6. Ahorro energético por sustitución de lámparas.

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



Sustituciones luminarias

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

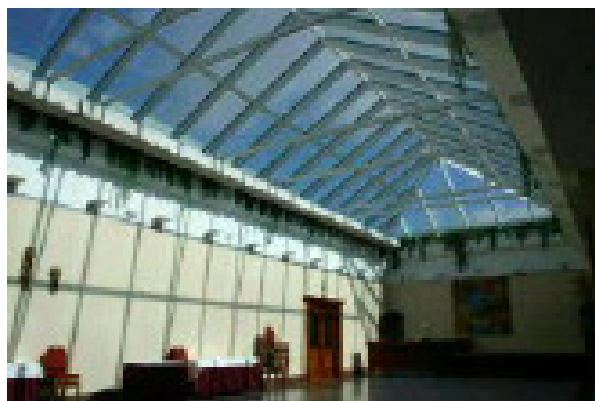
Muchas luminarias modernas contienen sistemas reflectores cuidadosamente diseñados para dirigir la luz de las lámparas en la dirección deseada. Por ello, la remodelación de instalaciones viejas, utilizando luminarias de elevado rendimiento generalmente conlleva un sustancial ahorro energético, así como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



Aprovechamiento de la luz diurna

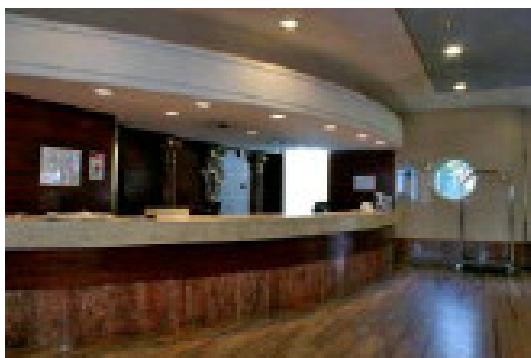
El uso de la luz diurna tiene un impacto considerable en el aspecto del espacio iluminado, y puede tener implicaciones importantes a nivel de la eficiencia energética. Los ocupantes de un edificio generalmente prefieren un espacio bien iluminado con luz diurna, siempre que se eviten los problemas de 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 generalmente del diseño original del edificio. Un diseño cuidadoso puede producir un edificio que será más eficiente energéticamente y que tendrá una atmósfera en su interior más agradable.



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

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



✿ **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 hotel dependerá de sus características constructivas: la ubicación y orientación del edificio, los cerramientos utilizados en fachadas y cubiertas, el tipo de carpintería, el acristalamiento y las protecciones solares.

✿ **Control y regulación**

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

Se pueden obtener ahorros del 20-30 % de la energía utilizada en este apartado mediante: la sectorización por zonas, el uso de sistemas autónomos para el control de la temperatura en cada zona o habitación, la regulación de las velocidades de los ventiladores o la regulación de las bombas de agua.

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

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





Free-cooling

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



Esta medida requiere de 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 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 7. 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, permite además un ahorro de espacio y se simplifican las operaciones de mantenimiento.

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

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

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

Tanto la bomba de calor eléctrica, como la de gas, emiten considerablemente menos CO₂ que las calderas. Una bomba de calor que funcione con electricidad procedente de energías renovables no desprende CO₂.



Optimización del rendimiento de las calderas

El primer paso para obtener un buen rendimiento de estos sistemas es un buen dimensionamiento de las calderas, adecuando su potencia a la demanda y evitando sobredimensionamientos innecesarios.

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

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

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



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



Calderas de baja temperatura y calderas de condensación

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

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

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

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

✿ **Sustitución de gasóleo por gas natural**

El combustible utilizado principalmente por el Sector Hotelero es el gasóleo. A medida que van extendiéndose las redes de distribución de gas natural, este combustible va adquiriendo una mayor implantación, debido a las claras ventajas de su aplicación, tanto a nivel energético y económico, como a nivel medioambiental.

CAMBIOS DE GASÓLEO A GAS NATURAL

- Ahorro energético debido al mejor rendimiento energético de las calderas a gas.
- Menor coste de combustible.
- Utilización de un combustible más limpio, con el que se eliminan las emisiones de SO₂ y se reducen las de CO₂ responsables del efecto invernadero.
- Menor mantenimiento de la instalación.

2.3.3.3. Agua caliente sanitaria

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

La instalación de sistemas de bajo consumo de baños, que reducen el caudal suministrado sin perjuicio de la calidad del suministro, también conllevan importantes ahorros energéticos debido a que disminuye notablemente el caudal de agua a



calentar, con una reducción que en algunos de estos equipos alcanza valores del orden del 50-60 % del consumo de agua.

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

TABLA 8. Porcentaje de ahorro de energía en una instalación de agua caliente.

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

RECOMENDACIONES DE AHORRO EN LA PRODUCCIÓN DE ACS

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



Ahorro de agua

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

El consumo de agua debido a las pérdidas en la instalación debe ser eliminado. Estas pérdidas, además de un mayor consumo de agua, provocan 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 9 recoge los consumos de agua por persona y día para los usos más frecuentes, una estimación del coste anual por ambos conceptos (agua y energía) y del posible ahorro económico anual que se obtendría con la aplicación de las anteriores medidas.

TABLA 9. 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 (m³)	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
COSTE TOTAL (€/año)	138	34	18	190
Ahorro estimado	50 %	40 %	50 %	40-50 %
AHORRO ECONÓMICO (€/año)	69	14	9	92



Ahorro en bombeo

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

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

A continuación se expone un ejemplo de la aplicación práctica de un variador de frecuencia a una bomba de suministro de agua, Tabla 10.

2.3.4. Gestión y mantenimiento energéticos

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

TABLA 10. Variaciones en el bombeo de agua.

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

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.

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

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

BENEFICIOS DE LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL

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

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

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

El 16 de Diciembre de 2002 se aprobó la Directiva 2002/91/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la eficiencia energética de los edificios, con el

objeto de fomentar la eficiencia energética de los edificios de la Comunidad Europea. De esta manera se pretende limitar el consumo de energía, y por lo tanto, de las emisiones de dióxido de carbono del sector de la vivienda y de los servicios. Este sector, compuesto en su mayoría por edificios, absorbe el 40 % del consumo final de energía de la Comunidad Europea.

TABLA 11. 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 %
TOTAL	379,04	40,7%	262,72	28,2%	288,6	31,0%	930,4	100,0%

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 m², 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 m², 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

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

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

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

2.4. Conclusiones

El beneficio empresarial es el objetivo de toda actividad económica privada. El recorte de costes -en particular los de componente fijo o semifijo- se convierte en un arma estratégica para aumentar la competitividad y el éxito de la empresa a medio y largo plazo.

Sin embargo, antes de encaminar nuestros pasos para lograr reducir nuestros costes, es necesario pararse a pensar cuáles son las variables sobre las que debemos actuar para conseguir mayor eficacia en nuestra misión. Por ello, para el Sector Hotelero tenemos que tener en cuenta que estamos sometidos a elevados consumos energéticos. El ahorro energético que podemos 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 mejora en los efectos medioambientales producidos por nuestra actividad.

En este documento hemos podido recoger -aunque sea de un modo superficial e intentando evitar complicaciones técnicas excesivas- la idea de que un estudio pormenorizado de nuestros consumos y demandas energéticas nos indicará las variables sobre las que hay que actuar prioritariamente, a fin de conseguir la mayor efectividad con el menor esfuerzo económico.

Las actuaciones recomendadas en este documento se han fundamentado sobre la propia tarifa energética, sobre las instalaciones –comerciales o no- y sobre otros aspectos de calidad y seguridad en el suministro. Se han propuesto diferentes opciones y se propone un PLAN DE GESTIÓN DE LA DEMANDA.

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

No hay que olvidar que la instalación y, por tanto, el entorno, debe ser el adecuado para los servicios prestados y la potencia contratada, en consecuencia, debe responder a las necesidades buscando siempre la eficiencia energética en las instalaciones. Dicha eficiencia proporcionará ahorros que sumados a los que hemos conseguido con una adecuada selección tarifaria rebajará de modo ostensible nuestros 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 incrementar nuestro suministro de manera rentable y sin causar daños medioambientales.

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.

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

ENDESA propone hacer uso de esas ayudas económicas para la realización de la **Auditoría Energética** y la puesta en marcha de las mejores consecuencias de ese estudio. Dichas mejoras –algunas posibilidades han sido introducidas en este documento- significarán de manera inmediata el ahorro en los costes energéticos de la empresa y con ello la mejora de la cuenta de resultados y el incremento del beneficio.

3.1. Introducción

3.1.1. Antecedentes

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



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

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

3.1.2. Alumbrado en Hoteles

La energía eléctrica consumida en iluminación es una parte importante del total de la energía consumida en un hotel. Su contribución en el balance energético total del establecimiento oscila entre un 12 % y un 18 %. Sin embargo, los costes asociados al alumbrado pueden llegar a suponer un 40 % de la factura eléctrica total.

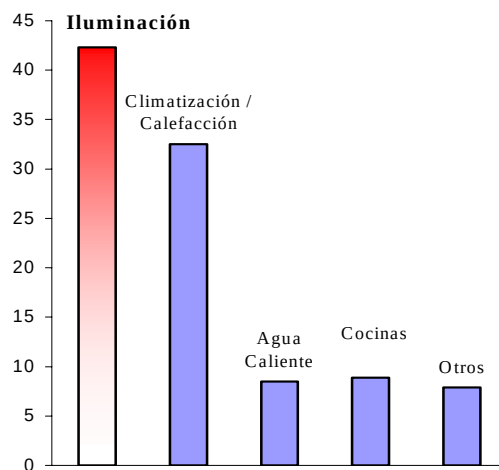


Figura 1. Desglose de conceptos en el recibo eléctrico en un hotel medio (50-150 habitaciones).

Como vamos a comentar en este capítulo, cualquier mejora que introduzcamos en la iluminación del establecimiento inmediatamente nos aportará un ahorro de recursos económicos y de mantenimiento.

El alumbrado en los hoteles ha de suministrar el nivel de iluminación adecuado para cada actividad, creando un ambiente agradable y una sensación de confort en cada una de las zonas diferentes que se dispone.

No olvidemos que hablamos de iluminación artificial, conforme a las medidas y necesidades del hombre, y por tanto, se ha de tener en cuenta los aspectos físicos y psicológicos que puede influir la iluminación ambiental. Por ello, no es suficiente disponer de la cantidad de luz necesaria y disponible en el lugar adecuado; sino

que también se han de prever las sensaciones y las necesidades del usuario del sistema de iluminación.

Por tanto, para proceder a una correcta selección de las fuentes de luz disponibles en la amplia oferta del mercado, no solamente tendremos que fijarnos en las propiedades cualitativas de la luz sino también en el consumo energético de las lámparas.

Tampoco debemos olvidar, que la iluminación más económica y que mejor calidad ofrece es la iluminación natural. La combinación correcta de la iluminación natural y la artificial nos aportará importantes ahorros económicos y un aumento del confort del establecimiento.

Una buena elección del sistema de iluminación ha de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ✿ Cantidad de luz (Lúmenes).
- ✿ Calidad de la luz (Temperatura de color, Índice de Reproducción Cromática).
- ✿ Cantidad de energía consumida por lámpara (Eficacia luminosa, Duración).
- ✿ Diseño del sistema de iluminación (Lámpara y Luminaria).

La mejor opción será aquella que por unas mismas características de la luz obtenida consumamos una cantidad menor de kWh.

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

A la vista de lo anterior, resultaba evidente que la Sociedad tenía que protegerse y proteger a las especies que conviven con el hombre, y consciente de ello, ha redactado una serie de Directivas, Códigos, Leyes, Reglamentos y Normas para acomodar el consumo excesivo de los recursos escasos a las verdaderas

necesidades, evaluando, limitando y primando el empleo de fuentes de energía alternativas y sobre todo renovables, a la par que desarrollando sistemas eficientes energéticamente para responder a las necesidades vitales.

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

3.2.1. Código Técnico de Edificación y Norma de Iluminación de Interiores UNE 12464.1

El Consejo de Ministros mediante el Real Decreto 314/2006, del 17 de Marzo de 2006, aprueba 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 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 (sección HE3) 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.

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.

-  Edificios de nueva construcción.
-  Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil de más de 1.000 m², donde se renueve más del 25 % de la superficie iluminada.

Eficiencia energética en instalaciones de iluminación (Sección HE3)

El CTE entró en vigor al día siguiente de su publicación en el BOE nº 74 con fecha 28 de marzo de 2006. En lo que respecta a las normas sobre iluminación (Sección HE3 y HE5) existe un periodo transitorio de aplicación de 6 meses, en los que se puede conceder licencias al amparo de las normas anteriores. En el caso de las obras a las que se conceda licencia de edificación y que se acojan a estos periodos transitorios (y, por lo tanto, no se adapten al CTE), tendrán un máximo de 3 meses para iniciar los trabajos de construcción. En caso contrario tendrá que rehacerse el proyecto.

La sección HE3 “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” es sin duda el documento que supondrá un mayor avance en materia de iluminación de las edificaciones.

Para la aplicación de esta sección se establece un procedimiento de verificación, que debe incluir:

- ✿ Cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación VEEI.
- ✿ Comprobación de la existencia del sistema de control y regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural.
- ✿ Verificación de la existencia de un plan de mantenimiento.

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

- ✿ Índice del local (K).
- ✿ Número de puntos considerados.
- ✿ Factor de mantenimiento (Fm).
- ✿ Iluminancia media mantenida (Em).
- ✿ Índice de deslumbramiento unificado (UGR).
- ✿ Índice de rendimiento del color (Ra).

- ✿ Valor de eficiencia energética del local (VEEI).
- ✿ Potencias de los conjuntos lámpara más equipo auxiliar.
- ✿ Memoria del 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 (W/m² por cada 100 Lux)

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

Para este valor se establecen unos valores mínimos obligatorios, diferenciándose en los edificios dos tipos de zonas: las de representación y las de no representación. Se entiende por zonas de representación aquellas 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. 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 a:

Zonas de no representación:

- a) Iluminación general de oficinas.
- b) Andenes de transporte.
- c) Pabellones de exposición o ferias.
- d) Habitaciones de hospitales.

- e) 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: lámparas halógenas ahorradoras del tipo MASTERline y utilizar transformadores electrónicos.

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. 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 lámparas fluorescentes compactas.

2. Sistemas de control y regulación

Gran parte de 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.

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. Cálculos

Se establece que los parámetros de calidad de la instalación aceptados como mínimos, son los que se establecen en la norma UNE-EN 12464-1, “Iluminación en lugares de trabajo.

Parte I: Lugares de trabajo interiores.

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.

1. Áreas comunes					
Nº ref	Tipo de interior, tarea y actividad	E_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
1.1	Halls de entrada	100	22	80	- UGR sólo si es aplicable
1.2	Guardarropas	200	25	80	
1.3	Salones	200	22	80	
1.4	Oficinas de taquillas	300	22	80	
2. Restaurantes y hoteles					
2.1	Recepción, caja, conserjería, buffet	300	22	80	- Debería haber una zona de transición entre cocina y restaurante - El alumbrado debería ser diseñado para crear la atmósfera apropiada - El alumbrado debería ser controlado - Niveles inferiores aceptables durante la noche
2.2	Cocinas	500	22	80	
2.3	Restaurante, comedor, salas de reuniones...	-	-	80	
2.4	Restaurante autoservicio	200	22	80	
2.5	Sala de conferencias	500	19	80	
2.6	Pasillos	100	25	80	

Así mismo se deberán indicar el índice de rendimiento cromático (Ra) y las potencias de los conjunto lámparas – equipo auxiliar.

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.

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.

3.2.2. 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.

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 la afección 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.

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) y con la Fundación Ecolumn para luminarias (www.ecolum.es).

3.2.3. RoHS. DIRECTIVA sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos

Desde el 1 de julio de 2006 se han empezado a aplicar 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 tienen 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 es 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 prohíben las siguientes sustancias en lámparas y equipos:

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

La directiva RoHS afecta tanto a las lámparas, luminarias como a los equipos y, conjuntamente con la directiva RAEE, tiene un impacto significativo en las cantidades de sustancias peligrosas emitidas al medio ambiente. Se ha de 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. 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.

3.2.4. Directiva 2000/55/CE

El Parlamento Europeo y el Consejo mediante la Directiva 2000/55/CE, del 18 de septiembre de 2000, aprueba la Directiva relativa a los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

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

Los balastos deben de ir con el marcado “CE”. El marcado “CE” habrá de colocarse de manera visible, legible e indeleble en los balastos y en su embalaje. 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:

	Categoría	Descripción
✿	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 compacta de tipo 2 D.

3.3. Cómo se puede ahorrar energía en instalaciones de alumbrado

Las instalaciones de iluminación deben estar dotadas de sistemas que proporcionen un entorno visual confortable y suficiente, según las muy variadas tareas y actividades que se desarrollan. Aplicando criterios de calidad adecuados al diseño, instalación y mantenimiento de todos aquellos elementos que intervienen en la obtención de una buena iluminación,



obtendremos los resultados de confort visual requeridos, todo esto garantizando la máxima eficiencia energética y, por tanto, los mínimos costes de explotación.

En una instalación de alumbrado de un local destinado a albergar personas, podemos encontrar una problemática específica, tal como:

- ✿ Luminarias que producen deslumbramientos directos o indirectos.
- ✿ Lámparas de temperatura de color y potencia inadecuada a la instalación, tanto por defecto como por exceso. El color de la luz emitida por las lámparas tiene también una gran importancia en la creación del ambiente adecuado; de este modo, existen diferentes lámparas de uso específico para aplicaciones de alumbrado general, de acentuación, etc.

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

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

A continuación se analizan cuáles son las fases de una instalación de alumbrado para interiores 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 del local, que dependerá de la fuente de luz elegida, de las luminarias así como de la posibilidad de ensuciamiento del local. Con el tiempo el nivel de iluminación inicial va decayendo debido a la pérdida de flujo de la propia fuente de luz, así como de la suciedad acumulada en luminarias, paredes, techos y suelos.

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

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

B) Tiempo de ocupación del recinto

En una tarea visual que se desarrolla dentro de un recinto cerrado, el tiempo de ocupación tiene mucho que ver con el consumo de energía eléctrica. Así,

la permanencia de la instalación encendida cuando no hay personas dentro de dicho recinto es uno de los mayores despilfarros energéticos.

C) Aportación de luz natural

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

D) Flexibilidad de la actividad que se realice

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

3.3.1.2. Elección de los componentes de la instalación

Otro de los elementos básicos en la fase de proyecto es el proceso de estudio y elección de los elementos componentes, tales como **las fuentes de luz, los equipos eléctricos** precisos para el funcionamiento de las fuentes de luz, **las luminarias**, que alojan a unas y otros.

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

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

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

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

A) Lámparas

Además de por sus características cromáticas, tanto de reproducción de colores, como de apariencia de su luz, las lámparas se diferencian sobre todo en términos de eficiencia energética por un parámetro que la define: la **eficacia luminosa**, o cantidad de luz medida en lúmenes dividida por la potencia eléctrica consumida medida en vatios. Nada mejor que una gráfica como la de la Fig. 2 para representar de una forma simple y rápida la diferencia entre las distintas fuentes de luz artificial.

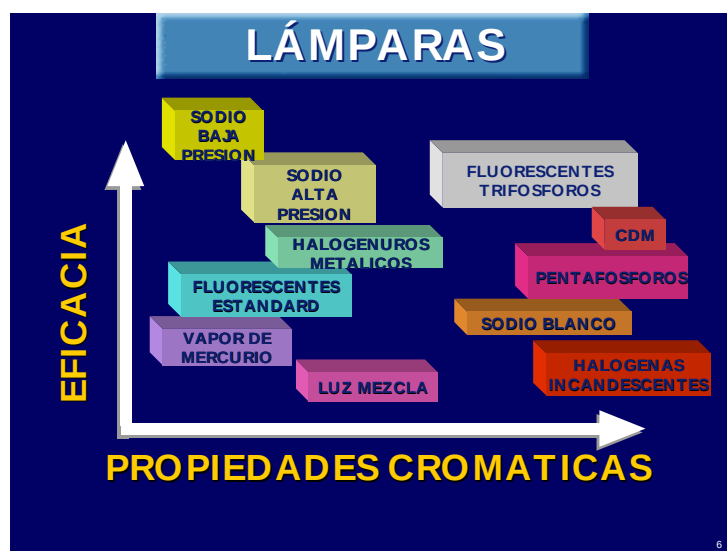


Figura 2. Cuadro comparativo de eficacia de las lámparas.

Es importante para las prestaciones visuales y la sensación de confort y bienestar, que los colores del entorno, de objetos y de la piel humana sean

reproducidos de forma natural, correctamente y de tal modo que haga que las personas parezcan atractivas y saludables.

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

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

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

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

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

Blanco Cálido	Tc < 3300 K
Blanco Neutro	3300 K < Tc < 5300 K
Blanco Frío	Tc > 5300 K

La elección de apariencia de color es una cuestión psicológica, estética y de lo que se considera como natural. La elección dependerá del nivel de iluminancia, colores de la sala y objetos en la misma, 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:

- ✿ 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 vatios.
- ✿ Ahorros de coste: reducción del consumo de energía en aproximadamente un 25 %, duración de la lámpara considerablemente mayor y reducción notable de los costes de mantenimiento.
- ✿ Al confort general de la iluminación, añaden lo siguiente: no produce parpadeos; un interruptor de seguridad automático desconecta el circuito al acabar la vida de la lámpara evitando los intentos de encendido indefinidos. El encendido de la lámpara rápido y fluido está

garantizado y se evita el potencialmente peligroso efecto estroboscópico.

- ✿ Mayor seguridad mediante la detección de sobrecargas de voltaje, una temperatura de funcionamiento significativamente inferior y en la mayoría de los tipos, un control de protección de la tensión de red de entrada.
- ✿ Más flexibilidad: con los balastos de regulación, las instalaciones con lámparas fluorescentes pueden regularse, lo que permite el ajuste de los niveles de iluminación de acuerdo a las preferencias personales, además de proporcionar un ahorro adicional de energía.
- ✿ Las unidades de balastos electrónicos son más ligeras y relativamente sencillas de instalar comparadas con los balastos electromagnéticos y requieren menos cableado y componentes de circuito (no hay cebadores).
- ✿ El funcionamiento de los balastos electrónicos a alta frecuencia, por encima de 16 kHz, que hace aumentar la eficacia del tubo en un 10 %.

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

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

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

En la Fig. 3 se ofrece una imagen de algunos balastos electrónicos.



Figura 3. Algunos tipos comunes de balastos electrónicos.

C) Luminarias

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

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

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

El **Índice de deslumbramiento Unificado** (UGR), es el nuevo sistema que la Comisión Internacional de Iluminación recomienda para determinar el tipo de luminaria que debe usarse en cada una de las aplicaciones atendiendo a la posibilidad de deslumbramiento que ésta puede provocar debido a la

construcción de la óptica y la posición de las lámparas. El sistema utiliza una serie de fórmulas para determinar, en función de la luminaria la posición de instalación de la misma, las condiciones del local, y nivel de iluminación, el posible deslumbramiento producido en los ojos de una persona que esté 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, como consecuencia de las variaciones de empleo del ambiente en que se encuentran las personas, por su dedicación a diferentes tareas, o incluso para compensar la aportación de la luz natural que penetra por los acristalamientos, Fig. 4, puede conducir a ahorros enormes de consumo de energía eléctrica, evaluables según la orientación y superficies de acristalamiento. Ningún edificio con aportación de luz natural que contuviera salas de unas dimensiones mínimas debería proyectarse sin regulación del flujo luminoso o apagado de las fuentes más próximas a los acristalamientos. Esto se recoge perfectamente en los últimos comentarios al Código de la Edificación.

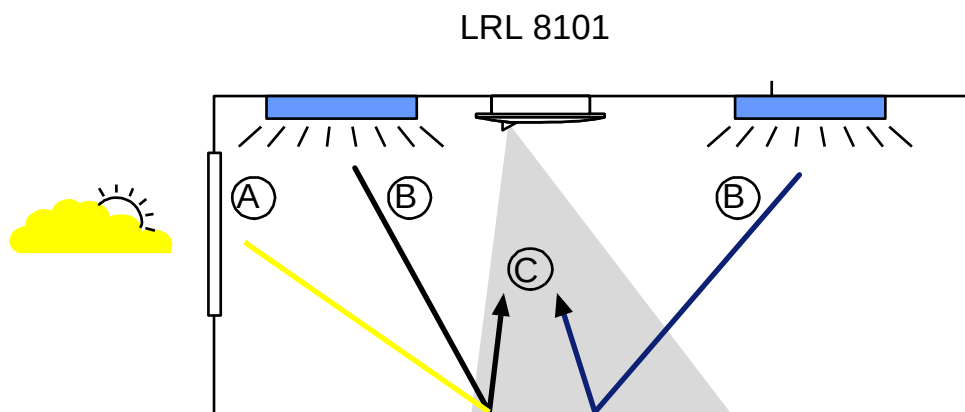


Figura 4. Combinación de luz natural y luz artificial mediante control por célula.

3.3.2.6. Uso flexible de la instalación

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

3.3.3. Mantenimiento

No por ser la última fase es la menos importante. El capítulo de mantenimiento es el conjunto de todos aquellos trabajos, programados u ocasionales que sirven para conservar el funcionamiento de la instalación y las prestaciones de la misma dentro de los límites que se consideraron como convenientes en la fase de Proyecto, y que se han tratado de respetar en la fase de Ejecución y Explotación. Así pues, habrá que prestar una 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 deben reemplazarse individualmente o todas al mismo tiempo (reemplazo en grupo).

Aparte de las lámparas que fallen prematuramente, es mucho mejor cambiar la totalidad al mismo tiempo; con ello se 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 los proyectores sean fácil y económicamente accesibles para el mantenimiento y cambio de lámparas.

Cuando se cambian las lámparas, hay que tener especial cuidado en que los proyectores vayan equipados con el tipo correcto. La instalación eléctrica deberá comprobarse y cualquier elemento desaparecido o estropeado será repuesto de nuevo. Debe verificarse también la correcta alineación de los proyectores.

3.3.3.2. Respeto de las frecuencias de reemplazo de los componentes

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

3.3.3.3. Reemplazo llevado a cabo con componentes correctos

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

comporta adecuadamente a lo largo de toda su vida, consiguiéndose los ahorros para los que fue proyectada.

3.3.3.4. Recogida, transporte y reciclaje de los elementos sustituidos

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

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

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

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

A la hora de invertir en una instalación de alumbrado no sólo 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.
- ✿ 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:

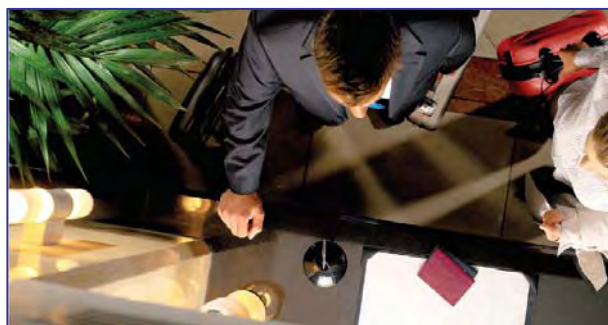
- ✿ **Illuminancia:** la iluminancia evalúa la cantidad de luz que incide sobre una determinada superficie, ya sea horizontal o vertical, y se define como el flujo luminoso incidente (medido en lúmenes) sobre un plano dividido por su superficie (expresada en m^2). La unidad de medida es el lux (lúmen/ m^2). Existen varios tipos de iluminancia según la superficie en la que se mida, iluminancia horizontal (E_{hor}) o vertical (E_{vert}).
- ✿ **Illuminancia 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_{max}). 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 concepto de establecimiento. Sin embargo si podemos hacer recomendaciones sobre las fuentes de luz a utilizar.



Los siguientes estudios económicos, comparan el CTP de instalar una lámpara con respecto una lámpara MASTER, manteniendo los mismos niveles de iluminación.

A) Halógena Dicroica estándar Vs Halógena Dicroica Ahorradora y Larga Vida

Las lámparas halógenas de bajo consumo, en su calidad de ahorradoras, reducen hasta un 40 % el consumo eléctrico frente a cualquier halógena convencional.

Accentline ➔ **MASTERline ES**



Dicroica Estándar	
Tipo:	50W 36°
Intensidad luminosa:	1600 cd
Temperatura de color:	3000 K
IRC:	Ra = 100
Vida Media:	2000 hrs



Masterline ES	
Tipo:	30W 36°
Intensidad luminosa:	1600 cd
Temperatura de color:	3000 K
IRC:	Ra = 100
Vida Media:	5000 hrs

Al reemplazar una lámpara halógena dicroica estándar por una lámpara PHILIPS MASTER ES, obtendremos:

- ☀ Más de un 40 % de ahorro energético.
- ☀ Vida de lámpara 2,5 veces superior.

En el siguiente supuesto se muestra 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.

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	10h / día – 3.600 h / año

Lámparas Halógenas	Dicroica convencional	Dicroica MASTER
Número de lámparas	1	1
Potencia (vatios)	50	30
Vida útil (horas)	2000	5000
Precio medio (€)	4.1	9.9
Tasa RAEE (€)	0	0
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	14.40 €	8.64 €
Costes de Mant. / año	12.78 €	9.29 €
Ahorro anual		9.25 €

Por cada lámpara dicroica MASTER que usemos en lugar de una dicroica convencional, ahorraremos en costes de energía y mantenimiento al menos 9,25 € al año.

B) Incandescente convencional Vs Fluorescente Compacta Integrada de Larga Vida

Al reemplazar una lámpara incandescente estándar por una lámpara FLUORESCENTE COMPACTA INTEGRADA de LARGA VIDA podremos obtener hasta:

- ✿ Ahorros energéticos superiores al 75 %.
- ✿ Vida de lámpara 15 veces superior.

					
	Incand.	Genie	Softone 6Y	PL-E Pro	MASTER PL-E
Tipo:	60W	11W	12W	12W	15W
Flujo Luminoso:	710 lm	600 lm	610 lm	650 lm	875lm
Temperatura de color:	2700 K	2700 K	2700 K	2700 K	2700 K
IRC:	Ra = 100	Ra = 82	Ra = 82	Ra = 82	Ra = 82
Vida Media:	1000 hrs	6000hrs	6000hrs	10000hrs	15000hrs

En el siguiente supuesto se muestra 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.

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	10h / día – 3.600 h / año

Ahorradora Vs Incand.	Incandescente	Ahorradora
Número de lámparas	1	1
Potencia (vatios)	60	15
Vida útil (horas)	1000	15000
Precio medio (€)	1	17
Tasa RAEE (€)	0	0.3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	17.28 €	4.32 €
Costes de Mant. /año	14.40 €	4.87 €
Ahorro anual		22.49 €

Por cada lámpara fluorescente ahorradora de energía que usemos en lugar de una lámpara incandescente tradicional, ahorraremos en costes de energía y mantenimiento al menos 22,50 € al año.

C) Fluorescentes estándar Vs Fluorescentes Trifósforo

Las lámparas fluorescentes son eventualmente utilizadas en hoteles 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.

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 cuales 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)

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

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	10h / 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 €
Ahorro anual		0,23 €

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

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	10h / 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 €
Ahorro anual		1,26 €

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.

D) Fluorescentes estándar Vs Fluorescentes Trifósforo de Larga Vida

Para lograr un mayor ahorro en CTP, en los últimos años, han aparecido lámparas fluorescentes trifósforo 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 24 000 h hasta 79 000 horas de vida útil.

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

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

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	10h / 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 €
Ahorro anual		1,83 €

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 €
Ahorro anual		1,70 €

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 medioambiente y una mejora de la eficacia de las lámparas, permitiendo incluso la disminución del número de lámparas instaladas manteniendo el mismo flujo lumínico.

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

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	10h / 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	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 €

Ahorro anual		2,15 €
---------------------	--	---------------

Tipo de fluorescente	Estándar T8	Trifósforo Larga Vida MASTER TLD - Xtreme
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 €

Ahorro anual		2,05 €
---------------------	--	---------------

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

E) Halogenuros metálicos con quemador de cuarzo Vs Halogenuros metálicos con quemador cerámico

Cada vez es más frecuente encontrar este tipo de lámparas en diferentes instalaciones de los hoteles. En función del nivel de acentuación que se requiera en la instalación, se recurre con mayor frecuencia a luminarias con lámparas de halogenuros metálicos en su interior (generalmente de doble terminal). Principalmente existen dos clases de lámparas de halogenuros metálicos:

- ✿ Lámparas de halogenuros metálicos con quemador de cuarzo.
- ✿ Lámparas de halogenuros metálicos con quemador cerámico.

Las diferencias entre ambas tecnologías se pueden resumir en:

Tipo de halogenuro	Ra	Eficacia
Cuarzo	70-80	80-90
Cerámico	85-95	85-95

Al igual que en los casos anteriores, el empleo de una u otra tecnología repercutirá en CTP. Véase el siguiente ejemplo:

Coste de la energía (kWh)	0.08 €
Tiempo de utilización anual	10h / día - 3600h / año

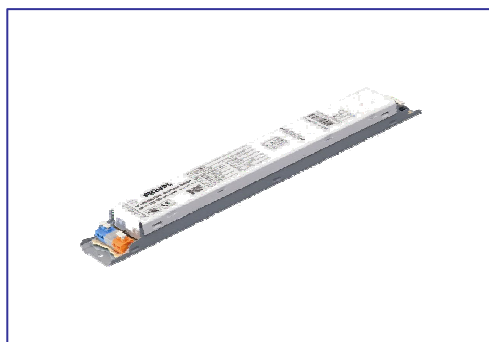
Lámpara de halogenuro metálico	Cuarzo	CDM-TD Cerámico
Número de lámparas	1	1
Potencia (vatios)	70	70
Vida útil (horas)	8500	15000
Precio medio (€)	30	45
Tasa RAEE (€)	0.3	0.3
Coste de reemplazo (€)	3	3
Costes Energía / año	20.16 €	20.16 €
Costes de Mant. /año	14.10 €	11.59 €
Ahorro anual		2.51 €

Al usar lámparas CDM-TD con quemador de cerámico, a parte de ahorrar en costes de propiedad 2,5 € se dispondrá de lámparas más eficaces con reproducción cromática superior.

F) Sustitución de reactancias electromagnéticas por Equipos Electrónicos

A parte de conseguir reducciones notables de consumo eléctrico por el uso de las lámparas recomendadas, podemos lograr importantes ventajas adicionales usando equipos (balastos y transformadores) más eficientes y sistemas de control sencillos (Actilume)

Las lámparas fluorescentes necesitan equipos auxiliares para funcionar. Tradicionalmente se han utilizado balastos electromagnéticos junto con arrancadores o cebadores. La gran desventaja de este tipo de sistemas es que son poco eficientes desde el punto de vista del consumo de energía.



Balasto Electromagnético Balasto Electrónico

Los **balastos electrónicos** tienen muchas ventajas sobre los electromagnéticos:

- ✿ **Ahorro energético:** es posible reducir el consumo energético hasta en un 25 %. De esta manera además de consumir menos recursos energéticos, conseguiremos un importante ahorro en la factura de la electricidad.
- ✿ **Más vida útil en las lámparas:** se puede conseguir hasta un 50 % más de vida en las lámparas. Esto se traduce en menos reposiciones de lámparas y, por lo tanto, menos residuos y consumo de materias primas. Y por supuesto un importante ahorro en costes de mantenimiento.
- ✿ **Menor generación de calor residual:** los balastos electrónicos funcionan a una temperatura más baja, con lo que tendremos un ahorro en climatización.
- ✿ **Mayor confort visual:** se eliminan los parpadeos molestos y el efecto estroboscópico gracias al funcionamiento en alta frecuencia.
- ✿ **Mayor seguridad:** la desconexión automática al final de la vida de la lámpara evita los riesgos de sobrecargas y falta de confort por continuos intentos de reencendido.
- ✿ **Mayor simplicidad:** un balasto agrupa todos los componentes de un equipo de lámparas de fluorescencia, siendo más sencilla su instalación y mantenimiento.

- ✿ **Mayor flexibilidad:** los balastos regulables permiten adaptar la luz a las necesidades del momento. Los balastos DALI nos permiten integrar la iluminación y tener un control total de ella.

G) Sustitución de transformadores electromagnéticos por electrónicos

El uso de transformadores electrónicos frente a los electromagnéticos garantiza un funcionamiento seguro debido a sus circuitos de protección en caso de cortocircuitos, sobrecargas y altas temperaturas. Además, el nivel de luz se mantiene siempre constante en casos de bajo voltaje o sobre voltaje.



3.3.5. Ejemplo de Auditoría Energética en un Hotel

3.3.5.1. Características del Hotel

Hotel de 12 plantas y 300 habitaciones, 250 de las cuales son dobles y 50 son suites. Dispone de un amplio hall de entrada y una recepción abierta las 24 horas del día. Dispone entre sus instalaciones de algunas tiendas, cafetería, bar, pub, restaurante, varios salones de conferencias y piscina. El hotel también tiene aparcamiento y garaje.

3.3.5.2. Instalaciones auditadas

De entre todas las instalaciones de las que consta el hotel, se han auditado las siguientes:

- ✿ **Habitaciones estándar.**
- ✿ **Suites.**
- ✿ **Pasillos.**
- ✿ **Hall.**
- ✿ **Salones.**

Los tiempos promedios de utilización del alumbrado estimados por cada instalación son:

- ✿ **Habitaciones estándar:** 4 horas / día - 365 días / año.
- ✿ **Suites:** 4 horas / día - 365 días / año.
- ✿ **Pasillos:** 24 horas / día para todas las lámparas salvo halógenas (sistema de regulación): 8 horas / día - 365 días / año.
- ✿ **Hall:** 24 horas / día - 365 días / año.
- ✿ **Salones:** 5 horas / día - 365 días / año.

Los parámetros estipulados para la realización del estudio de ahorro energético:

- ✿ **Coste de la electricidad:** 0.08 kWh.
- ✿ **Costes de reposición por lámpara:** 3.50 €.

Productos instalados:

Lámparas Incandescentes

- Estándar Clara 40 W.
- Estándar Clara 60 W.
- Estándar Clara 100 W.
- Vela lisa Clara 40 W.

Lámparas halógenas

- Dicroica estándar 35 W 12 V.
- Halógena lineal 2 terminales 150 W 230V.
- Bipin 20 W 12 V.

- Halógena 12 V 75 W diámetro 111 mm.

Lámparas Fluorescentes compactas integradas

- PL – E estándar 11 W.
- PL – E estándar 23 W.
- Ahorradora cubierta 16 W.
- Ahorradora cubierta 23 W.

Lámparas Fluorescentes compactas NO integradas

- PL – C 13 W.
- PL – C 18 W.
- PL -S 9 W.
- PL -S 11 W.

Tubos fluorescentes

- Tubo trifósforo 36 W serie 80.
- Tubo estándar 40 W serie 54.

Productos propuestos:

- **MASTERLine ES 20 W** en lugar de dicroica estándar 35 W.
- **MASTERLine 111 60 W** en lugar de halógena estándar 111 mm 75 W.
- **MASTER PLE-T 23 W** en lugar de PL-E estándar 23 W.
- **MASTER PLE-T 20 W** en lugar de Incandescente estándar clara 100 W.
- **MASTER PLE-C 8 W** en lugar de Incandescente estándar clara 40 W.
- **MASTER PLE-C 11 W** en lugar de PL-E estándar 11 W.
- **MASTER PLE-C 11 W** en lugar de Incandescente estándar clara 60 W.
- **MASTER TLD Xtra 36 W/830** en lugar de Tubo trifósforo TLD/36 W/830.
- **MASTER TLD Xtra 36 W/830** en lugar de Tubo estándar TLD/40W /54.
- Compacta Ahorradora **GENIE 8 W** en lugar de vela lisa clara 40 W.

3.3.5.3. Ahorros en cada instalación

Habitaciones estándar:

Instalación actual por habitación

INSTALACIÓN ACTUAL						
FAMILIA	QTYS	h/día	MODELO	W	h (v.util)	PVR(€)
INCAND.	1	4	Std Clara 220-60W	60	1000	0.92
HALOGENAS	4	4	dicroica 35W 38°	35	2000	4.10
CFLI	1	4	PL E 23W	23	6000	10.70

Instalación propuesta por habitación

INSTALACIÓN PROPUESTA						
FAMILIA	QTYS	h/día	MODELO	W	h (v.util)	PVR(€)
INCAND.	1	4	MASTER PLE-C	11	15000	17.62
HALOGENAS	4	4	MASTERLINE ES	20	5000	9.92
CFLI	1	4	MASTER PLE-T	23	15000	17.15

Ahorros por habitación:

- Energía: 12.7 €
- Mantenimiento: 12.1 €
- **TOTAL: 24.8 €**

Ahorro total en las habitaciones estándar: **7 440 € / año.**

Suites

Instalación actual por suite

INSTALACIÓN ACTUAL						
FAMILIA	QTYS	h/día	MODELO	W	h (v.util)	PVR(€)
HALOGENAS	15	4	dicroica 35W 38°	35	2000	4.10
HALOGENAS	1	4	Plusline	150	2000	6.65
CFLI	3	4	PL E 23W	23	6000	10.70

Instalación propuesta por suite

INSTALACIÓN PROPUESTA						
FAMILIA	QTYS	h/día	MODELO	W	h (v.util)	PVR(€)
HALOGENAS	15	4	MASTERLINE ES	20	5000	9.92
HALOGENAS	1	4	Plusline	150	2000	6.65
CFLI	3	4	MASTER PLE-T	23	15000	17.15

Ahorros por suite:

- Energía: 26.3 €
- Mantenimiento: 25.6 €
- **TOTAL: 51.8 €**

Ahorro total en las suites: **2 590 € / año.**

Pasillos

Instalación actual en todos los pasillos

INSTALACIÓN ACTUAL						
FAMILIA	QTYS	h/dia	MODELO	W	h (v.util)	PVR(€)
INCAND.	18	24	Std Clara 220-100W	100	1000	1.05
CFLI	21	24	Ambiance Pro	23	12000	17.25
HALOGENAS	550	8	dicroica 35W 38°	35	2000	4.10
CFLI	21	24	Ambiance Pro	23	12000	17.25
HALOGENAS	1	24	Plusline	150	2000	6.65
INCAND.	180	24	vela lisa clara	40	1000	1.10

Instalación propuesta para todos los pasillos

INSTALACIÓN PROPUESTA						
FAMILIA	QTYS	h/dia	MODELO	W	h (v.util)	PVR(€)
INCAND.	18	24	MASTER PLE-T	20	15000	17.62
CFLI	21	24	Ambiance Pro	23	12000	17.25
HALOGENAS	550	8	MASTERLINE ES	20	5000	9.92
CFLI	21	24	Ambiance Pro	23	12000	17.25
HALOGENAS	1	24	Plusline	150	2000	6.65
INCAND.	180	24	Genie	8	8000	10.90

Ahorros en pasillos

- Energía: 6 973 €
- Mantenimiento: 7 027 €
- **TOTAL: 14 000 €**

Ahorro total en los pasillos: **14 000 € / año.**

Hall

Instalación actual en el hall

INSTALACIÓN ACTUAL						
FAMILIA	QTYS	h/día	MODELO	W	h (v.util)	PVR(€)
HALOGENAS	6	24	Aluline 111	75	3000	17.90
CFLI	2	24	PL E 11W	11	6000	10.70
HALOGENAS	25	24	dicroica 35W 38º	35	2000	4.10
FLORESC	16	24	TL40/54	40	13000	2.97
INCAND.	10	12	vela lisa clara	40	1000	1.10

Instalación propuesta en el hall

INSTALACIÓN PROPUESTA						
FAMILIA	QTYS	h/día	MODELO	W	h (v.util)	PVR(€)
HALOGENAS	6	24	Masterline 111	60	4000	19.70
CFLI	2	24	MASTER PLE-C	11	15000	17.62
HALOGENAS	25	24	MASTERLINE ES	20	5000	9.92
FLORESC	16	24	TLD XTRA 830	36	24000	10.38
INCAND.	10	12	Genie	8	8000	10.90

Ahorros en el hall

- Energía: 483 €
- Mantenimiento: 415 €
- **TOTAL: 898 €**

Ahorro total en el hall: **898 € / año.**

Salones

Instalación actual en todos los salones

INSTALACIÓN ACTUAL						
FAMILIA	QTYS	h/día	MODELO	W	h (v.util)	PVR(€)
HALOGENAS	274	5	dicroica 35W 38º	35	2000	4.10
HALOGENAS	20	5	Plusline	150	2000	6.65
HALOGENAS	28	5	Capsuline	20	3000	3.66
CFLNI	54	5	PLS 9W 827	11	6500	4.02
CFLI	82	5	Ambiance Pro	16	12000	17.25
INCAND.	32	5	Std Clara 220-40W	60	1000	0.92
CFLNI	152	5	PLC 18W 840	18	6500	6.62
FLUORESC	246	5	TLD 830	36	12000	4.92

Instalación propuesta en todos los salones

INSTALACIÓN PROPUESTA						
FAMILIA	QTYS	h/día	MODELO	W	h (v.util)	PVR(€)
HALOGENAS	274	5	MASTERLINE ES	20	5000	9.92
HALOGENAS	20	5	Plusline	150	2000	6.65
HALOGENAS	28	5	Capsuline	20	3000	3.66
CFLNI	54	5	PLS 9W 827	11	6500	4.02
CFLI	82	5	Ambiance Pro	16	12000	17.25
INCAND.	32	5	MASTER PLE-C	8	15000	17.62
CFLNI	152	5	PLC 18W 840	18	6500	6.62
FLUORESC	246	5	TLD XTRA 830	36	24000	10.38

Ahorros en los salones

- Energía: 843 €
- Mantenimiento: 781 €
- **TOTAL: 898 €**

Ahorro total en los salones: **1 624 € / año.**

3.3.5.4. Ahorros totales

- ✿ Ahorro total en las habitaciones estándar: **7 440 € / año**
- ✿ Ahorro total en las suites: **2 590 € / año**
- ✿ Ahorro total en los pasillos: **1 4000 € / año**
- ✿ Ahorro total en el hall: **898 € / año**
- ✿ Ahorro total en los salones: **1 624 € / año**

Ahorro total: 26552 € / AÑO.

Bibliografía

1. Norma UNE-EN 12193 de “Iluminación de instalaciones deportivas”.
2. Norma UNE-EN 12464.1 de “Iluminación en los lugares de trabajo”.
3. “Introducción al alumbrado”. Philips Ibérica.
4. “Luz sobre la Norma Europea”. Philips Ibérica.
5. “Manual de Iluminación”. Philips Ibérica.

4.1. ¿Por qué ahorrar agua?

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.

En la Comunidad de Madrid, el año 2006, ha sido el peor de la década dejando los embalses al 40,6 % de su capacidad, un 0,8 % por debajo de los registros del año pasado (41,4 %) y muy por debajo de la media de los últimos 5 años (53,1 %) y de la última década (53,7 %).

Pero todavía hay personas que no entienden porqué ha de escasear el agua, y porqué el precio del agua potable es cada vez más caro, pues miren donde miren encontramos algún medio húmedo como ríos, lagos, estanques y seguimos haciendo uso del agua como si no pasara nada.

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, con inundaciones en algunas zonas del planeta y sequías en otras.

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.

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

Recientemente, está creciendo la sensibilidad sobre estos temas, sobre todo por las noticias, las restricciones y cortes, que algunas poblaciones empiezan a sufrir, debido a los altos niveles de consumo y una sequía latente, de la que no nos recuperamos.

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.

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

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 hm³ de agua de abastecimiento público urbano. De esta cantidad, un 82,1 % (4.042 hm³) 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 hm³, 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.

La Comunidad de Madrid, se mantiene desde hace unos años, con unos consumos similares a la media nacional, en este caso incrementó su consumo en un 3 % pasando de los 166 a 171 litros por habitante y día, del año 2004.

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/m³.

El valor unitario del abastecimiento de agua alcanzó los 0,66 euros/m³, mientras que el de tratamiento de aguas residuales fue de 0,30 euros/m³.

Por comunidades autónomas, los valores más elevados correspondieron a Canarias (1,64 euros/m³), Illes Balears (1,31) y 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.

Revisando las cifras y noticias del año 2006 y tras unos años de claras acciones encaminadas a reducir el consumo en la Comunidad de Madrid, ésta ha registrado un descenso del consumo de agua de 18 litros por habitante y día, esto es, se ha gastado un 10,5 por ciento menos que la temporada anterior (2004-2005). Lo que supone que el consumo medio de los madrileños en este año hidrológico, es de 150 litros por habitante y día, cifra altamente interesante cuando la tendencia del país es el incremento de la demanda.

En el sector Hotelero y Residencial, hay tres enfoques claramente diferenciados en consumos de agua; éstos son por orden de importancia:

- ✿ Los consumos de ACS (Agua Caliente Sanitaria) y AFCH (Agua Fría de Consumo Humano) en consumos sanitarios en aseos, duchas, inodoros, etc., como parte primordial de la explotación del negocio.
- ✿ Los consumos de agua para la manipulación, limpieza y elaboración de alimentos o comidas, así como para el lavado de vajillas y lavandería y limpieza en general.

- ✿ Los consumos en mantenimiento, climatización, producción y limpiezas o incluso riego, baldeo y paisajismo, en algunos casos muy específicos.

De entre los mencionados, este capítulo se centra especialmente en el consumo de ACS y AFCH, pues son generales a cualquier tipo de establecimiento, centro, instalación o edificación, e incluyen un componente importante, que es el consumo energético para su calentamiento; aunque también veremos el resto.

La valoración de una guía, como lo pretende ser ésta, que sirva a nivel genérico para todo tipo de empresas hoteleras, cadenas o establecimientos de cualquier categoría, nos lleva a enfocar el tema desde una perspectiva muy reducida y generalista, con una visión y consejos generales y actuaciones concretas y polivalentes válidas para cualquier tipo de establecimiento del sector.

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 m³), pues los costes se verán incrementados no sólo por una mayor penalización tarifaria, sino también por una serie de obligaciones que, por ejemplo, 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.

El 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, del denominado efecto invernadero.

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 m³ de agua**, implica unas emisiones **mínimas** de más de **0,537 kilogramos** de **CO₂**, considerando todo el ciclo de agua; es decir, aducción, distribución, acumulación, consumo, canalización, depuración, reciclaje y tratamiento de vertidos, etc.

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

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

Recientemente, se acaba de aprobar, y ya está en vigor, una nueva ordenanza municipal, que en el caso del Ayuntamiento de Madrid, obliga a todo establecimiento público a incorporar técnicas de bajo consumo de agua, y si fuera un gran consumidor (más de 10.000 m³), y sea cual fuere su actividad, a realizar un plan de gestión sostenible del agua y de ser auditado por una empresa externa, que certifique que cumple la normativa y en qué grado de cumplimiento lleva su propio plan, siendo visada por el departamento denominado Oficina Azul.

Además, da claras especificaciones del tipo de griferías a instalar y los consumos máximos de las mismas, ofreciendo un plazo máximo de dos años para que todos los establecimientos adecuen sus instalaciones e incorporen grifería eficiente en las áreas públicas o de elevada concurrencia, como por ejemplo los aseos públicos, y optimizar sus consumos en toda la instalación.

No sólo la localidad de Madrid, dispone de normativas de uso y gestión sostenible del agua, infinidad de ayuntamientos como el de Alcobendas, (*que fue uno de los primeros de España*), Alcalá de Henares, etc., disponen de normativas al respecto y en estos últimos días se están realizando infinidad de acciones y actuaciones, para sensibilizar directa e indirectamente al ciudadano a cuidar y hacer un uso racional del agua que poseemos.

Como podemos ver, cada vez más la sociedad, las autoridades, instituciones, van acotando los excesos de consumo, pues el hecho de que el agua resulte barata, no quiere decir que dispongamos de ella sin ninguna limitación y cada día iremos viendo cómo el Estado, las comunidades autónomas y sobre todo las corporaciones locales, legislan a favor del crecimiento sostenible y el mantenimiento de los recursos naturales, para favorecer a las futuras generaciones.

Un **Programa de Reducción y Uso Eficiente del Agua**, para cualquier establecimiento hotelero o residencial, etc., se implementa para alcanzar distintos objetivos, entre los que se pueden destacar los siguientes:

- ✿ Disminuir el agua requerida para cada proceso, optimizando la utilización de la misma.
- ✿ Disminuir, 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.

- ✿ Facilitar las posibles implementaciones de sistemas de gestión medioambiental, tipo ISO 14.001, EMAS, “Q” Calidad, etc.
- ✿ Ayudar a la sociedad directa e indirectamente, facilitando el crecimiento sostenible de la misma y aportando un granito de arena vital para futuras generaciones.
- ✿ Obtener una mejor imagen pública para la empresa o gestora, de ser respetuosa con el medioambiente, lo que la posiciona y diferencia del resto de la oferta del gremio, siendo muy apreciado por determinados sectores, pero sobre todo por los clientes y usuarios más exigentes, como signo de calidad.
- ✿ Y por último, la no menos importante actuación, la reducción de costes económicos, que permitirán un mejor aprovechamiento de dichos recursos en otras áreas y facilitará y aumentará los beneficios, haciendo que la empresa sea más competitiva.

4.1.2. Situación de la masa hotelera en temas hídricos

Hasta ahora era habitual dejar en manos de los técnicos, como arquitectos, ingenieros o decoradores, la selección del tipo de grifería y equipamiento a utilizar en el hotel. Ya cada vez más, a éstos se les dan directrices concretas, bien sea por imagen de marca o por criterios de eficiencia y mantenimiento, del tipo de grifería a instalar; por lo que la profesionalidad del sector va avanzando cada vez más, siendo los responsables de estas tendencias saludables los profesionales al frente de cadenas hoteleras y que mueven en muchos casos las raíces obsoletas del sector.

Para aproximarnos a lo importante que es el ahorro de agua en el sector hotelero, vamos a ver unas cifras provenientes de un estudio realizado por el autor en el año 2005, sobre los consumos de 100 hoteles, para determinar qué volumen de agua podría reducirse, con qué inversiones y qué resultados se podrían esperar de la experiencia.

De entre los 100 hoteles analizados de 3, 4 y 5 estrellas, se dividió la muestra de la siguiente forma y con los siguientes ratios de volumen:

Categoría del Hotel	Nº de participantes	Consumo Medio
Hoteles de 3 Estrellas:	30 Hoteles	293 Litros/estancia
Hoteles de 4 Estrellas:	60 Hoteles	299 Litros/estancia
Hoteles de 5 Estrellas:	10 Hoteles	516 Litros/estancia

Tipo de explotación	Nº de participantes	Consumo Medio	Peso
Hoteles Urbanos:	58 Hoteles	310 Litros/estancia	65,64 %
Hotel Vacacional - Playa:	42 Hoteles	363 Litros/estancia	34.36 %

Otros ratios de volumen:

Nº de Hoteles:	100 Hoteles
Agua Total consumida en el año:	3.328.470 m³
Nº Total de habitaciones:	26.042 Hab.
Nº Total de camas:	51.967 Camas
Nº Total de Estancias:	10.988.736 Estancias
Inversión Total en Agua:	2.911.233,92 €
Consumo Medio por Estancia:	333 l/Est.
Coste Medio de agua por Estancia:	0,28 € /Est.
Coste Medio de agua por Habitación:	108,14 €/Hab/Año
Gasto medio en agua por Hotel:	29.112,34 €/Año

De esta experiencia, el primer dato relevante que se obtuvo, fue que los hoteles de 3 estrellas han aumentado considerablemente el consumo medio estadístico “que se suponía” en el entorno de 220-230 litros estancia, acercándose espectacularmente a los de categoría superior (*4 estrellas*). Esto se debe principalmente a que el tipo de equipamiento utilizado hoy en día en este tipo de establecimientos, es idéntico o similar al que se utilizan en los de mayor categoría, homogeneizando ambas categorías al disponer de equipamiento parecido.

Por otra parte, puede apreciarse lo elevado de los mismos, sobre todo si comparamos estos datos con la estadística nacional, la cual, cifra los consumos de una persona al día en unos **171 litros** (INE 2.004), lo que comparado con los **313,5 litros** de media de los hoteles analizados por el autor en la zona de Madrid (*16 hoteles de los 100 del estudio*), nos da una variación de nada más y nada menos que del 83 % de incremento sobre dicho consumo medio.

En la siguiente tabla podemos ver la evolución del consumo por comunidades autónomas en los seis últimos años, en los que el INE, ha publicado sus resultados. No hay que olvidar que la tendencia general de las grandes

comunidades consumidoras de agua, está bajando estas cifras debido a la sequía de los dos últimos años, 2005 y 2006, y la mayor sensibilidad y restricciones que esto provoca. En el año 2005, se estima que Madrid capital, rondará los 150 litros por persona y día. *(Lo que sigue siendo la mitad de lo que se consume de media en los hoteles en una estancia de una persona).*

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
Balears, Illes	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
Madrid (Comunidad de)	176	176	171	166	166	171
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
España	165	168	165	164	167	171

Tras disponer de información del volumen de consumo de los hoteles, se realizaron verificaciones y mediciones en los mismos para determinar el consumo medio por minuto de utilización del equipamiento instalado, verificando cuánto se podría ahorrar sin merma del confort y ni de la calidad del servicio ofrecido.

Los datos resultantes fueron los siguientes:

Tipo de sanitario:	Consumo Medio	Posible Ahorro
Lavabo	12,9 Lit/min.	58,14 %
Bidet	12,5 Lit/min.	56,02 %
Ducha/baño	12,9 Lit/min.	28,07 %
Inodoro	8,9 Lit/desc.	40,23 %
Fregaderos/Office	14,5 Lit/min.	51,72 %

Nota: En el baño, sólo se consideraba sobre la alcachofa o mango de la ducha.

El ahorro medio ponderado, sobre los consumos existentes, resultaba ser superior al **39,82 % del consumo** considerado el agua caliente sanitaria y fría de consumo humano.

De estos consumos, no hay que olvidar, que dependiendo del hotel y sus instalaciones, el agua caliente sanitaria representa entre el 47 y el 64 % del total del consumo sanitario del establecimiento, por lo que ahorrar agua, significa ahorrar la energía de calentarla.

En varias pruebas de contraste donde se optimizó todo el hotel, el ahorro resultante fue muy superior al esperado, llegando en algunos casos a superar el 55 %, durante el tiempo del ensayo.

4.2. ¿Cómo ahorrar agua y energía?

Tanto por responsabilidad social, como personal, ecológica o económica, es importante saber qué hacer para reducir la demanda de agua. Este capítulo persigue dar a conocer acciones, técnicas y sistemas que permitan a propietarios, gestores, responsables y técnicos de este tipo de establecimientos, minimizar los consumos de agua y la energía derivada de su calentamiento.

La racionalización y el consumo responsable del agua, no ha de limitarse sólo a la disminución de consumos, sino que ha de enfocarse desde el punto de vista de aprovechamiento de ésta en cualquier área o posible actuación que permita su reaprovechamiento o reciclaje.

La nueva normativa del Ayuntamiento de Madrid, se centra de forma explícita en determinar cómo deberán de ser las nuevas edificaciones, en lo concerniente a las instalaciones de suministro, distribución y calentamiento térmico y, por supuesto, recuperación y reciclaje, aunque en este último punto sólo pretende preparar las edificaciones para un futuro cercano donde además de

reducir la demanda, el agua que va a los alcantarillados se divide desde el origen en aguas pluviales, grises y negras. Posibilitando la reutilización y reciclaje para otros menesteres donde la calidad del agua no es crítica y permitiría a la localidad el baldeo, riegos, etc., con aguas de una menor calidad.

El aprovechamiento de las aguas de lluvia o el reciclaje de las aguas grises en establecimientos hoteleros posibilita fuentes de suministro gratuitas de por vida, ya que está garantizada la demanda en agua sanitaria y, por lo tanto, también su disponibilidad para el reciclaje.

Un ejemplo claro de aprovechamiento es la instalación de circuitos separados para aguas negras (inodoros, urinarios, fregaderos, lavadoras, lavavajillas, etc.), y aguas grises (ducha y lavabos principalmente), siendo estas últimas muy fáciles de reciclar a bajo coste y posibilitando agua por ejemplo para los inodoros, rentabilizándose la inversión desde el primer momento y reduciendo el consumo del establecimiento en más de 35 % de la demanda total prevista para uno tradicional.

El aprovechamiento del agua clorada de las piscinas o centros termales para el uso anteriormente descrito, reduce los costes de implementación aun más, ya que el tratamiento y filtraje de ésta es muchísimo más simple, siendo facilísima la instalación en edificaciones con estos servicios.

Por último, antes de entrar en otras consideraciones de carácter más energético, no hemos de olvidar la captación del agua de lluvia, y aunque Madrid no cuenta con una pluviometría favorable para estos menesteres, podemos contar con una aportación de más de ½ metro cúbico por metro cuadrado.

Paralelamente el nuevo Código Técnico de Edificación (CTE), junto con normativas regionales y locales, prácticamente exigen, que en la totalidad de las nuevas edificaciones sea obligatorio la implementación de Paneles Solares, como apoyo al ACS y la calefacción, para minimizar los consumos energéticos derivados de su calentamiento.

Hay que ser conscientes de que la demanda de agua en un hotel de 100 habitaciones (calculados a partir de la norma UNE 94002:2005 “Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética”), es de entre 4.000 y 7.000 litros de consumo por día, por lo que la implementación de este tipo de medidas correctoras que describimos seguidamente, posibilitará unas necesidades de entre 2.500 litros para un hotel/hostal o pensión de 2 estrellas, hasta los 4.900 litros para un hotel de 4-5 estrellas. Lo que puede darnos una idea de la cantidad de agua caliente economizada a lo largo del año.

En estudios de contraste, realizados por el autor, para distintos establecimientos hoteleros del país, se han obtenido ahorros en algunos casos superiores al 65 % del consumo previo total; siendo lo más habitual encontrar un ahorro garantizado superior al 40 %, con una amortización normal dentro del mismo ejercicio en el que se ejecutó la implementación.

La implementación de técnicas de ahorro de agua en las nuevas edificaciones, fueran del tipo que fueran, posibilita **reducir en más del 30 %** la extensión o área de captación solar, debido principalmente a la reducción de la demanda, posibilitando menores necesidades de acumulación y un mayor grado de aprovechamiento de la temperatura obtenida en el intercambiador.

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 hoteles, residencias, hospitales, gimnasios y empresas españolas, principalmente en las zonas costeras e insulares.

Este tipo de equipos tienen por objetivo reducir drásticamente el consumo de agua en el establecimiento, tanto en agua fría como caliente. 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.

4.2.1. Acciones y consideraciones para ahorrar agua y energía

Un paso previo para determinar qué se puede hacer para economizar agua, es el análisis de qué es lo que influye en el consumo, para que éste pueda ser menor. De estudios, encuestas y trabajos realizados por el autor, se pueden exponer una serie de conclusiones:

- ✿ La configuración del trazado de las líneas de conducción o distribución y reparto y las presiones de entrega, hacen que algunos puntos de consumo sean más elevados de lo estrictamente necesario.
- ✿ Los caudales entregados por lo general, son superiores a los exigidos. En algunas encuestas realizadas, los usuarios alcanzan el nivel de confort con mucho menos caudal del exigido y ofrecido habitualmente y sobre los que dice la normativa.
- ✿ Hay muchas veces que el agua circula innecesariamente por los circuitos sin demanda, ni criterio.
- ✿ En algunos de los procesos y equipos se podría consumir menos agua de la que se consume sin merma del confort, ni detrimento del servicio ofrecido, pues hoy en día se dispone de tecnologías que lo posibilitan, y que dependen sólo de la selección del equipo adecuado.

- ✿ La calidad del agua que en determinados procesos se utiliza es excesiva, para el uso al que se destina. Por ejemplo, en los inodoros se podría utilizar un agua de menor calidad que la que se utiliza para la ingesta humana.
- ✿ Otro ejemplo de lo anterior, sería el riego de jardines. La presencia de nitratos, no es aconsejable para el consumo humano, pero es muy beneficiosa para el crecimiento de las plantas.

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

- ✿ En las instalaciones de fontanería, tanto de ACS, como AFCH, hay que preocuparse de que cuando se diseñen o reformen, se considere como muy importante la eficiencia; tanto como el diseño y la ergonomía de uso; utilizando los adelantos técnicos más avanzados que en ese momento existan (*ya contrastados*), pues una instalación una vez construida, será para muchos años. Sin olvidar la facilidad de mantenimiento y sus costes.
- ✿ 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.
- ✿ 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 de las instalaciones del establecimiento.
- ✿ Es muy interesante la instalación de contadores (*a ser posible electrónicos*), que permitirán la segregación y control de consumos y fugas, adecuando los diámetros de éstos a las necesidades reales, y no con márgenes de seguridad excesivos, que encarecerán la factura del agua sin aportar nada a cambio. (*En la localidad de Madrid, ya es obligatorio para todos y se dispone de tres años para segregar los consumos comunitarios*).

- ✿ La limitación de la presión barométrica de las instalaciones, puede suponer un ahorro en las plantas con cotas de altura inferiores de hasta un 20 %; para ello se debe o bien realizar escalonamientos en las distintas alturas a suministrar agua, o bien limitar la misma por tramos de reparto y distribución.
- ✿ La adecuación y regulación de temperaturas de reparto en todos los procesos y la regulación termostática de las mismas, garantizará un máximo de confort y un mínimo consumo energético de la instalación. A la hora de diseñar los edificios e instalaciones, hay que intentar concentrar las zonas húmedas o distribuirlas adecuadamente, no segregarnos más de lo necesario. Un circuito con 50 metros de más, genera un volumen de consumo energético en mantenimiento superior al 2 % anual.
- ✿ 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. *(Siendo obligatorio en Madrid).*
- ✿ 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 (por ejemplo para el riego mezclada con otras aguas).*

- ✿ Selección de equipos hidro-eficientes, 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. (Además ahora suele haber subvenciones para este tipo de equipos).
- ✿ Utilizar jabones y productos biodegradables, que no contengan cloro ni fosfatos en su composición y emplear 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, a la vez que se toman las temperaturas en puntos terminales, como exige el RD. 865/2003. Comprobar si éstos cierran adecuadamente, tienen pérdidas y/o fugas. *(Verificar sobre todo los tanques o cisternas de inodoros, pues suelen ser los más dados a tener fugas, por culpa de los flotadores de los grifos o los sistemas de cierre).*

- ✿ Si se utilizan sistemas de tratamiento del agua, verificar la calidad del agua y su composición cada cierto tiempo y sobre todo en épocas estivales, pues la variación de su composición requerirá dosis o ciclos distintos. Aprovechar para comprobar el estado de resinas, sales, etc., de los distintos depósitos, verificando el resultado final del tratamiento.
- ✿ Realizar campañas de sensibilización ambiental dentro del establecimiento, formando al personal para que resuelva los problemas más habituales que pueda encontrarse, demostrando a los clientes y visitantes su sensibilidad y preocupación por el tema, lo que mejorará la imagen pública del centro.
- ✿ Instalar, prever o implementar equipos y medidas economizadoras de agua, como las que a continuación se detallan, pues facilitarán la minimización de los gastos y consumos de agua y energía, y generarán beneficios por ahorro para toda la vida.
- ✿ Realizar un plan interno de la gestión y uso eficiente del agua y la energía. No ya porque sea digno de que lo puedan solicitar, sino por el propio interés de ver por dónde y de qué forma podemos crecer con los mínimos recursos, tanto naturales, como económicos.

4.3. Tecnologías y posibilidades técnicas para poder 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*).

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 Madrid, Alcobendas, Alcalá de Henares, Getafe, etc., donde para obtener la licencia de obras, se necesita documentar que el proyecto incorpora grifería de bajo consumo.

Las tecnologías existentes permiten acelerar el agua y crear turbulencias sin aportación de aire en cabezales de ducha, que mejoran el confort al generar una sensación de hidro-masaje por turbulencias, 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. 1.

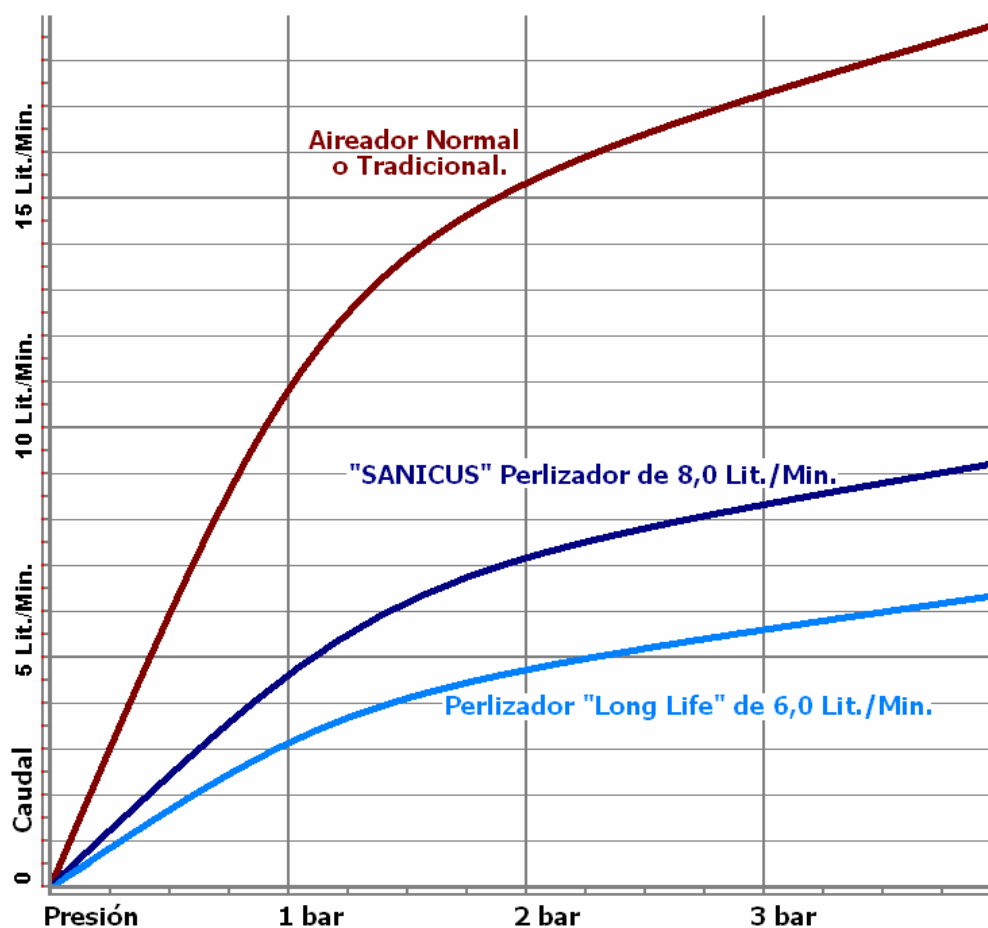


Figura 1. Consumos de griferías normales y ecológicas con Perlizadores.

En el caso de los grifos, éstos suelen llevar un filtro para evitar las salpicaduras (*rompeaguas o aireadores*), disponiendo de tecnologías punteras como los Perlizadores y Eyectores, que reducen el consumo de agua un mínimo del 50 % en

comparación con los equipos tradicionales y aportan ventajas, como una mayor eficacia con los jabones, por su chorro burbujeante y vigoroso, a la vez que son anti-calcáreos y anti-bloqueo, pudiendo ser sustituidos en cualquier grifería existente. Aunque también hay griferías que ya lo incorporan.

4.4. Clasificación de equipos

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

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

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

4.4.1. Grifos monomando tradicionales

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

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

Este problema está contrastado y demostrado, indicando que más del 60 % de los usuarios que utiliza un lavabo en un centro público, lo hace abriendo en su

posición central y durante un tiempo medio inferior a 30 segundos, no agarrando la maneta, sino empujándola desde abajo hacia arriba, hasta el final del recorrido, dándole golpecitos hacia abajo, para ajustar el caudal (*si es que éste fuera muy elevado*).

Hoy en día hay tecnologías que permiten reducir los consumos de agua de estos grifos y a la vez derivar los consumos de agua caliente no premeditada a consumos de agua fría. La solución consiste en la sustitución del clásico cartucho cerámico que incorpora, por otro “Ecológico” de apertura en frío en su posición central y en dos etapas.

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



Foto 1. Explicación gráfica de los Cartuchos Ecológicos.

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, a parte de cumplir con el objetivo del anterior, aporta ventajas como: ser más eficaz con los jabones líquidos, ser más agradable y confortable, aparentar salir más agua de la que realmente sale y, por supuesto, economizar agua y la energía derivada de su calentamiento.

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

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.

4.4.2. Grifos de volante tradicionales

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

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

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

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

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

A este tipo de equipos, y siempre que su antigüedad no supere los 15 años aproximadamente, también se le podrá implementar los Perlizadores antes comentados, complementando las medidas de eficiencia y totalizando ahorros superiores al **60 %** sobre el estado previo a la optimización.

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

4.4.3. Grifos termostáticos

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

Es habitual el desconocimiento de este tipo de equipos, salvo en su utilización en las duchas y bañeras, cuando en el mercado hay soluciones con grifería para lavabos, bidet, fregaderos, duchas con temporización, con activación por infrarrojos, o fregaderos de activación con el pie o antebrazo, 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 60,00 € 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.

4.4.4. Grifos electrónicos de activación por infrarrojos

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

El coste de este tipo de equipos varía, en función del fabricante y la calidad del mismo, pues los hay muy sencillos y muy sofisticados, siendo capaces de realizarse ellos mismos el tratamiento de prevención y lucha contra la *Legionella*. Existen dos técnicas muy parecidas de activación automática por detección de presencia (*infrarrojos y microondas principalmente*).

Estos equipos están disponibles para casi cualquier necesidad, utilizándose principalmente para el accionamiento en aseos de discapacitados y en aquellos sitios de alto tránsito (*lavamanos por ejemplo*), 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 en el caso de los lavamanos más del 70 %, e incluso casi el 80 %, si incorporan Perlizadores a su salida.

Se pueden utilizar para lavabos, fregaderos, duchas fijas, tanto normales como con equipos termostatizados, Foto 3. 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 por infrarrojos y termostatizada, para fregaderos.

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.

4.4.5. Grifos de ducha y torres de prelavado

Uno de los puntos donde posiblemente se consume más agua, de las zonas comunes, es sin lugar a dudas la zona de lavado de la vajilla del centro o cocina si se dispone de ella, o en zonas de limpieza de alimentos, para su conservación, preparación o cocinado.

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

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

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

palanca para que salga agua y se evita la salida continuada si no se tiene empuñada la ducha. Esto puede llegar a ahorrar más del 40 % del agua que se utiliza en esta zona, que por cierto suelen ser grifos que consumen entre 16 y 30 litros por minuto.



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

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

4.4.6. Grifos de fregadero en barras y cocinas

En muchas localidades y según la reglamentación sanitaria de la zona, son obligatorias determinadas características en barras y cocinas, como por ejemplo los lavamanos; pero sin ser obligatorio, podemos mejorar la ergonomía de utilización de los fregaderos de estas áreas con la implantación de eyectores giratorios orientables.

Éstos permiten ahorrar más del 40 % del agua y la energía que consumen habitualmente, y mejoran el confort de utilización sin sacrificar la calidad del

servicio, que se ve aumentada por las distintas formas de uso, al tener la opción de dirigir el chorro del grifo a cualquier parte del fregadero y la posibilidad de ofrecer chorro o lluvia.

4.4.7. 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.

Utilizándose casi siempre en equipos y zonas de gran uso, vienen a resolver situaciones de cierre automático a bajo coste, por ejemplo en lavamanos, bien por activación con el pie, la rodilla o la mano, debiendo preocuparnos de si los tiempos de activación son adecuados. *(Por ejemplo, 6" es lo más adecuado para los lavamanos).*



Foto 5. Mejoras posibles en griferías temporizadas.

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

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

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

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

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

Otra utilización muy habitual de estos equipos es en urinarios, lavabos 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.

4.4.8. Fluxores para inodoros y vertederos

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

El mayor consumo de estos equipos y algunos problemas de suministro suelen venir dados por factores muy concretos: diseño inadecuado de la instalación o variación de la presión de suministro y falta de mantenimiento del propio elemento. El diseño de una red de fluxores exige líneas de diámetros concretos y cálculos para evitar las pérdidas de carga de las líneas, siendo muy frecuente ampliar o variar éstas, o realizar tomas para otro tipo de sanitarios, lo que provoca que los consumos o presiones sean inestables; en otros casos, la presión de suministro aumenta, encontrándonos que los tiempos de actuación y los caudales suministrados son excesivos. Incluso superiores a los 9 litros.

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



Foto 6. Pistones Ecológicos para Fluxores.

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.

4.4.9. Regaderas, alcachofas y cabezales de duchas

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

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

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

- ✿ Cambio de la alcachofa o regadera de ducha por otra hidro-eficiente y de hidro-masaje por turbulencias, que posibilita ahorros de hasta el 60 % sobre los equipos tradicionales; siendo menor este ahorro, del orden del 35 %, cuando el equipo a sustituir es un equipo pensado para sitios públicos y suele ser accionado por un grifo temporizado.

- ❖ Desmontaje del equipo, sobre todo cuando tiene múltiples chorros o tipos de suministro de agua, intercalándole en la toma, un regulador o limitador de caudal, que tара 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.



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

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

4.4.10. Inodoros (WC)

El inodoro, es el sanitario que más agua consume en la vida cotidiana o a nivel doméstico, siendo el más utilizado en hoteles, residencias y en casi cualquier entorno residencial, aunque por el valor del consumo energético, estén todos los

demás por delante de éste. Su descarga media (estadística), suele estar en los 9-10 litros.

Los inodoros de los aseos de habitaciones y/o de aseos de señoras se 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 éstos sólo necesitarían un 20 o 25 % del agua, del contenido del tanque.

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

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

Casi la totalidad de los fabricantes que ofrecen cisternas o tanques empotrados, ofrecen en éstos, la opción de mecanismos con doble pulsador, algo altamente recomendable, pues 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 una persona en cómputo diario, tendría los siguientes consumos:

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

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

 4 Descargas x 3 l/Desc. = 12 l/ Día.

Diferencia: $45 - (9 + 12) = \mathbf{24 \text{ litros ahorrados}}$, lo que supone un 53,33 %.

Lógicamente, esta demanda es a nivel estadístico, por lo que perfectamente se puede afirmar que más del 80 % de estos consumos se realizan en el establecimiento hotelero (el hogar cuando se está fuera de él), por lo que la actuación de este ejemplo economizador en un hotel, hostel, pensión o residencia, supondría un mínimo del 40 % de reducción del consumo por estancia.

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 distinguirlos, sin desmontar la tapa, es pulsando sobre el botón de accionamiento, y nada más iniciarse la descarga y empieza 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 éstos 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 incorporar 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 debe ser de 10 años, siendo como mínimo 5.
- ✿ Y que los botones se identifiquen claramente, 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 aleado, endurecido o deteriorado, dejando escapar el agua por su asiento (*cambiarlas es muy fácil y su coste ridículo*). También será recomendable colocar 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.

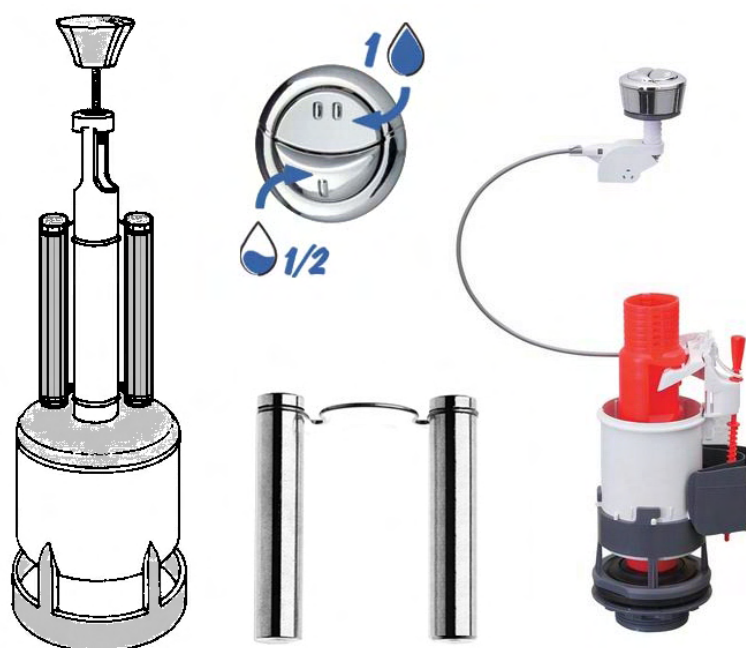


Foto 8. Mecanismo de tirador, contrapesos y M. de doble pulsador.

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.

4.5. Consejos generales para economizar agua y energía

En salas de calderas, calentadores y redes de 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.
- ✿ La revisión debe incluir una comprobación de la eficiencia de combustión y el ajuste de la proporción aire/combustible del quemador para obtener la eficiencia óptima.
- ✿ Indicar al técnico que maximice la eficiencia de la caldera y que le presente una hoja de ensayos con los resultados. El coste aproximado puede oscilar entre los 120 y 250 € 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, que garantice el servicio con el mínimo esfuerzo de la caldera. *(Si sus puntas son muy exageradas, valorar la implementación de un programador de maniobra que automatice los cambios de temperatura).*

En los puntos de consumo:

- ✿ Instalar equipos termostáticos siempre que sea posible, pues aumentan el confort y ajustan el consumo energético a la demanda real.
- ✿ Los equipos temporizados son ideales cuando se trabaja con jóvenes y adolescentes, pues evita olvidos de cierre y soportan mejor el posible vandalismo.
- ✿ Instalar o implementar medidas correctoras del consumo, como perlizadores, alcachofas de ducha ecológicas, reductores volumétricos, etc., reducirá espectacularmente los consumos.
- ✿ Equilibrar las presiones de los circuitos de ACS y AFCH, aumentará la calidad del servicio ofrecido y evitará descompensaciones térmicas por pérdidas de carga.

En el establecimiento en general y en las zonas de empleados:

- ✿ Promover una mayor participación en la conservación del medio ambiente por medio de actividades de educación ambiental, para empleados y subcontratas, realizando campañas de educación y procesos respetuosos, en su trabajo cotidiano, con ejemplos concretos, reputables y discriminatorios. *(Si se hace mucho hincapié en una tendencia y/o técnica mal utilizada, la persona que lo ejecuta se sentirá mal internamente cuando la practique).*

- ✿ Realizar campañas de sensibilización, transmitiendo a clientes y empleados su preocupación por el medioambiente, mejorará su imagen y disminuirá las facturas de los suministros.
- ✿ Diseñar y colocar pegatinas de sensibilización y uso correcto de equipos economizadores, por ejemplo en inodoros y/o sistemas especiales.
- ✿ Formar, instruir y redactar órdenes de trabajo claras y específicas, para que los empleados tengan presente cómo actuar ante las distintas situaciones que puedan encontrarse.
- ✿ Solicitar la colaboración de los usuarios, con notas de sugerencias y mejoras, y avisos para resolver los problemas y/o averías que puedan surgir y fueran detectados por los clientes, resolviéndolos inmediatamente para demostrar la preocupación por el tema y a la vez minimizar el impacto económico.
- ✿ Un hábito frecuente es tirar al inodoro gasas, compresas, tampones o los envoltorios de éstos, junto con papeles, plásticos o profilácticos, con lo que se pueden producir atascos en tuberías tanto de bajantes como en fosas y sifones, provocar 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, aparte de sensibilizar a los usuarios, los centros han de poner medios para poder facilitar esta labor.

En jardinería y paisajismo:

Es muy habitual disponer de zonas ajardinadas o de césped para la decoración del establecimiento, salvo en hoteles urbanos, y por ello, incluimos unos consejos a modo de ejemplos genéricos sobre cómo actuar en estas zonas.

- ✿ El exceso de agua en el césped produce aumento de materia verde, incremento de enfermedades, raíces poco profundas, desaprovechamiento de recursos y grandes facturas. Cuando se trata de regar un área verde o

jardín es preferible regar de menos que regar de más, pues se facilitará el crecimiento y enraizado de plantas, arbustos y césped, mejorando su imagen y sufriendo menos en épocas de sequía.

- ✿ La necesidad de agua en el pasto, puede identificarse cuando éste se torna de un color verde azulado y cuando las pisadas permanecen marcadas en él, ya que la falta de agua hace que a la hoja le cueste recuperar su posición original. Lo ideal sería regar el césped justo en ese momento ya que el deterioro en ese punto es mínimo y, apenas el césped recibe agua, se recupera. Regar el pasto antes de observar estos signos no proporciona beneficio alguno.
- ✿ No es recomendable regar sistemáticamente. Un programa fijo de riego no contempla las necesidades reales del césped y puede resultar perjudicial.
- ✿ La hora ideal para hacerlo es entre las 4:00 y las 8:00 de la mañana. A esta hora el viento no interfiere en el riego y no hay prácticamente evaporación de agua. Una de las complicaciones que ocasiona el riego en horas de la tarde, es la creciente incidencia de enfermedades. Este inconveniente puede reducirse regando únicamente cuando el césped lo necesita y haciéndolo esporádica pero profundamente. Regar durante el mediodía no es efectivo, ya que gran cantidad de agua se evapora, siendo por consiguiente muy difícil humedecer la tierra adecuadamente.
- ✿ El riego por aspersión produce más pérdidas que el riego por goteo o las cintas de exudación. La manguera manual también supone mucho desperdicio, pero es adecuado para aquellas plantas resistentes que se riegan manualmente muy de tarde en tarde.
- ✿ Al diseñar y/o reformar el jardín, agrupar las especies según su demanda de agua. Se tendrá de esta forma zonas de necesidades altas, medias y bajas. Por ejemplo, los Cactus y Crasas y la flora autóctona estarían dentro de un grupo de plantas con necesidades bajas.

- ✿ Elegir especies autóctonas que con la lluvia puedan vivir sin precisar riego alguno, o que no se mueran en periodos largos de sequía.
- ✿ La Xerojardinería posibilita reducciones de consumo hasta del 90 %.
- ✿ Existen hidro-geles o polímeros absorbentes del agua, que posibilitan el crecimiento de las raíces mucho más extensas y a la vez acumulan el agua, liberándola hacia las raíces más lentamente, lo que genera un crecimiento muy superior y una fortaleza mayor de las plantas y/o el césped. Con un 50 % menos de riego.
- ✿ 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.
- ✿ Si se necesita agua a presión para realizar la limpieza de determinada área, será preferible utilizar equipos presurizados de alta presión, que ofrecen más de 140 y 190 bares de presión, con un caudal de agua de menos de 7 a 10 litros por minuto (*sería el equivalente a un grifo*), mientras que una manguera consumirá más de 30 litros por minuto (*más de un 75 % de ahorro*). Todo ello con mucha más eficacia.
- ✿ Incorporar el jabón y/o detergentes a los recipientes después del llenado, aunque no haga espuma, limpiará lo mismo.
- ✿ Promover medidas para ahorrar en el lavado de trapos y uniformes de personal.



Foto 9. Máquina de limpieza por agua a presión.

- ✿ Las toallas, sábanas o trapos viejos se pueden reutilizar como paños de limpieza. No se emplearán servilletas o rollos de papel para tal fin, pues se aumenta la cantidad de residuos generados.
- ✿ Utilizar trapos reciclados de otros procesos y absorbentes como la celulosa usada, para pequeñas limpiezas y productos como la arena o el serrín para problemas de grandes superficies.
- ✿ No utilizar las mangueras para refrescar zonas, pues si están muy calientes se evaporará el agua muy rápidamente y los cambios bruscos de temperatura pueden crear problemas de dilatación.

No 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).

4.6. Caso práctico. Ejemplo de resultados

En el siguiente ejemplo podemos apreciar los resultados obtenibles en un hotel medio de 150 habitaciones:

- Días de trabajo operativo: 365 días/año.
- Habitaciones: 150.
- Estancias: 52.122.
- Ocupación: 68 %.
- Consumo medio anual de agua: 12.198 m³.
- Desestimación de consumos no ACS y AFCH: 580,8 m³
- Coste del metro cúbico de agua: 1,19 €/m³.
- Energía utilizada para calentar el agua: gas natural. *(La más económica).*
- Equipamiento a Optimizar: 631 Puntos de consumo *(Grifos, Bidet, Duchas, WC, Fregaderos, etc.).*
- Inversión propuesta a realizar: 6.422,19 € aproximadamente.
- Disminución de consumos prevista: 4.780 m³ *(esto supone un **39,19 %** del total y un 42,7 % de ACS).*

Ratios del Ejemplo:

Consumo Agua Actual:	Consumo Agua Posterior:	Ahorros Obtenidos:
12.198 m ³	6.837 m ³	4.780 m³
14.515,10 €	8.136,11 €	5.688,49 €

Ahorros Generados en Agua:	5.688,49 €
Ahorros Generados en Energía:	5.260,43 €
Total Ahorros Generados:	10.948,91 €

Inversión a Realizar:	6.422,19 €
Beneficios del Ejercicio:	4.526,72 €

El plazo de amortización global de la inversión es de unos **7 meses** (214 días) y si consideramos únicamente el coste del agua ahorrada, el plazo se dilataría hasta los **13,5 meses**, desde su instalación.

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

Desde un punto de vista financiero, la renta bruta anual garantizada (RBAG), sería de **9.664,47 €**, (para una vida mínima equivalente a los 5 años de garantía de los productos utilizados, aunque lógicamente vivirán muchísimo más tiempo).

El rendimiento bruto anual (RBA), sería del **150,5 %**, siendo la tasa de retorno de la inversión (TRI) del **832,4 %**.

Como conclusión, la inversión a realizar generaría unos beneficios netos, sólo durante los 5 años del periodo de garantía de los equipos, de **48.322,38 €**.

4.7. Beneficios ecológicos 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 del establecimiento.

Siguiendo con el ejemplo utilizado, el establecimiento hotelero que implementara las medidas correctoras, mejoraría medioambientalmente nuestra sociedad con una reducción neta de las emisiones de gases contaminantes de la atmósfera o gases de efecto invernadero de un mínimo de **1,018 toneladas de CO₂**, que si bien no es una gran cifra, sí que lo es desde el punto de vista de que se dejaría de emitir un 42,7 %, menos de gases de efecto invernadero y se colabora activamente con el crecimiento sostenible. *(Estas emisiones sólo consideran el consumo de agua y la mínima energía utilizada).*

Desde el punto de vista energético, el ahorro generado equivale a una reducción de casi los 116.900 kWh de energía térmica utilizada para calentar el agua, por ejercicio.

A nivel hídrico se habría dejado de consumir unos 4.780 m³ de agua, el equivalente a algo más de **dos piscinas olímpicas** reglamentarias. Sin olvidar la carga contaminante de estos vertidos, no pudiéndose valorar sin realizar mediciones.

Como se puede apreciar, pocas inversiones son tan interesantes para los establecimientos hoteleros, como las dedicadas a partidas de eficiencia y en especial a las de ahorro de agua y la energía derivada de su calentamiento.

Se mejoran los resultados de explotación, se mejora la imagen del establecimiento (*como sensibilizado ambientalmente*), se sensibiliza a empleados, proveedores y clientes, y se favorece el crecimiento sostenible de la sociedad.

Bibliografía

1. IDAE. (2001).: "Ahorro de Energía en el Sector Hotelero: Recomendaciones y soluciones de bajo riesgo". Madrid, España.
2. Proyecto Life. (2001).: "Jornadas Internacionales de Xerojardinería Mediterránea ". WWF/Adena. Madrid, España.
3. Fundación Ecología y Desarrollo. (2003).: "Guía de ecoauditoría sobre el uso eficiente del agua en la industria". Fundación Ecología y Desarrollo. (Zaragoza), España.
4. Infojardin.com (2002-2005).: Web y Artículos de Jesús Morales (Ingeniero Técnico Agrícola), (Cádiz) España.

5. 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.
6. Ahorraragua.com (2004).: “Eco-Artículos”, Web de la compañía. Madrid, España.
7. Estadísticas del INE, sobre el agua en los años 1998 - 2004.
8. 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.

Ahorro energético en la climatización de instalaciones hoteleras

5.1. Introducción

El objetivo de este capítulo es mostrar las principales líneas de actuación para incrementar la eficiencia energética en las instalaciones de climatización en general, con un hincapié especial en instalaciones del sector hotelero.

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

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

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

5.2. Diseño y utilización de las instalaciones

El confort humano se centra en cinco variables fundamentales:

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

Las instalaciones de tipo hotelero requerirán una adecuada zonificación para el confort individual de cada usuario.

Además habrá de proporcionarse una adecuada calidad de aire interior en las zonas de uso común.

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 1.

TABLA 1. Niveles sonoros en exterior.

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

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

TABLA 2. Niveles sonoros en interior.

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

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

En el exterior las medidas son:

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

En el interior son:

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

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

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

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

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

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

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

Después, el edificio ha de dividirse en zonas donde el sistema de distribución de agua y el sistema de control han de ser capaces de garantizar el confort a lo largo de todo el año. Conociendo la zonificación del edificio, las cargas de frío y calor han de comprobarse para conocer la cantidad de agua que ha de llegar a cada una de ellas y en qué momento ha de llegar este volumen.

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

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

5.3. Tecnología del ciclo frigorífico aplicable al ahorro energético

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

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

5.3.1. Ahorro energético por el avance tecnológico en nuevos equipos

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

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

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 %	

Incremento de eficiencia kW/kW

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

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

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

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

Ciclo de Carnot

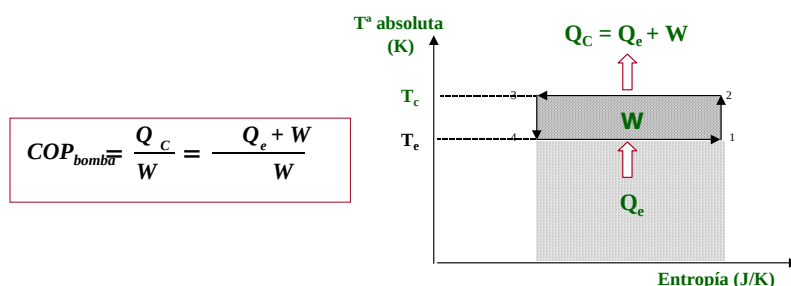


Figura 2. Ciclo Bomba de calor.

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

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

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

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

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

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

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

La segunda consideración es que al requerir temperaturas de agua o aire caliente que hagan posible un rendimiento óptimo de los emisores de calor la temperatura de condensación debe ser elevada (superior a 50 °C), y existe una clara tendencia a bajar conforme baja la temperatura de evaporación. El resultado es que las bombas de calor no pueden mantener altas temperaturas de salida de agua o de aire cuando existe una baja temperatura exterior.

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

Ello produce no sólo la ausencia de efecto calorífico en el foco caliente durante dichos períodos, sino incluso, en el desescarche por inversión del ciclo, un

efecto frigorífico en el foco que se desea calentar. Por tanto, en dichas condiciones la potencia calorífica neta, llamada también potencia calorífica integrada (en las unidades que se prueban bajo estándares europeos se incluye la potencia calorífica integrada durante el periodo de una hora). Será inferior a la potencia calorífica instantánea, siendo el COP también menor.

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

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

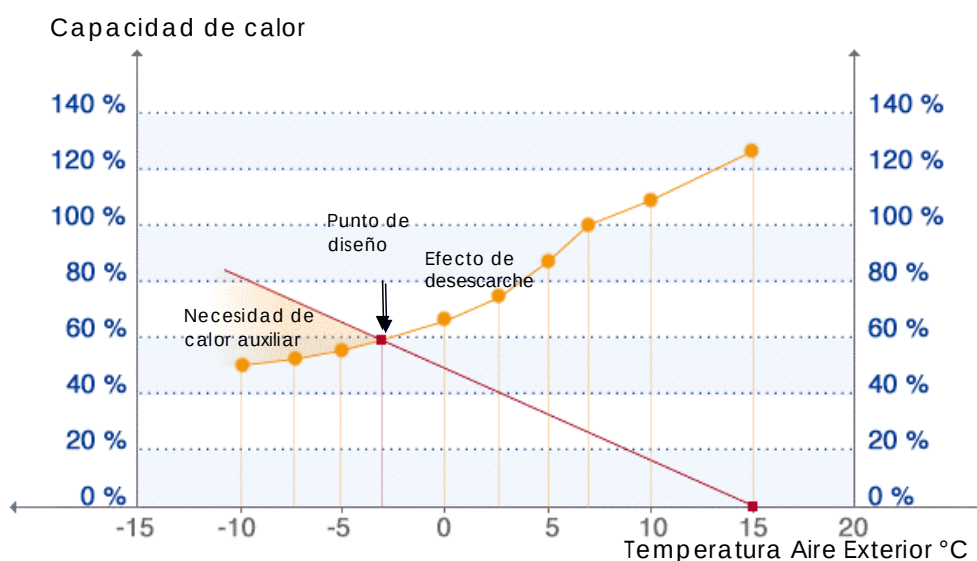


Figura 3. Elección del punto de diseño de una bomba de calor.

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

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

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

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

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

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

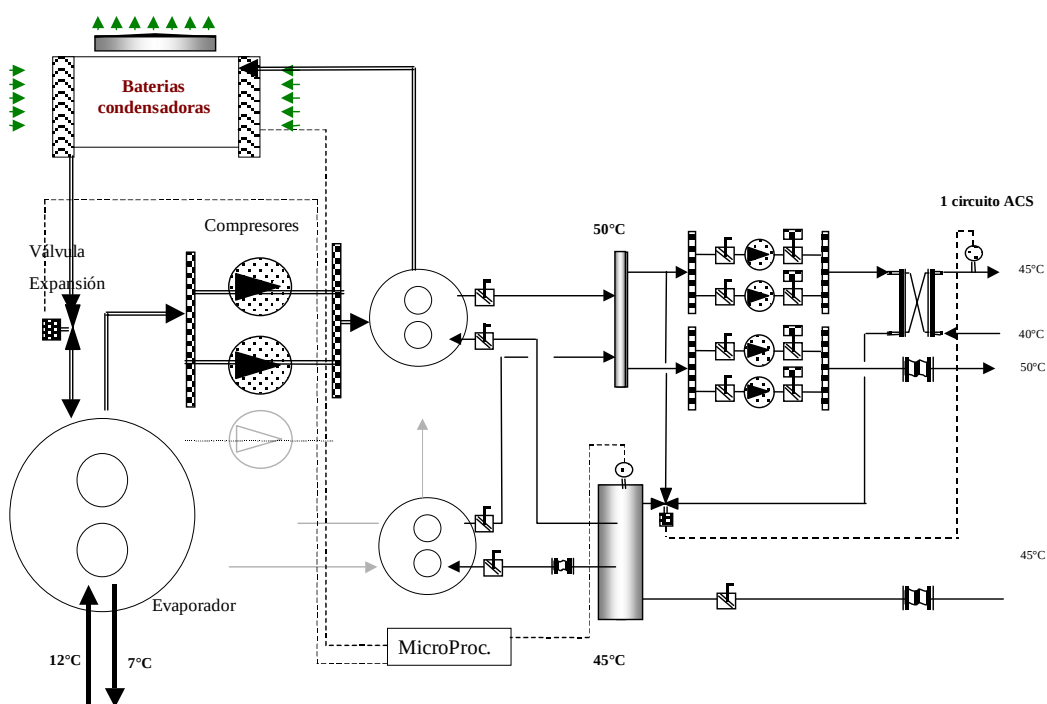


Figura 4. Circuito de recuperación en una unidad aire-agua.

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.

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 cuente la máquina. Al estar en serie el condensador, siempre se encuentra expuesto a la acción del gas caliente, por lo que es altamente aconsejable un flujo constante de agua a través del mismo.

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

En el caso de instalaciones hoteleras, sobre todo en climas suaves ha sido 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. Muchas veces se estaba usando este calor para la preparación de Agua Caliente Sanitaria o para piscinas climatizadas. En este sentido es más fácil rentabilizar la creación de balnearios urbanos en los hoteles, ya que con estos dispositivos el agua caliente puede tener un coste muy reducido, ofreciendo a los clientes un servicio de alto nivel.

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

En relación a estas aplicaciones de recuperación de calor, un factor negativo son sus bajas temperaturas de utilización. Éstas dan lugar a la proliferación de la bacteria *Legionella Neumophila* tristemente conocida. El tratamiento de los circuitos con productos anticorrosión (que evitan la formación de depósitos “alimento” de las colonias de *Legionella*) y sobre todo la limpieza periódica con compuestos germicidas (principalmente cloro) complementada con choques térmicos¹ 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.

5.3.4. Ahorro energético con válvulas de expansión electrónica. Economizadores

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

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

En el caso ejemplo, Fig. 5, puede verse como el rendimiento, COP de una unidad con el mismo tipo de compresores e intercambiadores mejora drásticamente con la simple incorporación de las válvulas de expansión electrónica, al permitir ese acercamiento entre presiones de evaporación y condensación.

¹ En cumplimiento del Real Decreto sobre Prevención de infección por Legionella.

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.

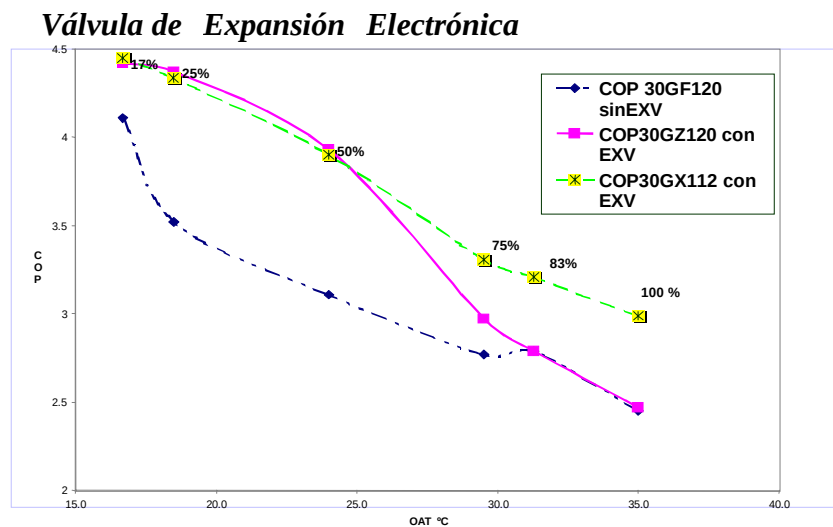


Figura 5. Efecto de la válvula de expansión electrónica sobre el rendimiento.

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

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

5.3.5. Ahorro energético con turbina de expansión

Un último refinamiento técnico es el uso de la turbina de expansión. El elevado caudal de refrigerante a alta presión tiene una energía potencialmente aprovechable. La turbina de expansión es capaz de soportar el empuje de la mezcla bifásica líquido – gas, y ayuda al movimiento del compresor centrífugo,

reduciendo el consumo del motor eléctrico. La eficiencia se incrementa hasta valores de hasta 7 kW frigoríficos por cada kW eléctrico consumido.

Sin embargo, estos dos avances tecnológicos sólo se están aplicando para unidades de gran capacidad frigorífica, para más de 300 kW frigoríficos en el caso de las válvulas de expansión electrónica y para unidades de más de 2.000 kW frigoríficos en el caso de las turbinas de expansión. Sólo grandes complejos hoteleros 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.

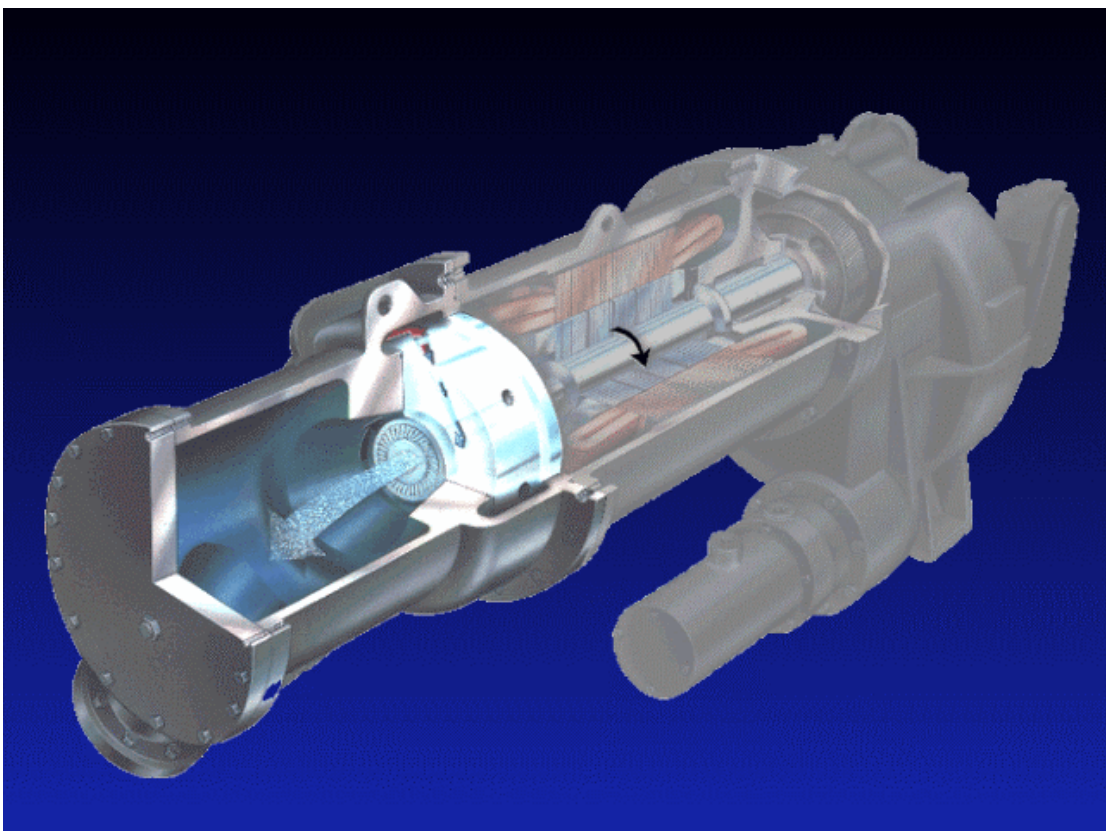


Figura 6. Turbina de expansión en unidades centrífugas.

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

El uso de unidades de ciclos de absorción ha sido un medio muy usado para el incremento del rendimiento total de las instalaciones de cogeneración, al usar el

calor residual, de otra forma rechazado, para la producción de frío. En los sistemas de cogeneración se suelen emplear motores térmicos o turbinas para la producción eléctrica. Normalmente sobra calor: agua sobrecalentada o vapor que se puede aprovechar en una máquina de absorción para refrigeración (también existen máquinas con quemador directo).

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

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

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

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

Como ventajas más importantes en resumen podemos indicar las siguientes:

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

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

La disminución de las ayudas estatales a la cogeneración, el incremento de precio del gas, y peores condiciones de venta de los cogeneradores a las compañías eléctricas, fue la causa de la caída de las ventas de los equipos de absorción asociados a las instalaciones de cogeneración. Aunque en pequeña proporción respecto al total de instalaciones de cogeneración estas instalaciones de trigeneración tuvieron auge hasta el año 1999, donde comenzó su declive.

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

No obstante la introducción de nuevas ayudas y normativas de ahorro energético² pueden impulsar de nuevo esta tecnología. La producción de agua caliente por energía solar está siendo promovida por parte de las diversas administraciones del Estado con salir del *impass* que impide que España cuente seriamente con la energía solar como un recurso para el ahorro energético.

Muchas de las Comunidades Autónomas y ciudades³ costeras están emitiendo normativa técnica para implantar, de forma obligatoria este tipo de sistemas en hoteles y en viviendas de nueva construcción.

² 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.

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

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.

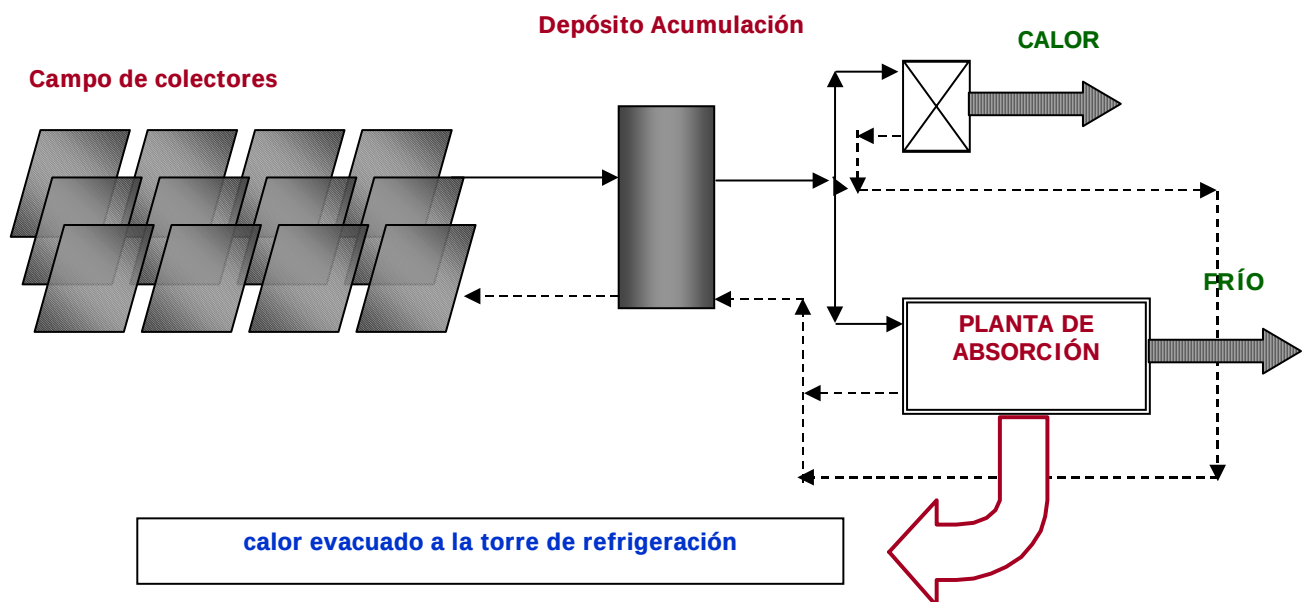


Figura 7. Aplicación de un sistema de acumulación de agua caliente por energía solar para A.C.S. y refrigeración mediante máquina de absorción.

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

Las instalaciones hoteleras 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. Gestión de Enfriamiento gratuito por aire exterior (ITE 02.4.6) y Recuperación de Calor

La utilización del enfriamiento gratuito por aire exterior se ha de decidir en función de las condiciones climatológicas de la zona en que se ubica el edificio, de la radiación solar absorbida por la envolvente del mismo y de las cargas internas de ocupación, iluminación y las aportadas por otros consumidores energéticos.

En los sistemas de climatización del tipo "todo-aire" es recomendable la instalación de dispositivos, con los correspondientes controles automáticos, que permitan el enfriamiento gratuito de los locales por medio del aire exterior.

Cuando el caudal de un subsistema de climatización sea mayor que $3 \text{ m}^3/\text{s}$ y su régimen de funcionamiento sobrepase mil horas por año en que la demanda de energía pudiera satisfacerse gratuitamente con la contenida en el aire exterior, será obligatoria la instalación de un sistema de aprovechamiento de la citada energía. A este respecto, en la memoria del proyecto deberá justificarse si se cumplen o no estos requisitos.

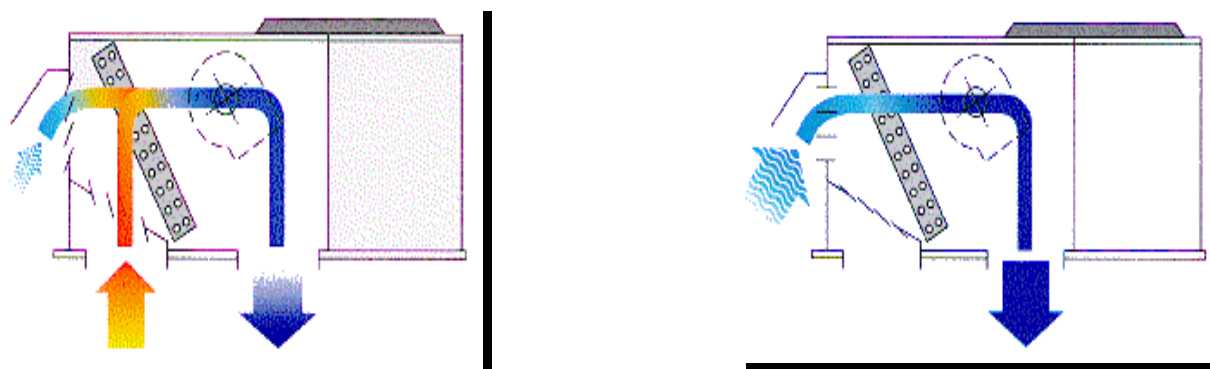


Figura 8. Entrada de aire de ventilación y utilización con enfriamiento gratuito.

Citando el reglamento, el Aire exterior mínimo de ventilación (ITE 02.4.5) y la Recuperación de calor del aire de extracción (ITE 02.4.7) y con independencia de lo

indicado en ITE 02.2.2, en los subsistemas de climatización del tipo "todo-aire", para locales que no están siempre ocupados por el número máximo de personas (cines, teatros, salas de fiesta, salas de reuniones de hoteles 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. Para cuando los locales estén desocupados, deberá preverse un dispositivo automático para mantener la compuerta de aire exterior mínimo cerrada, tanto en los períodos de parada como en los de puesta en marcha de un subsistema.

El aire de ventilación descrito en ITE 02.2.2. e ITE 02.4.5. que deba expulsarse al exterior por medios mecánicos puede ser empleado para el tratamiento térmico, por recuperación de energía, del aire nuevo que se aporte desde el exterior.

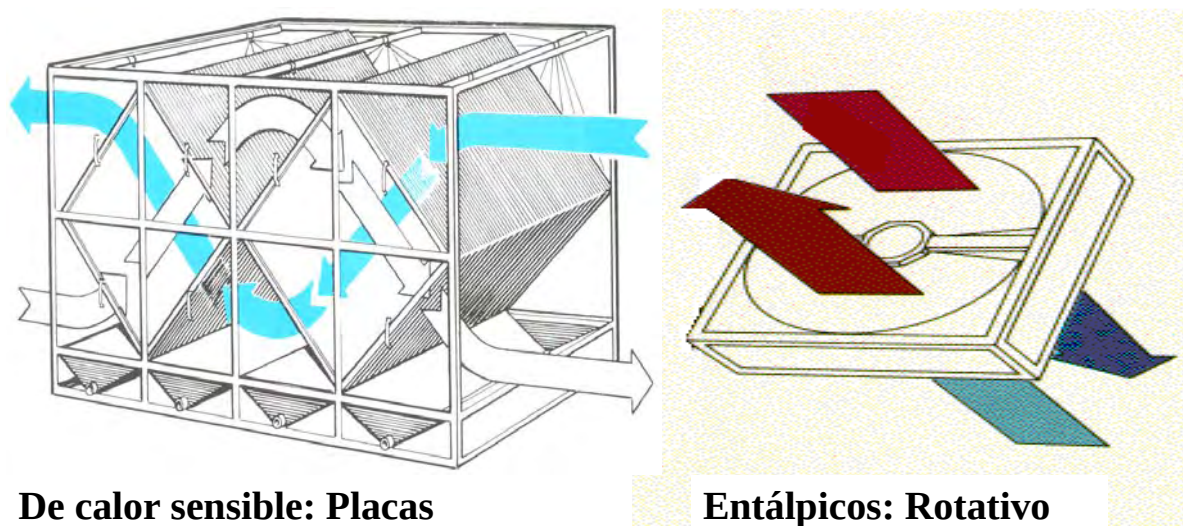


Figura 9. Tipos de intercambiadores recuperadores de calor.

Cuando el caudal de un subsistema de climatización sea mayor que $3 \text{ m}^3/\text{s}$ y su régimen de funcionamiento sobrepase mil horas por año, se diseñará un sistema de recuperación de la energía térmica del aire expulsado al exterior por medios mecánicos, con una eficiencia mínima del 45 %, salvo cuando en el memoria del proyecto se justifique adecuadamente la improcedencia de tal sistema.

5.4.3. Gestores energéticos para distribución de agua fría con múltiples enfriadoras

Existen muchas posibilidades de ahorro energético en la disposición de varias unidades en paralelo, muy usada en grandes edificios (grandes hospitales, centros comerciales, palacios de congresos).

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.

- ✿ **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.

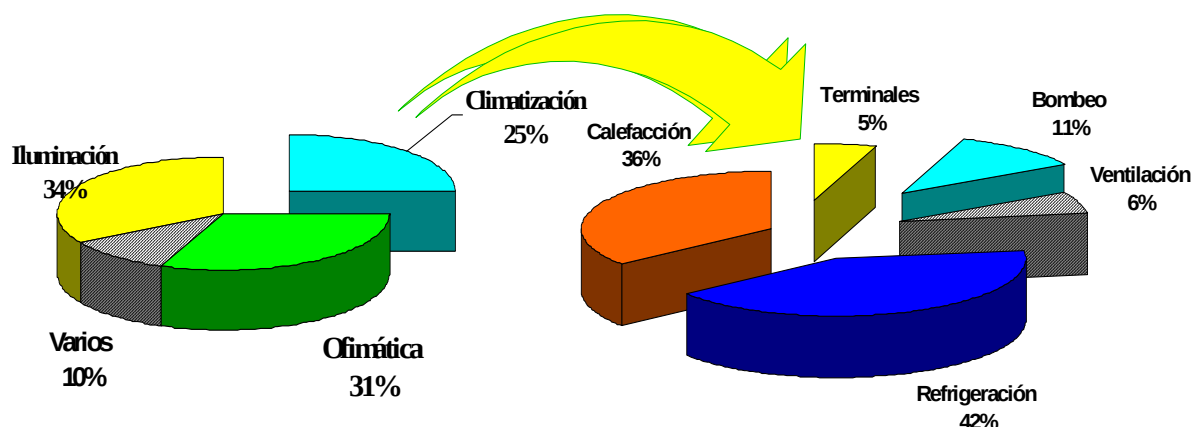
Los sistemas permiten también el máximo ahorro en costes de bombeo, aparte de presentar la posibilidad de una óptima regulación de las enfriadoras en paralelo. A pesar de ser el que cuenta con mayor coste de instalación, la rápida amortización de costes de bombeo (pensemos que en el consumo total del 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.).



Simulación Edificio Oficinas en cuatro plantas, situado en Madrid, superficie útil 3.000 m². Programa de cálculo de cargas y análisis horario de Carrier HAP v4.06. Datos climáticos de Madrid (año meteorológico tipo).

Cerramientos: Forjados y pavimentos: $K = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$; Techumbre, pavimento y cubierta: $K = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Muro exterior ladrillo, aislamiento, ladrillo, enlucido: $K = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Medianeras y particiones: $K = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$; Ventanas (Cristalera doble y marcos): $K = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Planta de climatización compuesta por enfriadora más caldera mixta ACS-Calefacción de gas, con suministro a un sistema de *fancoils* perimetrales, más climatizadores de aire primario y zona central.

Verano: Temperatura seca 25 °C, Humedad relativa 50 %, T exterior 36 °C, T húmeda 24 °C.

Invierno: Temperatura seca 22 °C , T exterior: -4 °C

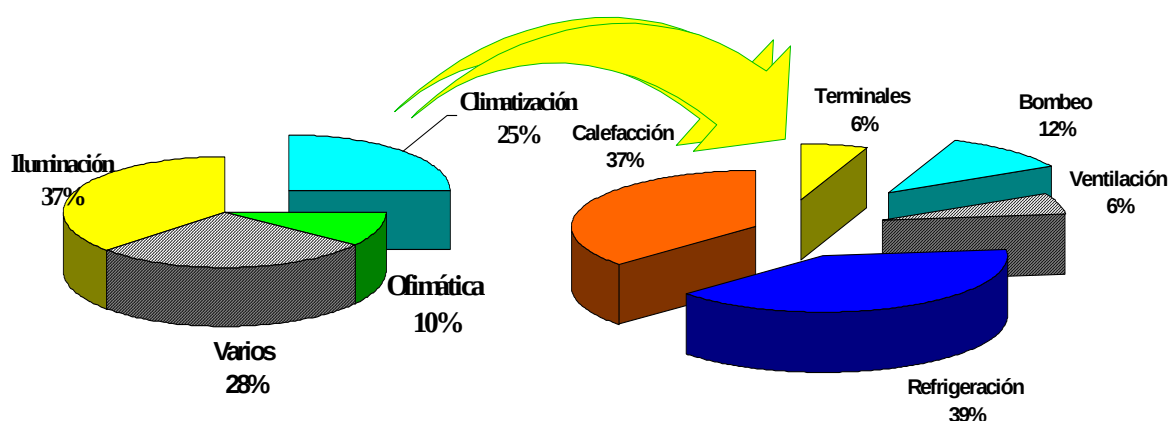
Figura 10. Segmentación de consumos de un edificio de oficinas (total Energía 972,000 kWh).

Con las necesarias precauciones al tratarse de un modelo informático, puede verse la influencia tan importante que la iluminación y la utilización de equipos ofimáticos tiene en el consumo de energía del edificio. La influencia de

estos dos consumos en la climatización es directa; cada kW que deje de consumirse en luces y equipos reduce la carga frigorífica en la misma proporción. Cualquier ahorro energético bien sea por un uso más racional o avances en la tecnología de equipos informáticos y luminarias, repercute en el ahorro en los consumos de climatización.

En el caso de un edificio hotelero, con características constructivas similares, los resultados del programa arrojan un panorama bien diferente.

El concepto de varios cuyos componentes principales son, ACS, lavandería y Cocinas, tiene ahora un peso muy importante. Las actuaciones para conseguir el aprovechamiento de calor rechazado con destino al consumo de A.C.S. son muy rentables en este tipo de instalaciones.



Simulación Edificio Uso Hotelero en cuatro plantas, 85 habitaciones situado en Madrid, superficie útil 3.000 m². Programa de cálculo de cargas y análisis horario de Carrier HAP v4.06. Datos climáticos de Madrid (año meteorológico tipo).

Cerramientos: Forjados y pavimentos: $K = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$; Techumbre, pavimento y cubierta: $K = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Muro exterior ladrillo, aislamiento, ladrillo, enlucido: $K = 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Medianeras y particiones: $K = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$; Ventanas (Cristalera doble y marcos): $K = 3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Planta de climatización compuesta por enfriadora más caldera de gas, con suministro a un sistema de *fan coils* en habitaciones perimetrales, más climatizadores de aire primario y zonas comunes.

Verano: Temperatura seca 25 °C, Humedad relativa 50 %, T exterior 36 °C, T húmeda 24 °C.

Invierno: Temperatura seca 22 °C , T exterior: -4 °C.

Figura 11. Segmentación de consumos, edificio de actividad hotelera (total Energía 888,000 kWh).

Los sistemas de control expuestos también tienen en cuenta el consumo por bombeo y ventilación. La reducción de los mismos tiene también un impacto importante en la reducción del consumo global. Los hoteles con múltiples unidades de producción de agua fría/caliente pueden ya beneficiarse del ahorro que proporcionan los sistemas de gestión.

Es, por tanto, altamente recomendable conseguir la evaluación energética del edificio, simulando las condiciones de proyecto para poder tomar las decisiones sobre elección de cerramientos, sistemas de climatización, etc., antes de la construcción del edificio.

La Unión Europea preocupada por la dependencia energética, está emitiendo un nuevo marco legislativo que fomente el ahorro energético, la nueva Certificación Energética de Edificios.

Con la aplicación de la Certificación Energética: la nueva normativa obligará a cumplir requisitos mínimos de eficiencia energética, emitiendo los organismos oficiales competentes en temas energéticos sendos certificados para cada edificio. A este análisis habrán de someterse todo tipo de edificios independientemente de su uso.

En resumen, se presenta un futuro en el que la consecución de un superior rendimiento energético va a ser considerado como un beneficio para toda la sociedad.

Bibliografía

1. Documento Técnico de Instalaciones en la Edificación DTIE 8.01 "Recuperación de energía en sistemas de Climatización", Comité ATECYR y Grupo de Termotecnia de la U. de Valladolid; Editorial El Instalador, Madrid 1998.
2. "25 años de instalaciones, 1967-1992" Monografía nº23; El instalador, Madrid, 1992.

3. "Manual de Aire Acondicionado Carrier", Carrier Corporation, Marcombo Boixareu Editores, Barcelona 1983.
4. "Air conditioning and Ventilation for Buildings". Croome and Roberts, Pergamon Press, N.York E.E.U.U. 1975.

6.1. Introducción

La energía es el motor de nuestro desarrollo, pero también es la causa de muchos de los problemas medioambientales de nuestro planeta.

Por lo tanto, uno de los grandes retos de nuestra sociedad en el siglo XXI es la integración de las energías renovables en nuestro actual modelo energético.

Y es necesario por dos razones fundamentales:

- ✿ Por la necesidad de disponer de recursos energéticos que reduzcan el alto nivel de dependencia de los combustibles fósiles que colaboren en la solución al actual problema del cambio climático.
- ✿ Por la necesidad de conseguir un modelo energético sostenible, que pueda hacer frente a la muy previsible limitación de la actual oferta de combustibles fósiles.

Otro aspecto favorable que presentan las energías renovables, es su capacidad de creación de empleo de forma descentralizada, ya que de forma mayoritaria los nuevos empleos que se crean en este sector, se distribuyen por el territorio en el que se implantan las energías renovables, creándose una interesante relación entre desarrollo energético e industria.

De entre todas las posibilidades que nos ofrecen las energías renovables, es la energía solar fotovoltaica, una de las opciones con mayor campo de desarrollo. Es una tecnología limpia, fiable, no contaminante, de fácil instalación y poco mantenimiento, que además de ser rentable para aquellos que acometen su

inversión es la única que permite producir electricidad allí donde se consume, en el propio entorno urbano.

Además, la aplicación de la energía solar fotovoltaica en viviendas y edificios tiene un gran interés fuera del ámbito estrictamente energético, ya que proporciona una imagen de respeto con el medio ambiente, cuidado del entorno y calidad de vida, que hace que las inversiones en esta tecnología beneficien a las áreas locales que las acometen.

6.2. La energía solar fotovoltaica

6.2.1. Características y conceptos básicos de la energía solar fotovoltaica

La cantidad de energía que se recibe anualmente del Sol se estima del orden de 149 millones de kWh, cantidad muy superior al consumo mundial de energía de nuestro planeta, pero el problema radica en convertirla de una forma eficiente en energía eléctrica.

Los sistemas fotovoltaicos, basándose en las propiedades de los materiales semiconductores, transforman la energía que irradia el Sol en energía eléctrica, sin mediación de reacciones químicas, ciclos termodinámicos, o procesos mecánicos que requieran partes móviles.

El proceso de transformación de energía solar en energía eléctrica se produce en un elemento semiconductor que se denomina célula fotovoltaica. Cuando la luz del Sol incide sobre una célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del semiconductor para que así puedan circular dentro del sólido.

Luego la tecnología fotovoltaica consigue que parte de estos electrones salgan al exterior del material semiconductor generándose así una corriente eléctrica capaz de circular por un circuito externo.

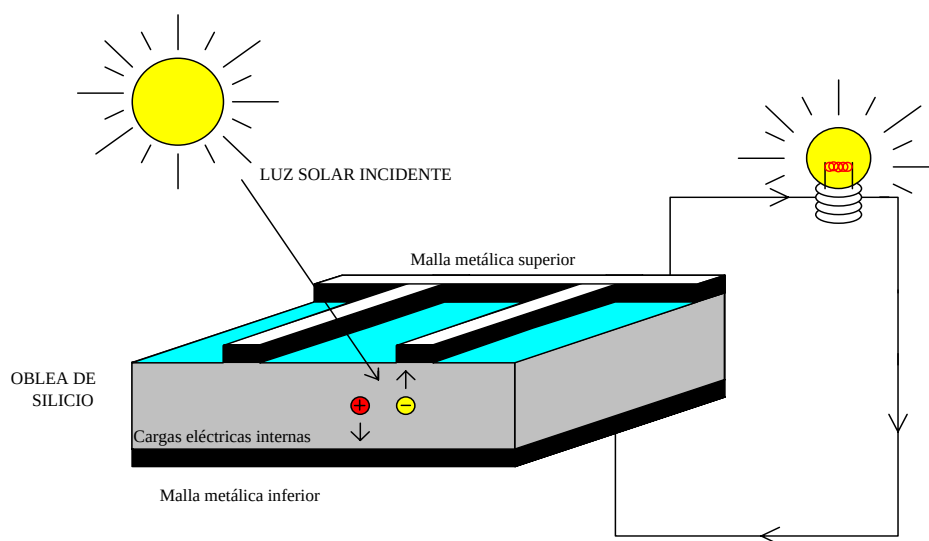


Figura 1. Efecto fotovoltaico.

La conexión de células fotovoltaicas y su posterior encapsulado y enmarcado da como resultado la obtención de los conocidos paneles o módulos fotovoltaicos de utilización doméstica e industrial, como elementos generadores eléctricos de corriente continua.

Las condiciones de funcionamiento de un módulo fotovoltaico dependen de algunas variables externas como la radiación solar y la temperatura de funcionamiento, por ello para medir y comparar correctamente los diferentes módulos fotovoltaicos, se han definido unas condiciones de trabajo nominales o estándar. Estas condiciones se han normalizado para una temperatura de funcionamiento de 25 °C y una radiación solar de 1.000 W/m², y los valores eléctricos con estas condiciones se definen como valores pico.

Teniendo en cuenta que la unidad de potencia eléctrica es el vatio (W) y sus múltiplos el kilovatio (1 kW = 1.000 W) y el megavatio (1 MW = 1.000.000 W), la potencia de un módulo fotovoltaico se expresa en vatios pico (Wp), refiriéndose a la potencia suministrada a una temperatura de 25 °C y una radiación solar (irradiancia) de 1.000 W/m².

Por otro lado, la energía producida por los sistemas fotovoltaicos es el resultado de multiplicar su potencia nominal por el número de horas pico, dado que no todas las horas de Sol son de la intensidad considerada como pico, es decir 1.000 W/m^2 . Y se mide de igual forma que en el resto de sistemas energéticos, en vatios hora (Wh) y sus múltiplos en kilovatios hora ($1 \text{ kWh} = 1.000 \text{ Wh}$) y megavatios hora ($1 \text{ MWh} = 1.000.000 \text{ Wh}$).

El número de horas pico de un día concreto se obtendrá dividiendo toda la energía de ese día (en Wh/m^2) entre 1.000 W/m^2 .

MAPA SOLAR DE ESPAÑA

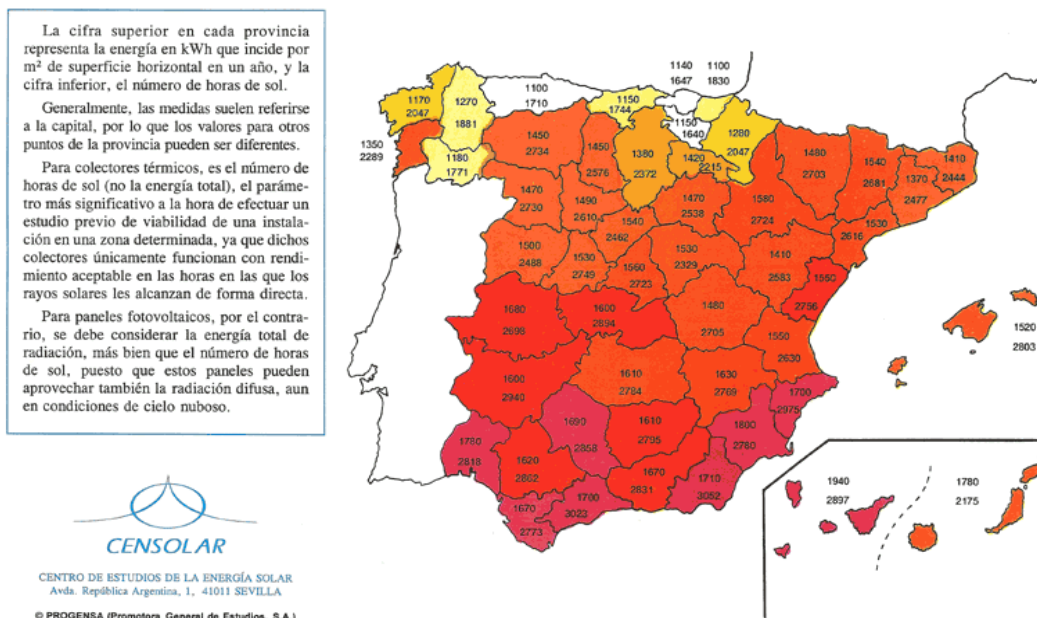


Figura 2. Mapa solar de España.

Para tener una idea, la suma total de la energía que produce el Sol durante un día sólo equivale en España a unas 5 horas solares pico durante el verano y entre 2 y 4 durante el invierno, según la zona.

6.2.2. Usos de la energía solar fotovoltaica

Hay dos formas de utilizar la energía eléctrica generada a partir del efecto fotovoltaico:

- ✿ En instalaciones aisladas de la red eléctrica.
- ✿ En instalaciones conectadas a la red eléctrica convencional.



Foto 1. Instalación fotovoltaica aislada.

Mientras que en las primeras la energía generada se almacena en baterías para así disponer de su uso cuando sea preciso, como por ejemplo en electrificación de:

- ✿ Viviendas rurales.
- ✿ Sistemas de Telecomunicación.
- ✿ Sistemas de Señalización.
- ✿ Sistema de bombeo de agua.



Foto 2. Instalación conectada a red.

En las segundas toda la energía generada se envía a la red eléctrica convencional para su distribución donde sea demandada.

En los núcleos de población que disponen de fluido eléctrico, la conexión a red de los sistemas fotovoltaicos es una solución idónea para contribuir a la reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera.

Esta aplicación se ajusta muy bien a la curva de demanda de la electricidad. El momento en que más energía generan los paneles, cuando hay luz solar, es cuando más electricidad se demanda.

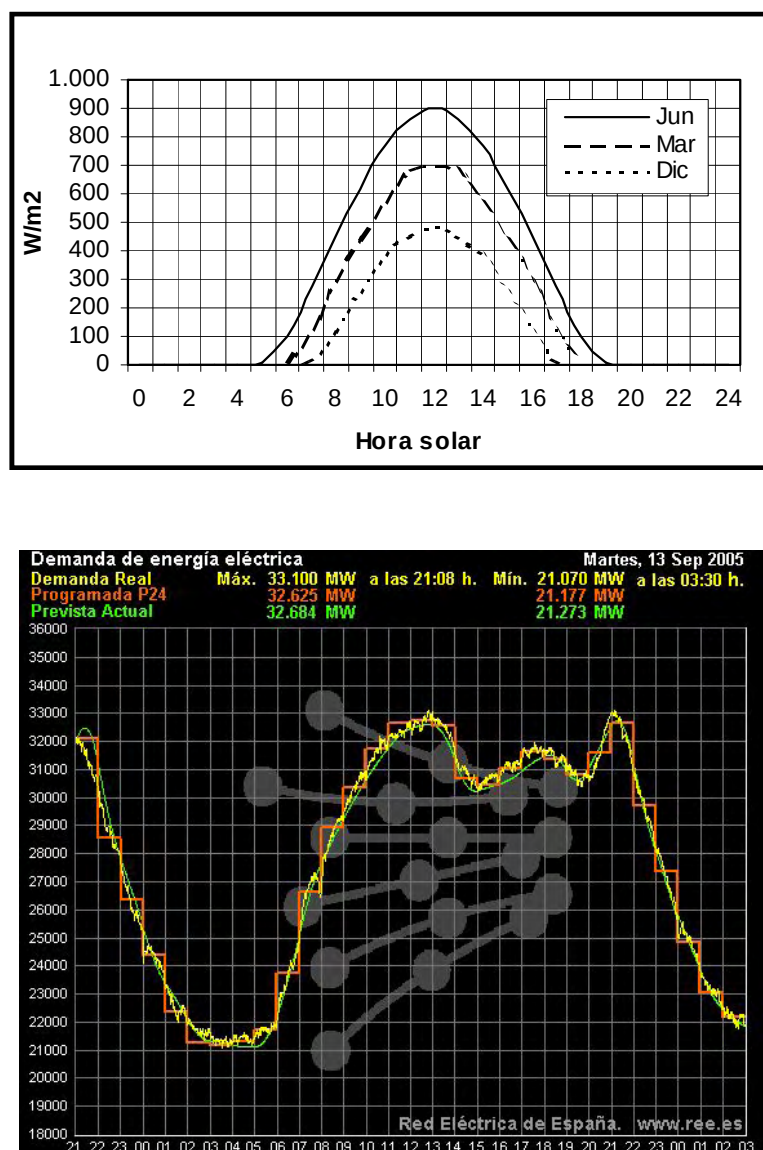


Figura 3. Radiación Solar Diaria y Curva de la demanda energía eléctrica en España (13-9-05).

Para que estas instalaciones sean viables, sólo es necesario disponer de:

- ✿ Una superficie soleada y bien orientada.
- ✿ La existencia de una línea de distribución eléctrica cercana con capacidad para admitir la energía producida por la instalación fotovoltaica.

En las instalaciones conectadas a red, el tamaño de la instalación no depende del consumo de electricidad de la vivienda o edificio, simplificando enormemente su diseño. Para dimensionar la instalación es necesario conocer la inversión inicial, el espacio disponible y la rentabilidad que se quiere obtener.

Es importante recordar que el consumo de electricidad es independiente de la energía generada por los paneles fotovoltaicos. El usuario sigue comprando la electricidad que consume a la distribuidora al precio establecido y, además, es propietario de una instalación generadora de electricidad que puede facturar los kWh producidos a un precio superior.

Los elementos que componen una instalación conectada a red son:

- ✿ **Generador fotovoltaico:** transforma la energía del Sol en energía eléctrica, que se envía a la red. Actualmente, en el mercado se pueden encontrar tres diferentes tecnologías:

TABLA 1. Tecnologías fotovoltaicas.

Tecnología	Eficiencia
Silicio monocristalino	13-15 %
Silicio policristalino	11-13 %
Silicio amorfo	7 %

- ✿ **Cuadro de protecciones:** contiene alarmas, desconectores, protecciones, etc.

- ☀ **Inversor:** transforma la corriente continua producida por los paneles en corriente alterna de las mismas características que la de la red eléctrica.
- ☀ **Contadores:** un contador principal mide la energía producida (kWh) y enviada a la red, para que pueda ser facturada a la compañía a los precios autorizados. Un contador secundario mide los pequeños consumos de los equipos fotovoltaicos (kWh) para descontarlos de la energía producida.

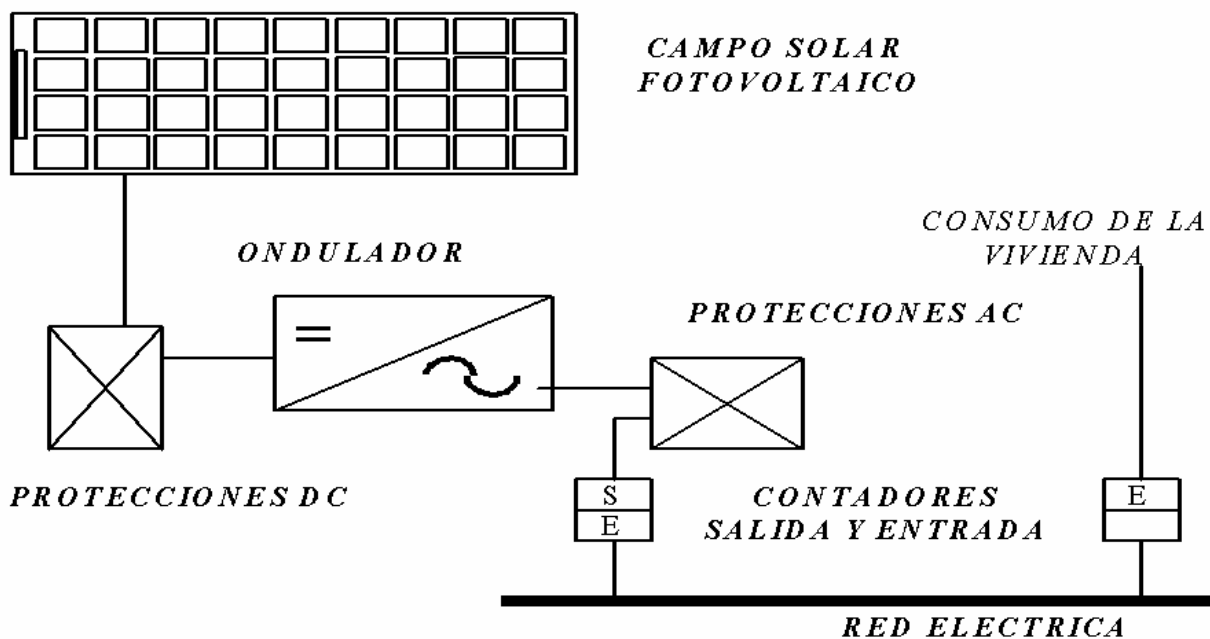


Figura 4. Esquema de un sistema fotovoltaico conectado a red.

6.2.3. Aplicaciones de la energía solar fotovoltaica conectada a red

Las principales aplicaciones de los sistemas conectados a la red eléctrica son las que se describen seguidamente.

6.2.3.1. Sobre tejados y cubiertas existentes

Se emplean sistemas prefabricados de fácil instalación donde se aprovecha la superficie de tejado existente para sobreponer los módulos fotovoltaicos.



Foto 3. Sistema fotovoltaico sobre tejado inclinado.

Los módulos fotovoltaicos siempre irán colocados sobre una estructura, que dependiendo de la zona geográfica, será de acero galvanizado o acero inoxidable.

Para cubiertas de chapa o uralita:

La cubierta puede ser inclinada o plana, en el primer caso, y si la inclinación de la cubierta es suficiente para conseguir una inclinación óptima para los módulos fotovoltaicos, estos últimos se colocarán sobre una estructura superpuesta a la cubierta.



Foto 4. Estructura sobre tejado inclinado de uralita.

En el caso de que la cubierta sea plana o la inclinación de la misma no es suficiente para conseguir una inclinación óptima de los módulos, éstos se colocarán sobre una estructura que permita obtener dicha inclinación.



Foto 5. Estructura sobre tejado plano de uralita.

En ambos casos, la estructura que sujeta los módulos habrá que anclarla, de tal manera que el campo fotovoltaico quede perfectamente sujeto.

En la mayor parte de las naves industriales, las cubiertas están soportadas por unas vigas principales o pórticos y sobre éstos se colocan las “correas” o vigas, más pequeñas que las principales, y que son sobre las que se sujetan las cubiertas.

En estas “correas” se anclarán las estructuras sobre las que van colocados los módulos fotovoltaicos.

Para evitar posibles goteras, siempre se utilizan arandelas de goma. La fijación de esta arandela de goma se asegurará con arandelas y tuercas metálicas, y luego se repasará la zona con una silicona resistente.

En el caso de cubiertas planas donde no se pueda perforar por motivos de impermeabilización, la colocación de las estructuras se hará sobre contrapesos, que en la mayor parte de los casos se tratará de dados de hormigón prefabricado.



Foto 6. Sistema fotovoltaico sobre tejado plano no perforable.

Si la instalación es sobre un tejado inclinado al sur, se ocupan unos 10 m² por cada kWp instalado. Pero si se trata de una cubierta plana, como hay que salvar las sombras de unos módulos a otros, se necesitarán hasta 20m² por cada kWp instalado.

El peso del sistema fotovoltaico instalado, oscila entre 15 y 30 kg/m² dependiendo de que incluya o no los dados de hormigón.

6.2.3.2. Sobre el terreno

Utilizando estructuras soportes fijas o con seguimiento del sol.

Un sistema con seguimiento azimutal (este-oeste) puede incrementar hasta un 35 % la producción del sistema fotovoltaico.

Los sistemas con seguimiento al incorporar partes mecánicas, requieren un mayor mantenimiento que los sistemas fijos.



Foto 7. Instalación fotovoltaica sobre seguidor solar.

6.2.3.3. Integración en edificios

Por integración fotovoltaica debemos entender la sustitución de elementos arquitectónicos convencionales por nuevos elementos arquitectónicos que incluyen el elemento fotovoltaico y que, por lo tanto, son generadores de energía.



Foto 8. Instalación fotovoltaica integrada en muro cortina.

Si en cualquier tipo de instalación es conveniente cuidar su incorporación al entorno, en las aplicaciones urbanas conectadas a red, en las que se unen exigencias urbanísticas a las motivaciones medioambientales, es donde la integración tiene más relevancia.



Foto 9. Instalación fotovoltaica integrada en cubierta.

La demanda de energía del sector terciario en la Unión Europea está creciendo de forma significativa, por lo que la integración de sistemas fotovoltaicos en edificios, con aportaciones energéticas en las horas punta, contribuye a reducir la producción diurna de energía convencional.



Foto 10. Instalación fotovoltaica integrada en lamas.

La integración de los sistemas fotovoltaicos en los edificios puede venir por instalarlos a modo de:

- ❁ Recubrimiento de fachadas.
- ❁ Muros cortina.
- ❁ Parasoles.
- ❁ Pérgolas.
- ❁ Cubiertas.
- ❁ Lucernarios.
- ❁ Lamas en ventanas.
- ❁ Tejas.



Foto 11. Instalación fotovoltaica integrada en parasoles.

Para conseguir una mejor integración del elemento fotovoltaico, es necesario considerar esta posibilidad desde el inicio del diseño del edificio. De esta manera se podrá conseguir mejorar el aspecto exterior y el coste del edificio al poderse sustituir elementos convencionales por los elementos fotovoltaicos.

En esta aplicación, a veces es necesario sacrificar parte del rendimiento energético por mantener la estética del edificio.

6.2.4. Mantenimiento de las instalaciones fotovoltaicas

El mantenimiento se reduce a la limpieza de los paneles, cuando se detecte suciedad, y a la comprobación visual del funcionamiento del inversor.

Sólo con los sistemas con seguimiento solar, que incorporan elementos mecánicos, es necesario revisarlos regularmente.

Y aunque las primeras instalaciones fotovoltaicas no llevan más de 20 años funcionando, se estima que la vida media de una instalación fotovoltaica conectada a red es superior a treinta años.

6.2.5. Garantía de los equipos

Todos los fabricantes de equipos fotovoltaicos garantizan sus productos por un mínimo de 2 años contra cualquier defecto de fabricación.

Además, y dado que los módulos fotovoltaicos son los elementos clave de la instalación, casi todos los fabricantes garantizan su potencia durante 25 años.

6.3. Desarrollo de la energía solar fotovoltaica

Toda nueva tecnología tras pasar por las fases de madurez conceptual, y madurez técnica, llega a su madurez económica (donde el producto, mediante un crecimiento continuo y sostenido de su aplicación, se convierte en un producto asequible para la sociedad).

El periodo de madurez conceptual para la conversión fotovoltaica se inició hacía el año 1904 cuando Albert Einstein publica su artículo sobre el efecto fotolumínico. Cincuenta años más tarde, en el año 1954 se puede decir que comienza la fase de madurez técnica, cuando los investigadores D.M. Chaplin, C.S.

Fuller y G.L. Pearson de los Laboratoris Bell en Murray Hill, New Jersey, producen la primera célula de silicio.

Hoy, el periodo de madurez técnica está terminado, y no porque esté todo investigado y no se observen nuevas líneas de investigación, al contrario, el trabajo pendiente por hacer en I+D+I es muy importante; sin embargo, la actual tecnología de silicio cristalino, nos proporciona una sólida base para avanzar en la fase de madurez económica, aquella que con una ayuda decidida de los países industrializados nos permita alcanzar rápidamente los costes deseados para esta tecnología.

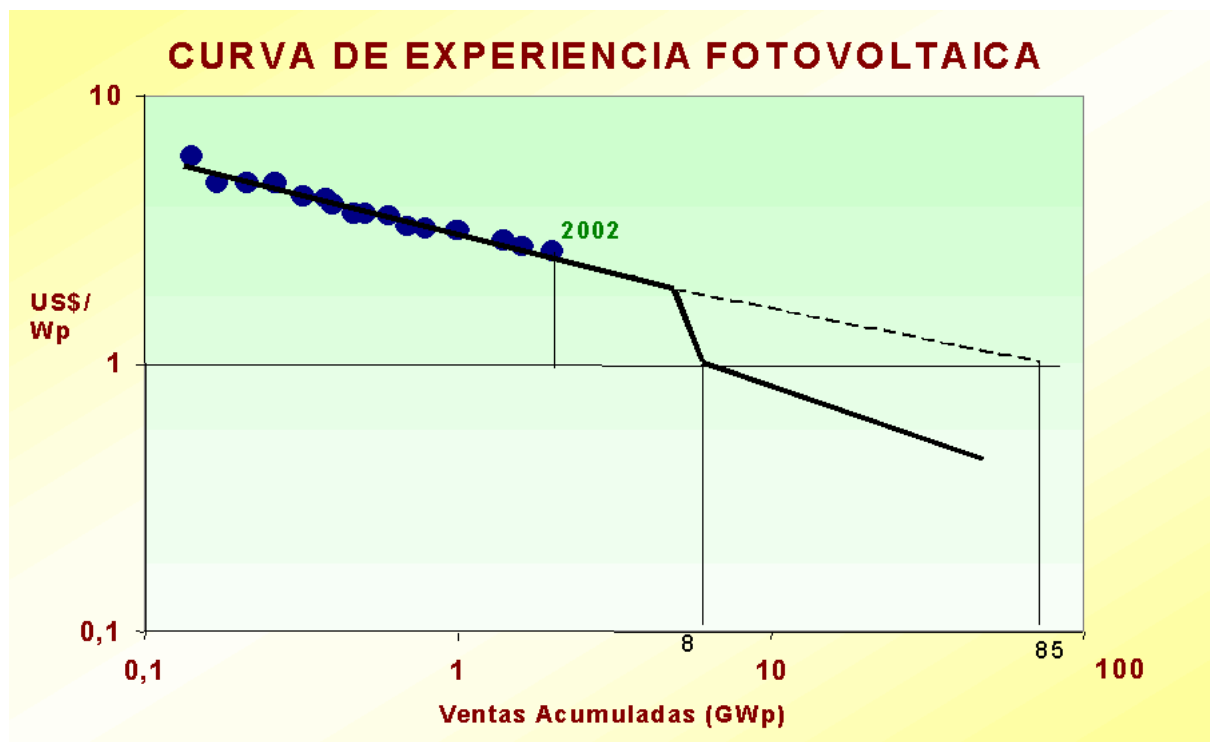


Figura 4. Curva de Experiencia FV.

La energía solar fotovoltaica está siguiendo una curva de experiencia similar a la de cualquier otra nueva tecnología, como puede ser la aviónica, la telefonía móvil o la propia eólica, con reducciones de precio según va aumentando su consumo. En el caso concreto de la fotovoltaica, se están manteniendo unas reducciones constantes de precio del 5 % anual.

Pero el papel de la investigación puede ser concluyente si a medio plazo aparecen, nuevas y revolucionarias tecnologías que produzcan un salto cuantitativo o escalón descendente en la curva de experiencia.

Como se indica en la Fig. 5, el mercado fotovoltaico mundial ha venido creciendo en los últimos años, del orden del 38 % anual de media y se espera que, globalmente, mantenga este crecimiento exponencial en los próximos años.

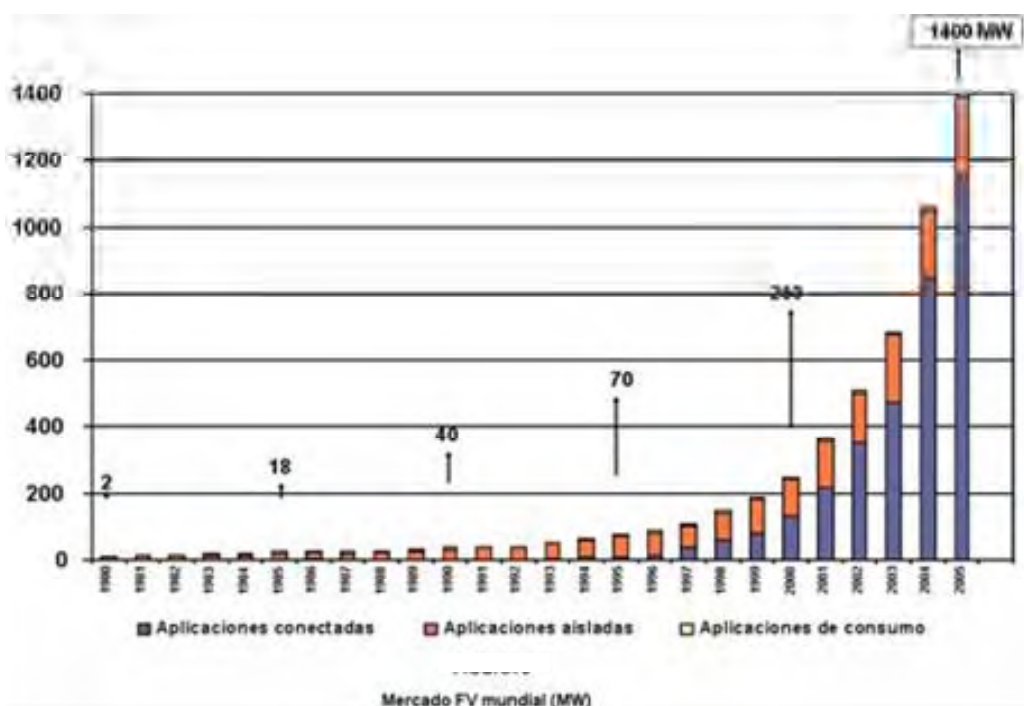


Figura 5. Potencia instalada en el Mundo

España, por su parte, también ha mantenido este crecimiento, estimándose que durante 2005 la potencia total instalada fue de 23 MWp. Lo que supuso alcanzar, a finales del 2005, una potencia total instalada de 59 MWp.

Por su parte, en la Comunidad de Madrid ha habido un significativo incremento de las instalaciones fotovoltaicas, pasando de tener instalados 0,75 MWp en el año 2001, a contar en la actualidad con 4,7 MWp, Fig. 6

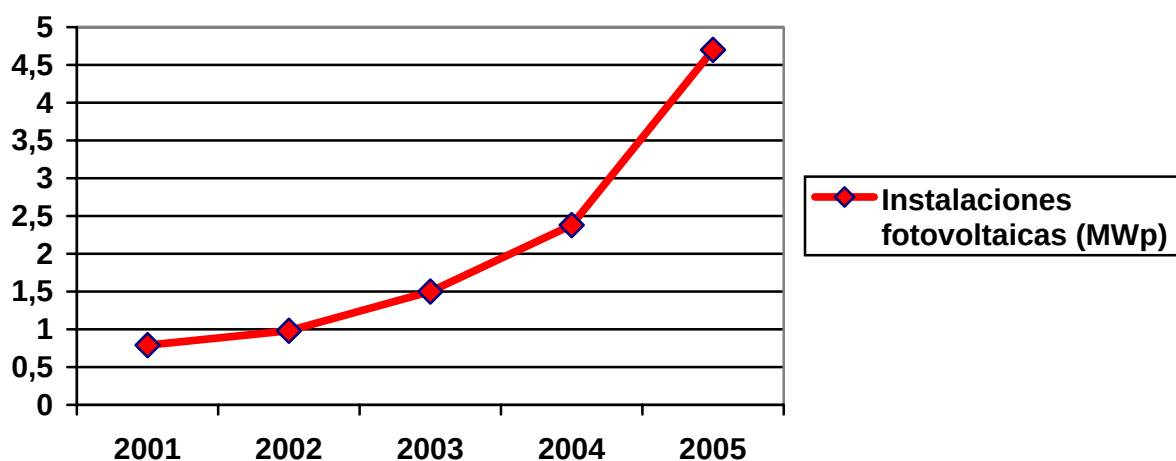


Figura 6. Potencia instalada en la Comunidad de Madrid.

En España, actualmente sólo se lleva cumplido el 15 % del objetivo fijado por el Gobierno para el año 2010, según el nuevo “Plan de Energías Renovables 2005-2010”.

TABLA 2. Objetivos 2010 para la Energía Solar Fotovoltaica.

SOLAR FOTOVOLTAICA. OBJETIVOS 2010			
COMUNIDAD AUTÓNOMA	SITUACIÓN ACTUAL 2004 (MWp)	INCREMENTO 2005 - 2010 (MWp)	POTENCIA EN 2010 (MWp)
ANDALUCÍA	7,86	43,38	51,24
ARAGÓN	0,67	16,08	16,75
ASTURIAS	0,34	8,93	9,27
BALEARES	1,33	16,41	17,74
CANARIAS	1,20	16,04	17,24
CANTABRIA	0,07	9,14	9,21
CASTILLA Y LEÓN	2,73	25,60	28,33
CASTILLA - LA MANCHA	1,78	11,64	13,42
CATALUÑA	4,11	52,48	56,59
EXTREMADURA	0,54	12,85	13,39
GALICIA	0,51	23,49	24,00
MADRID	2,38	29,33	31,71
MURCIA	1,03	19,03	20,06
NAVARRA	5,44	14,20	19,64
LA RIOJA	0,15	9,08	9,23
COMUNIDAD VALENCIANA	2,83	31,25	34,08
PAÍS VASCO	2,40	23,70	26,10
NO REGIONALIZABLE	0,77	-	0,77
TOTAL (MW)	37	363	400

6.4. Legislación y Normativa

La demanda social a favor de la energía fotovoltaica se ha traducido en el establecimiento de normativas técnico-administrativas que regulan su instalación y priman la electricidad que generan y vierten a la red.

Actualmente, este proceso técnico administrativo es claro, sencillo y asequible incluso para particulares. En la Fig. 7 se muestra un diagrama de todos los pasos a seguir cuando se quiere instalar un sistema fotovoltaico conectado a red.

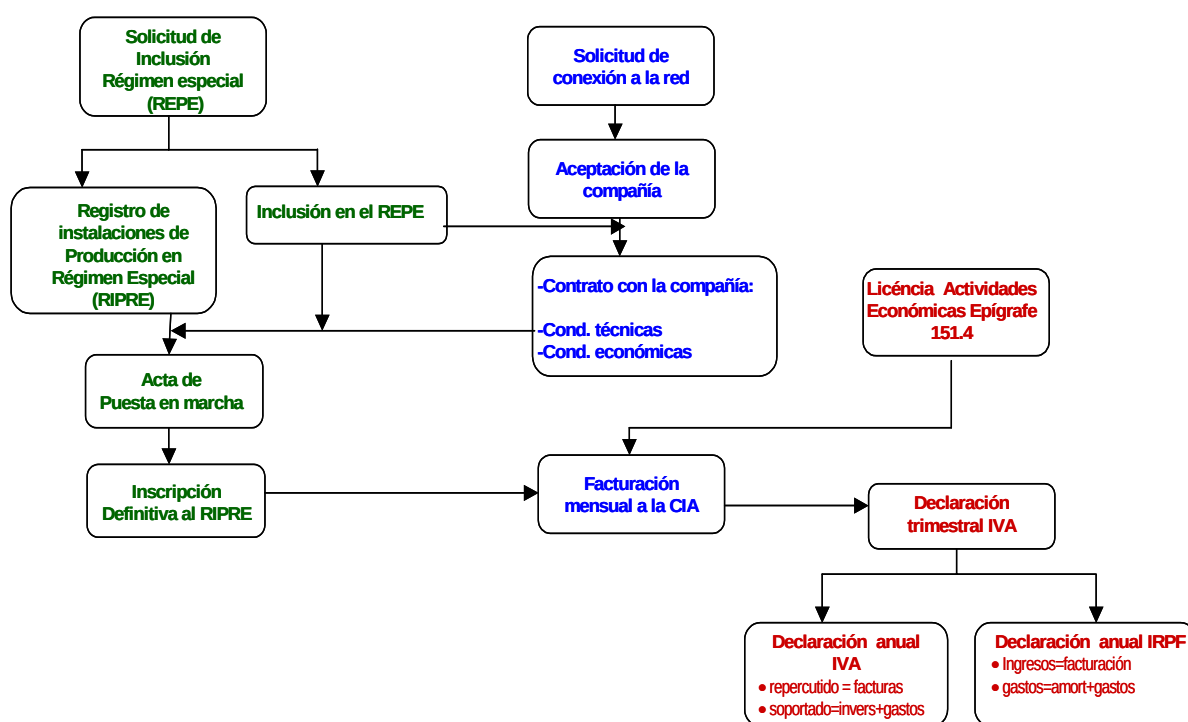


Figura 7. Proceso técnico administrativo de conexión a red

La legislación aplicable actualmente, viene regulada por:

- ✿ El Real Decreto 436/2004, de 12 de Marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y

económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

(Este Real Decreto sustituye al 2818/1998 que hasta ahora regulaba en esta materia).

- ✿ El Real Decreto 1663/2000, de 29 de Septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a red de baja tensión.
- ✿ La Resolución de 31 de Mayo de 2001, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establece modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- ✿ El nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE) que tiene por objeto establecer las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios para satisfacer los requisitos básicos de seguridad estructural, seguridad en caso de incendio, seguridad de utilización, higiene, salud y protección del medio ambiente, protección contra el ruido y ahorro de energía y aislamiento térmico, establecidos en el artículo 3 de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE), así como determinar los procedimientos que permiten acreditar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.

El CTE se aplica, con las limitaciones que en el mismo se establecen, en las obras de edificación de nueva construcción, excepto aquellas construcciones de escasa entidad constructiva y sencillez técnica que no tengan, de forma eventual o permanente, carácter residencial ni público y se desarrollen en una sola planta salvo en los aspectos relacionados con la seguridad de las personas. Cuando se trate de intervenciones en edificios existentes, ya sean de reparación, reforma o rehabilitación, y sin perjuicio de lo que en cada caso pueda establecerse, las exigencias básicas establecidas en el Código se aplicarán en tanto sean compatibles con la naturaleza de la intervención.

En lo referente a la contribución fotovoltaica, es aplicable a los edificios de nueva construcción o rehabilitados dedicados a actividades administrativas, de ocio, hostelería, sanitarias y comercio a partir de una superficie construida de 10.000 m². Siendo la contribución fotovoltaica mínima para producir energía eléctrica, función de la zona climática y de la superficie construida.

Así su ámbito de aplicación será para edificios de usos específicos que superen los siguientes límites fijados:

TABLA 3. Ámbito de aplicación.

Tipo de uso	Límite de aplicación
Comercial hipermercado	5.000 m ² construidos
Comercial multitienda y centros de ocio	3.000 m ² construidos
Comercial gran almacén	10.000 m ² construidos
Oficinas	4.000 m ² construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m ² construidos

Para Energía Solar Fotovoltaica, el CTE fija la potencia pico mínima a instalar, en función de:

- ✿ La zona climática.
- ✿ La superficie construida.
- ✿ Tipo de uso del edificio.

$$\text{POTENCIA PICO (kWp)} = C \times (A \times S + B)$$

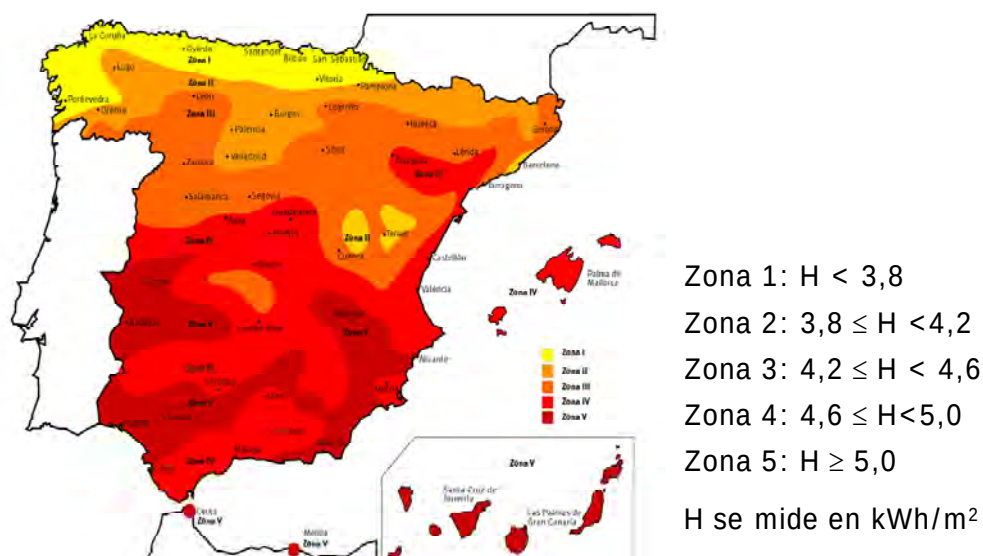


Figura 8. Zonas climáticas.

TABLA 4. Coeficientes de uso y coeficientes dinámicos.

Tipo de uso	A	B
Comercial hipermercado	0,001875	-3,12500
Comercial multienda y centros de ocio	0,004688	-7,81250
Comercial gran almacén	0,001406	-7,81250
Oficina	0,001223	1,35870
Hoteles y hostales	0,003516	-7,81250
Hospitales y clínicas privadas	0,000740	3,28947
Pabellones de recintos feriales	0,001406	-7,81250

Zona climática	C
I	1
II	1,1
III	1,2
IV	1,3
V	1,4

6.5. Análisis de rentabilidad

A la hora de calcular la rentabilidad de una instalación fotovoltaica hay que tener en cuenta una serie de aspectos muy relevantes:

- ✿ El precio de venta de la energía producida.
- ✿ La compensación del IVA.
- ✿ La deducción fiscal.

El precio de venta de la energía está regulado por el Gobierno, y actualmente, tras la aprobación en Marzo del 2004 del Real Decreto 436/2004, por el que se establece la nueva metodología de tarifas para la producción de energía eléctrica en Régimen Especial está fijado en:

- 1.- Para instalaciones fotovoltaicas de hasta 100 kW de potencia del campo solar (equivale aproximadamente a unos 100 m² de superficie de captación), cada kWh producido y suministrado a la red eléctrica se facturará durante el año 2006 a 0,44 euros.

Este precio, que se garantiza durante los primeros 25 años de vida del sistema y es actualizado por el Gobierno anualmente. Posteriormente, y durante el resto de la vida del sistema fotovoltaico, se garantiza el 80 % del citado precio.

- 2.- Para instalaciones fotovoltaicas de más de 100 kW de potencia del campo solar, cada kWh producido y suministrado a la red eléctrica se facturará durante el año 2005 a 0,2198 euros.

Esta tarifa la pagan en último término todos los consumidores de electricidad en España, que pagan un porcentaje infinitesimal de su facturación eléctrica para este propósito.

Para el cálculo de la tarifa, se considera como potencia de una instalación fotovoltaica o potencia nominal, la suma de las potencias de los inversores instalados.

El IVA de la inversión se compensa con el de la factura que emitimos mensualmente a la Compañía Distribuidora.

Y además hay que tener en cuenta que por Ley podemos **deducirnos** hasta un 10 % de la inversión a través del Impuesto de Sociedades, cuando se trata de empresa, y del Impuesto de la Renta cuando se trata de personas físicas.

Ejemplo práctico

Considerando una instalación tipo de 125,6 kWp (100 kW), superpuesta sobre un tejado inclinado al sur con una inclinación de 20°, en la Comunidad de Madrid:

Superficie necesaria: 1.250 m².

Peso aproximado: 14 kg/m².

Producción estimada: 161.380 kWh/año (Datos de radiación “Censolar”).

Precio neto (llave en mano): 753.300 euros.

IVA: 120.528 euros.

Coste de mantenimiento primer año: 1.500 euros. (IPC estimado 2,5 %).

Si consideramos la posibilidad de financiar el 80 % la inversión a través de un crédito a 10 años:

- ✿ Sería necesaria una inversión inicial de 150.660 euros + IVA.
- ✿ Recuperaríamos el IVA con la facturación de electricidad u otras actividades de la empresa.
- ✿ Los ingresos por venta de electricidad cubrirían la amortización del préstamo.

Bibliografía

ASIF (2003): “Energía Solar Fotovoltaica en la Comunidad de Madrid. Comunidad de Madrid”. España.

ASIF (2002-2005): “Informes anuales”. España.

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2004): “RD 436/2004” BOE. España.

La energía solar térmica: agua caliente sanitaria, calefacción y climatización

7.1. Introducción

El Sol nos regala su energía en forma de luz y calor. Hoy, una tecnología establecida, eficiente y no contaminante nos permite utilizarlo para iluminar y calentar nuestras casas y negocios reduciendo los consumos energéticos para la producción de agua caliente sanitaria, la calefacción, el calentamiento de piscinas y la climatización. Su utilización se justifica no sólo en el ahorro energético y la rentabilidad del usuario sino que además contribuye al bien común: la mejora de la calidad del aire de las ciudades y del país; la rentabilidad macroeconómica por el uso de recursos propios, la generación de riqueza interna y de empleos, y la reducción de la dependencia energética externa.

Quizás hace algunas décadas, era lógico que la energía obtenida de la radiación solar no se sustituyera por la obtenida de los combustibles convencionales, debido a la ausencia de recursos técnicos y del interés en la investigación de métodos capaces de hacer competente la energía solar con la energía de los combustibles, y probablemente por la falta de mentalidad social sostenible, comprometida con el medio ambiente y los recursos naturales.

En la actualidad, el Sol es una gran fuente de energía no aprovechada en su totalidad, si bien, se han conseguido desarrollar tecnologías capaces de aprovechar la radiación solar de forma que ésta puede competir con los combustibles convencionales, para la obtención de energía térmica, sobre todo cuando se trata de producir agua caliente sanitaria con temperaturas de preparación entre 45 y 60 °C, en estos casos, la fiabilidad de las instalaciones (y de sus componentes), los ahorros conseguidos y en definitiva la amortización de éstas, han sido probadas en múltiples ocasiones.

A lo largo de los últimos tres años se ha iniciado el despertar del mercado solar térmico en España, con crecimientos que, sin llegar a las cifras de Alemania, (más de 900.000 m² de colectores solares térmicos instalados en el año 2001), empiezan a ser muy significativos al superarse en el año 2004 los 90.000 m² instalados.

Los principales mecanismos que explican este despertar solar están ligados tanto al crecimiento del interés social por la protección del medio ambiente, como a una actitud mucho más activa por parte de las Administraciones -tanto Ayuntamientos, como Comunidades Autónomas y Administración Central- que han abierto líneas de subvención mucho más generosas y que están introduciendo elementos de obligatoriedad solar dentro de las regulaciones de su competencia: las Ordenanzas Solares de los Ayuntamientos de Barcelona, Madrid, Sevilla, Burgos, etc., obligan a la instalación de sistemas de aprovechamiento solar para la producción del agua caliente en las nuevas edificaciones -y reformas integrales- de las ciudades en las que habitan más del 30 % de la población española (viviendas, hoteles, polideportivos, etc.).

Con todo ello, el impulso de los sistemas de producción de agua caliente sanitaria con energía solar térmica, genera la necesidad de definir nuevas condiciones para el diseño, ejecución y mantenimiento de las instalaciones, principalmente en el actual escenario en el que no nos encontramos con una recomendación sino con una obligación, por medio de las Ordenanzas Solares y el recientemente aprobado Código Técnico de la Edificación.

El sector hotelero tiene uno de sus pilares en la utilización del Sol que realizan sus clientes para sus actividades de esparcimiento y descanso. Estos clientes cada vez exigen unos niveles de calidad y de servicios superiores y entre las nuevas muestras de calidad que valoran -especialmente los provenientes del centro y norte de Europa- cada vez en mayor medida, destaca el compromiso del hotel con la protección del medio ambiente. La utilización del Sol para reducir los consumos de combustible en el hotel representa, desde este punto de vista, no sólo una buena oportunidad de reducir la factura energética con rentabilidades atractivas, sino que además sirve de muestra del compromiso del hotel con la protección del medio

ambiente. Cuando se combinan las aplicaciones solares con otras medidas de ahorro energético (sustitución de generadores convencionales de calor, aislamiento, etc.), se consiguen unas rentabilidades especialmente interesantes.

7.2. Posibilidades de ahorro solar en hoteles

Los gastos energéticos en los hoteles son los gastos corrientes más significativos después de los de personal. Sin embargo, todavía hay un gran desconocimiento de las posibilidades de ahorro energético y económico ya que, normalmente, las partidas energéticas no se gestionan, ni se miden separadamente. El criterio usual de selección de los equipos e instalaciones suele ser el de minimizar la inversión inicial -eso sí, siempre garantizando la seguridad de suministro de frío y calor- sin tener muy en cuenta los consumos energéticos a posteriori.

En las Tablas 1 a 4 se muestran los valores más indicativos del informe que publicó el IDAE en 2001 sobre los consumos energéticos típicos y su distribución en los hoteles españoles.

TABLA 1. Demanda energética tipo en hoteles con aire acondicionado, piscina y de más de 150 habitaciones en el interior peninsular.

Demanda	Eficiencia de los equipos			
	Excelente	Buena	Pobre	Deficiente
Electricidad kWh/m ²	< 165	166 - 200	200 - 250	> 250
Combustible kWh/m ²	< 200	200 - 240	240 - 300	> 300
TOTAL kWh/m ²	< 365	365 - 440	440 - 550	> 550

TABLA 2. Distribución de la demanda de consumo eléctrico en hoteles.

	Medio	Menos de 2000 m ²	Entre 2000 y 4000 m ²	Entre 4000 y 8000 m ²	Más de 8000 m ²	Interior peninsular	Costa
Iluminación	42,3 %	48,9 %	47,0 %	34,9 %	32,3 %	55,0 %	38,7 %
Climatización/Calefacción	32,5 %	35,0 %	30,8 %	31,6 %	28,9 %	26,8 %	32,6 %
Agua Caliente	8,5 %	7,3 %	6,4 %	11,2 %	8,5 %	7,4 %	8,5 %
Cocinas	8,9 %	4,6 %	8,5 %	11,0 %	10,7 %	3,4 %	9,6 %
Otros	7,6 %	4,2 %	7,2 %	11,4 %	8,0 %	7,5 %	7,8 %

TABLA 3. Distribución de los consumos energéticos en hoteles por aplicaciones.

	Medio
Iluminación	15,0 %
Climatización/Calefacción	31,0 %
Agua Caliente	24,0 %
Cocinas	27,0 %
Otros	3,0 %

TABLA 4. Distribución geográfica de los hoteles con bomba de calor.

Costa	34,5 %
Interior	19,0 %
Entre 200 – 300 h	43,0 %
Más de 300 h	23,0 %

El primer dato importante es que los hoteles tienen unos consumos energéticos algo menores en electricidad y en combustibles, y que la climatización, la calefacción y el agua caliente sanitaria (ACS) representan algo más del 40 % de los consumos eléctricos y alrededor del 55 % de los consumos energéticos totales. Sólo el ACS representa el 24 % del total. Las bombas de calor se están utilizando tanto para el ACS, como la calefacción y la refrigeración y principalmente en los hoteles de costa donde la demanda de refrigeración es la que domina en los consumos energéticos y las temperaturas invernales no suelen bajar de los 5 °C.

La tendencia que se está viendo en el tipo de equipos que se están utilizando en hoteles es de un retroceso de la bomba de calor frente a las calderas. En la producción de ACS, la bomba de calor está retrocediendo frente a las calderas en parte motivada por la legislación anti-legionella que obliga que la temperatura de acumulación debe ser en todo momento superior a los 60 °C y con las bombas de calor usuales, esto no es posible. Una vez que para el ACS hay que instalar una caldera, la bomba de calor para frío y calor pierde sentido -especialmente considerando el bajo COP (Coeficiente de Eficiencia Energética) que tiene la bomba de calor a temperaturas ambientes bajas- y se están montando bombas de calor sólo frío (enfriadoras).

Otra tendencia importante es el número cada vez más importante de hoteles con piscina climatizada. Es importante recordar en este contexto que la legislación sólo permite calentar las piscinas con energías residuales o con energía solar.

Con los datos y tendencias que mostramos, las opciones más claras -por orden de importancia- que se prevé para la utilización del Sol para reducir los consumos energéticos en los hoteles son:

1. Producción solar de agua caliente sanitaria.
2. Climatización solar de piscinas cubiertas y descubiertas.
3. Calefacción y refrigeración solar.

7.3. Funcionamiento de las instalaciones solares térmicas. Componentes

Un sistema solar está constituido por el colector solar, el subsistema de almacenamiento, el de transporte de energía (tuberías, bombas, intercambiadores) y el de utilización o consumidor de la energía solar captada. En su diseño hay que tener en cuenta que, tan importante como la correcta selección de los elementos integrantes de cada subsistema, es la correcta integración de todos ellos en el sistema y la selección de las estrategias de regulación control y operación.

Con todo ello el rendimiento anual del sistema, que será función de la tecnología empleada, dependerá principalmente de los siguientes factores:

- ✿ Colector: parámetros de funcionamiento η_0 (Eficiencia Óptica, ganancia de energía solar) y U_L (Pérdidas Térmicas).
- ✿ Caudal de diseño: bajo flujo y estratificación.
- ✿ Intercambiador: eficiencia.
- ✿ Tuberías: longitud, diámetro y aislamiento.
- ✿ Almacenamiento: volumen y estratificación.
- ✿ Control: diferencial de temperaturas, radiación, caudal variable, etc.

- Operación y seguridades: expansión, purgadores, válvula de seguridad, etc.
- Criterios de diseño.

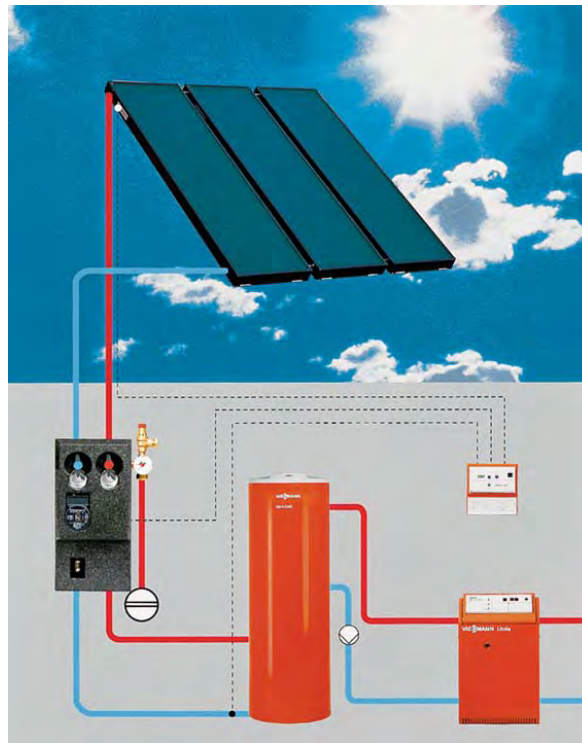


Figura 1. Componentes de una instalación solar.

7.3.1. Subsistema de Captación

El colector solar térmico es el encargado de captar la radiación solar y convertir su energía en energía térmica, de manera que se calienta el fluido de trabajo que ellos contienen.

Toda la energía que incide sobre el colector solar no puede ser considerada como energía útil, de manera que al mismo tiempo que se produce el calentamiento del fluido de trabajo, una parte de esta energía se pierde por conducción, convección y radiación, generándose un balance energético entre la energía incidente (en forma de radiación solar) y las pérdidas térmicas, obteniendo como resultado una potencia útil del colector solar.

Estas pérdidas de calor crecen con la temperatura del fluido de trabajo, hasta que llega un momento de equilibrio en el que se cumple que la energía

captada es igual a las pérdidas, alcanzándose en ese momento la temperatura de estancamiento del colector. En la mayoría de los colectores esta temperatura de estancamiento o de equilibrio se alcanza a unos 150 - 200 °C.

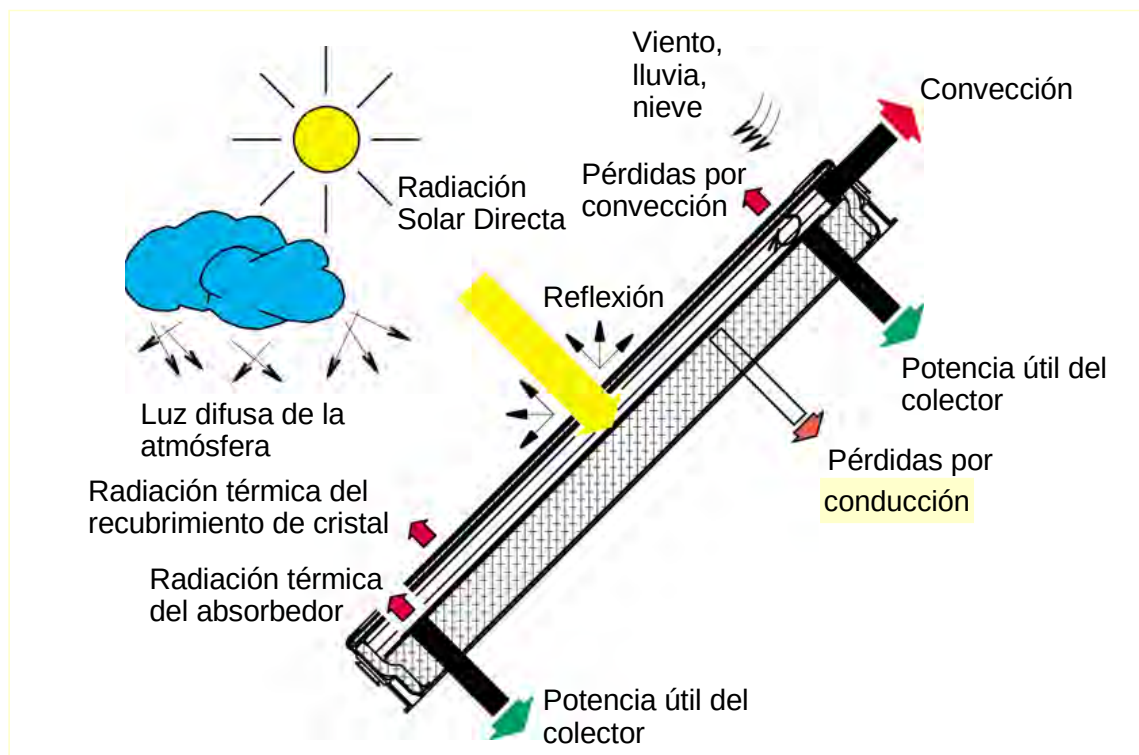


Figura 2. Balance energético en un colector solar.

Con todo ello y teniendo en cuenta la ecuación de la curva que define el rendimiento de un colector solar, Fig. 3, se deduce que nos interesa hacer trabajar el colector a la temperatura más baja posible, siempre que ésta sea suficiente para la utilización específica en cada caso.

$$\eta = \eta_o - k_1 \cdot \frac{\Delta T}{E_g} - k_2 \cdot \frac{\Delta T^2}{E_g}$$

η	= Rendimiento (Eficiencia).
η_o	= Rendimiento Óptico (eficiencia óptica).
k_1, k_2	= Pérdidas Térmicas; engloba pérdidas por conducción, convección y radiación.
ΔT	= Diferencial de Temperaturas (entre la temperatura media de trabajo del colector y la temperatura ambiente, °C)
E_g	= Radiación solar, W/m ² .

Figura 3. Ecuación de la curva de rendimiento de un colector solar.

Los colectores solares son el corazón de cualquier sistema de utilización de la energía solar: absorbe la luz solar y la transforma en calor. Los criterios básicos para seleccionarlo son:

- ☼ Productividad energética a la temperatura de trabajo y coste.
- ☼ Durabilidad y calidad.
- ☼ Posibilidades de integración arquitectónica y
- ☼ Fabricación y reciclado no contaminante.

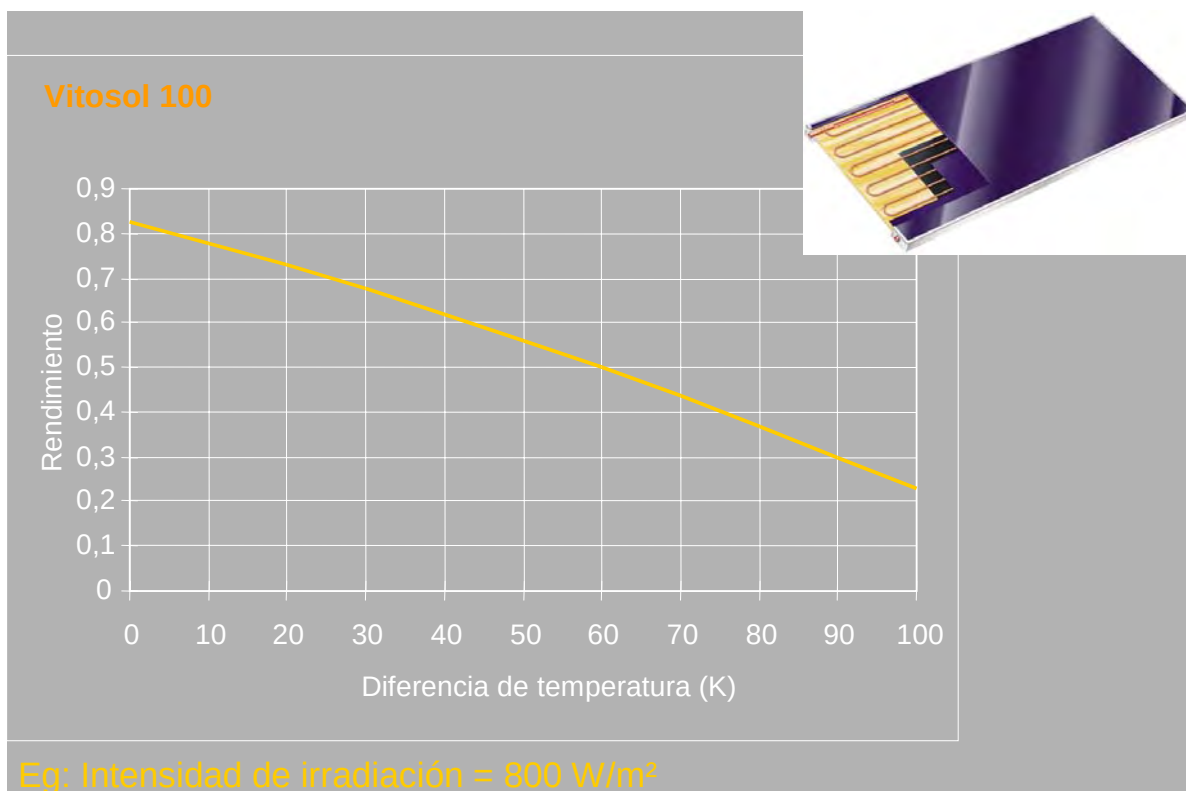


Figura 4. Curva de rendimiento de un colector solar de alta eficiencia.

Dependiendo de la aplicación, el tipo de colector solar que hay que utilizar varía. Para aplicaciones que requieren un fluido a baja temperatura (<100 °C) los sistemas con colectores de placa plana son los más utilizados, seguidos por los tubos de vacío, Fig. 5. Los colectores de tubos de vacío se distinguen de los colectores planos por sus menores pérdidas térmicas -mayor rendimiento- al encerrarse el absorbente solar en una cápsula de vidrio de la que se extrae el aire y sus mayores posibilidades de integración arquitectónica. La diferencia de productividad energética entre los diferentes tipos de colectores planos viene dada por las diferencias en las propiedades ópticas de los recubrimientos de sus absorbentes y

por las características y espesores de los aislamientos térmicos. Las diferencias en durabilidad y calidad surgen de los materiales empleados y, en especial, de la junta de estanqueidad que une la cubierta de vidrio del colector con el marco y de la resistencia del material de aislamiento térmico al apelmazamiento por las condensaciones internas del colector.

Colectores planos Vitosol 100

Colectores de vacío Vitosol 200 y Vitosol 300

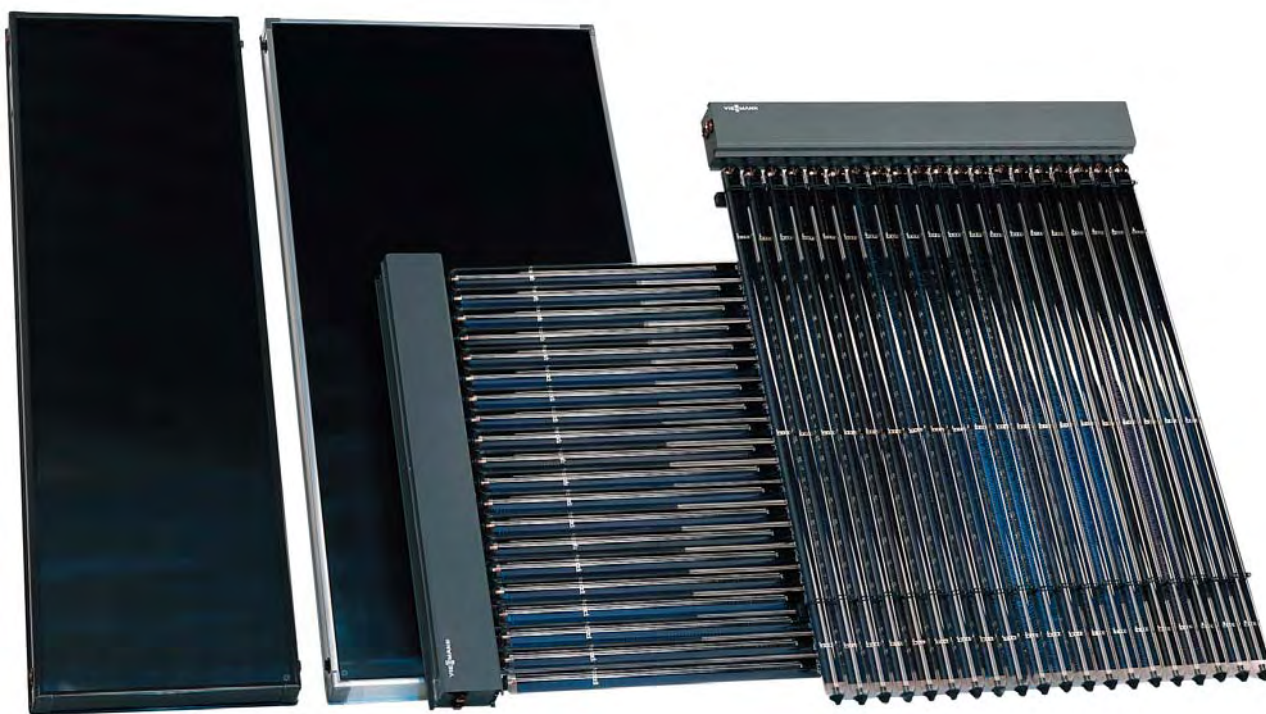


Figura 5. Ejemplos de tecnología.

Al igual que ocurre con las calderas, la utilización de colectores más eficientes tiene una influencia mucho más significativa en la productividad anual que la que se puede deducir de la comparación directa de los rendimientos instantáneos (relación entre el calor extraído del colector en un momento dado y la radiación solar disponible en ese momento). Además, se pueden encontrar reducciones significativas en los costes del resto de los elementos del sistema solar ya que para un mismo aporte solar hacen falta instalar menos m² de colectores y se puede trabajar a temperaturas más altas sin repercusión en el rendimiento (bombas, tuberías, almacenamiento, intercambiadores, etc., más pequeños).

Desde el punto de vista de la integración arquitectónica, una ventaja que tienen los colectores de vacío de absorbente plano es que permiten una mayor flexibilidad de montaje. Así, los tubos de vacío con absorbente plano se pueden instalar en una superficie horizontal o vertical y girar los tubos para que su absorbente esté a la inclinación adecuada.

7.3.2. Subsistema de Acumulación

El Sol es una fuente de energía que no podemos controlar, su producción nos llega de forma continuada durante una media de 12 horas al día, a razón de 1400-1800 kWh/m² año, lo que equivale a que por cada m² recibimos la energía obtenida de quemar unos 165-200 litros de gasóleo; esto es, con la energía solar que llega en 5 m² podríamos suplir las necesidades térmicas anuales para acondicionar una casa de 100 m².

Pero esta energía no nos llega en el preciso momento en que la necesitamos, sino repartida durante todas las horas de sol. Opuesta a esta producción nos encontramos con los perfiles de consumo de las instalaciones, que variarán en función de su uso. Por ejemplo, en las instalaciones de ACS en viviendas tendremos dos-tres picos de consumo al día, en las instalaciones de calefacción el horario de funcionamiento normalmente comenzará después de las 12 del mediodía y sólo durante el invierno, etc.

Para conseguir acoplar la producción del sistema solar con el consumo de la instalación siempre nos hará falta una acumulación de energía solar. Esta acumulación tendrá mayor o menor volumen en función de dos factores principales:

- ☀ En nivel de cobertura con energía solar de la demanda de la instalación.
- ☀ El perfil de consumo de la instalación.

Cuanto mayor sea el nivel de cobertura, mayor tendrá que ser esta acumulación. La mayor heterogeneidad del perfil de consumo también hará que sea necesaria una acumulación mayor.

El cálculo del volumen de acumulación solar adecuado para cada instalación tiene una gran importancia, porque de este volumen va a depender en gran medida el rendimiento de todo el sistema solar. Para calcular el volumen exacto de acumulación solar en una instalación habrá que hacer un análisis de sensibilidad, analizando el rendimiento del sistema solar con diferentes volúmenes de acumulación y comparando el beneficio de su utilización con la inversión inicial necesaria.

Otro factor de gran influencia en el rendimiento del sistema solar será la estratificación térmica de la acumulación solar, a mayor estratificación mayor será el rendimiento de la instalación solar. La estratificación térmica de la acumulación hace posible que la temperatura de entrada al colector solar sea lo más baja posible, lo que mejora su rendimiento. Esta estratificación se puede conseguir en mayor o en menor grado en función de las medidas de diseño que se tomen. Como medidas básicas se deben adoptar las siguientes: utilización de depósitos verticales y conexión en serie de las baterías de depósitos. Una estratificación mayor se puede conseguir mediante diseños más sofisticados, funcionamiento a bajo flujo del circuito primario solar con caudal variable o depósitos especialmente diseñados para favorecer la estratificación térmica.

Una de las consecuencias más importantes de la necesidad de acumulación de energía con los sistemas solares es que el cálculo del sistema solar siempre se tiene que hacer en función de la energía demandada y no de la potencia. Esto implica un cambio en el cálculo clásico de las instalaciones, que normalmente se hace basándose en potencias y demandas máximas (el peor día del invierno, etc.) y no basándose en consumos medios diarios como es el caso del diseño solar.

7.3.3. Subsistema de Intercambio

La mayoría de los sistemas solares térmicos son de circuito indirecto. Por lo que existe un sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume.

Los circuitos indirectos, es decir, instalaciones con dos circuitos, uno primario (captadores solares, que funcionan como un generador de calor; el sistema de bombeo; el sistema de intercambio, que transmite la energía producida al almacenamiento; y el sistema de expansión y seguridad) y otro secundario (acumulador solar y sistema de bombeo), son de obligada utilización en zonas con riesgo de heladas (el circuito primario se llena con un líquido anticongelante) o zonas en las que la calidad del agua sea baja, aguas duras, con riesgo de incrustaciones calcáreas.

7.3.4. Subsistema de Regulación y Control

Se encarga de asegurar el correcto funcionamiento de la instalación solar. Las estrategias de regulación y control no son complejas, de manera que suelen consistir en el de marcha -paro de una bomba en función de un diferencial de temperatura establecido en la regulación- y en el de control de la temperatura de un acumulador (termostato de seguridad o máxima), en instalaciones complejas, mediante el sistema de regulación y control podemos realizar múltiples operaciones mejorando el rendimiento de éstas.



Figura 6. Regulación solar Vitosolic 100 y 200.

7.3.5. Subsistema de Energía Auxiliar o Convencional

Todas las instalaciones solares térmicas han de incluir un sistema de apoyo convencional, para cubrir las necesidades de los usuarios durante los períodos en que el sistema solar no pueda cubrir toda la demanda, por los siguientes motivos; por causas climáticas (menor radiación) o de aumento de consumo sobre el previsto inicialmente, es decir, que la demanda media anual calculada no coincide con la diaria.

Es muy importante que la instalación solar trabaje en sintonía con el resto de la instalación del edificio para garantizar el correcto funcionamiento y el máximo aprovechamiento -ahorro energético- del sistema en su conjunto.

El sistema de apoyo siempre tiene que estar dimensionado como si el sistema solar no existiese, ya que la función principal del sistema auxiliar será la de cubrir los picos de demanda, incluso en los momentos en los que la aportación del sistema solar sea insuficiente.

En la mayor parte de los casos el método más sencillo y eficiente para realizar la integración es conectar en serie la producción de dos generadores diferentes, por un lado, se tendrá el sistema solar y, por otro, el sistema de apoyo convencional.

Independientemente de la tipología de sistema convencional utilizado, es muy importante la posición relativa de éste; las distintas opciones que se pueden encontrar son:

- ✿ **Inmerso en el acumulador solar**, para esta configuración existen dos posibilidades en función del tipo de energía convencional utilizada, es decir, resistencia eléctrica (de menor eficiencia en tanques monovalentes) o gas natural, GLP, gasóleo, etc., mediante otro serpentín sumergido en la parte superior del acumulador (mayor eficiencia en tanques bivalentes esbeltos, en los que la estratificación se mantenga, de manera que la caldera sólo debe poder actuar sobre el 50 % del volumen del tanque).

- ✿ **En serie con el acumulador solar:** con esta configuración el sistema de energía convencional ha de ser modulante por temperatura y resistir entradas de agua precalentada entre 60-70 °C de temperatura. El rendimiento es el más alto ya que no afecta a la temperatura de entrada a los colectores, además de poder modular el consumo de energía convencional en función de la temperatura de entrada a la caldera mural, mayor eficiencia.
- ✿ **En paralelo con el acumulador solar:** es la tipología más usual en sistemas domésticos termosifónicos, **conexiónado menos eficiente** ya que no se aprovecha el agua precalentada solar, sería un todo-nada. Estas calderas no aceptan agua precalentada.
- ✿ **Inmerso en acumulador en serie con acumulador solar:** con esta configuración se puede aprovechar el precalentamiento del agua solar (aún no a la temperatura de consumo) con el consiguiente ahorro energético, **conexiónado más eficiente**. El acondicionamiento del acumulador convencional se realizará con caldera de gas, gasóleo, GLP o incluso con resistencia eléctrica (menor eficiencia).

7.4. Principales aplicaciones de la energía solar térmica

El objetivo básico del diseño de un sistema de aprovechamiento solar ha de ser el de suministrar al usuario una instalación solar que, dentro de las restricciones de costes:

- ✿ Maximice el ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto de equipos térmicos del edificio.
- ✿ Garantice una durabilidad y calidad suficientes.
- ✿ Garantice un uso seguro de la instalación.

Para maximizar el ahorro energético y dado que los colectores solares tienen mejor rendimiento trabajando a bajas temperaturas, es recomendable la conexión entre el sistema solar y el sistema de apoyo convencional de tal manera que el sistema solar siempre trabaje a la temperatura más baja posible. Esto nos llevará a conectar la instalación solar en serie con el sistema de apoyo y siempre por delante de éste.

7.4.1. Producción de ACS con energía solar térmica

En instalaciones compartidas por varios usuarios, la producción de ACS solar será preferiblemente centralizada, es decir, un único sistema de captación, intercambio y acumulación solares.

En instalaciones de producción de ACS esto significará que la acumulación de agua calentada por el sistema solar se conectará a la entrada de agua fría de la instalación. El agua precalentada por el sistema solar pasará después, según se produzca el consumo, al sistema de calentamiento convencional (interacumulador calentado con caldera, calentador instantáneo modulante, termo eléctrico, etc.).

En este tipo de esquema existe un primer depósito en el que entra directamente el agua de red y que es calentado por el sistema solar, el depósito calentado por caldera es colocado en serie, siendo su entrada la salida del depósito solar. Para instalaciones con consumos de 1.000 a 3.000 l/día el esquema se suele resolver mediante interacumuladores, tanto para el sistema solar como para el convencional. En sistemas con consumos mayores de 5.000 l/día la acumulación solar se resuelve normalmente mediante acumuladores e intercambiador de placas externo. Para consumos mayores suele ser interesante realizar la acumulación solar en circuito cerrado mediante dos intercambiadores de placas, de este modo se economiza sensiblemente la inversión inicial en acumulación solar al poder utilizar tanques de acero al carbono sin recubrimiento.

En la Fig. 7, se muestra un esquema tipo de ACS solar, si bien en este caso se han separado los circuito de agua de consumo y de extracción de agua caliente

solar mediante un intercambiador para evitar la necesidad del tratamiento anti-legionella en el acumulador solar.

A continuación se analizan algunas de las configuraciones básicas que se pueden aplicar para la conexión del sistema solar con la instalación convencional.

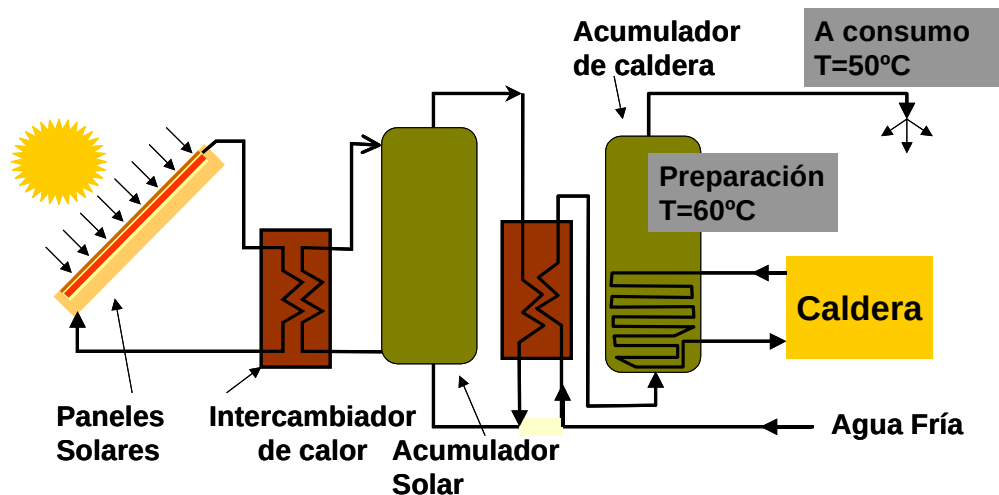


Figura 7. Sistemas de ACS con intercambiadores separados e intercambiador entre el acumulador solar y de caldera.

7.4.2. Producción de ACS y climatización de piscinas con energía solar térmica

Una de las aplicaciones más interesantes y eficientes de utilización de la energía solar es el calentamiento de piscinas ya que las temperaturas requeridas son bajas y las demandas energéticas muy grandes. En el caso de piscinas cubiertas es usual el instalar como sistema de calentamiento una combinación de bomba de calor y caldera. La bomba de calor sirve como mecanismo de control de la humedad del recinto, recuperando la entalpía del aire de renovación para aportar calor al ambiente y al vaso de la piscina. En este caso, la instalación solar siempre se ha de montar en serie con la caldera, pero en paralelo con la bomba de calor - para no empeorar su rendimiento ni pararla por sobretensión- dando prioridad al mantenimiento de las condiciones de confort -temperatura y humedad- en la piscina. En la Fig. 8 se muestra un esquema tipo para esta aplicación.

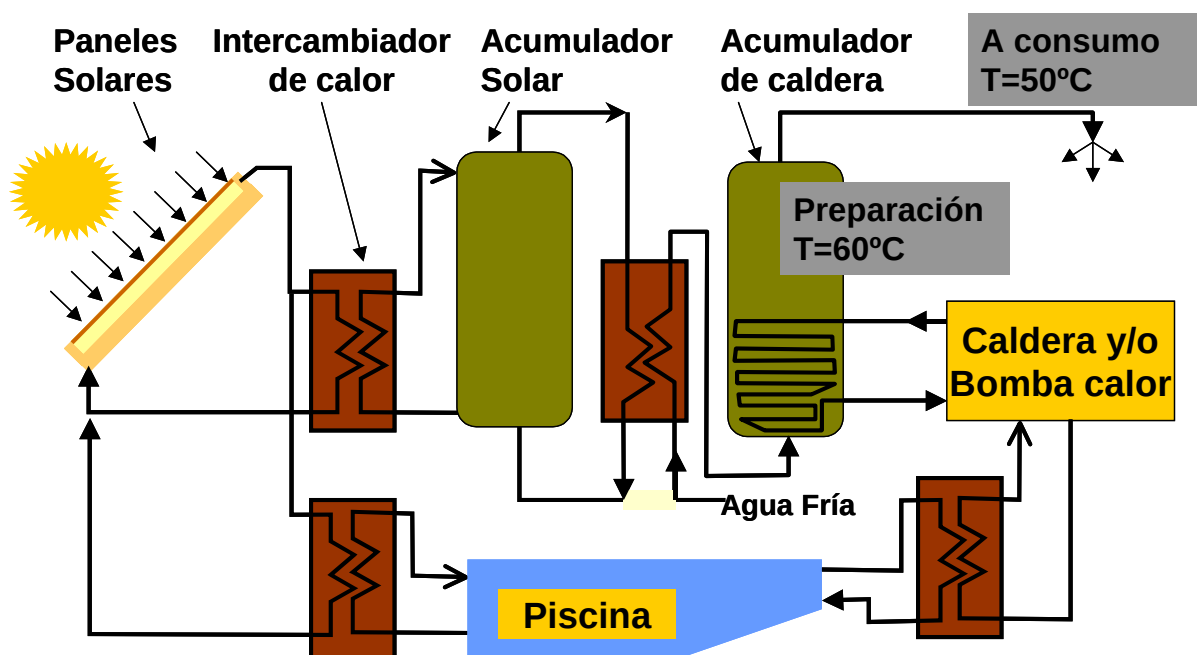


Figura 8. Esquema tipo de aplicación solar para ACS y Piscina.

7.4.3. Conexión al retorno de los sistemas de calefacción con energía solar térmica

En sistemas de calefacción, y en general en circuitos cerrados, la conexión del sistema solar ha de hacerse donde se encuentre la temperatura más baja del circuito. Normalmente este punto es el retorno de la instalación. En la Fig. 9 se muestra el esquema tipo: el retorno de calefacción se hace pasar por los tanques solares cuando los acumuladores solares están más calientes que el retorno y de esta manera precalentamos el retorno y ahorramos combustible en la caldera.

Si bien está bastante claro que el punto de conexión del sistema solar debe ser siempre el punto más frío de la instalación de calefacción, en ocasiones hay que hacer un análisis cuidadoso de la instalación para poder determinar cuál es este punto. En instalaciones clásicas en las que existe un único colector de impulsión y otro de retorno, el punto de conexión del sistema solar será siempre entre el colector de retorno y la caldera. Para hacer la conexión, la solución más sencilla es colocar una válvula de tres vías diversora que obligue al agua de retorno de la calefacción

-cuando el retorno esté mas frío que los tanques solares- a circular por la acumulación solar, donde será precalentado con la energía acumulada, para volver a entrar en la caldera a continuación.

En instalaciones de calefacción más complejas decidir el punto exacto de conexión del sistema solar a calefacción puede ser menos inmediato. Por ejemplo, si existe un distribuidor menor formado por colector de impulsión y colector de retorno conectados a un colector corrido, el lugar más indicado para conectar la instalación solar no sería entre el colector corrido y el retorno de caldera, ya que este punto del retorno puede llegar a estar a una temperatura elevada. En este caso habría que conectar el sistema solar entre el colector menor de retorno y el colector corrido.

Además del correcto conexionado de los dos sistemas de producción, otro elemento muy importante para un buen rendimiento de los sistemas de calefacción con energía solar es el elemento de distribución del calor. Los sistemas solares tendrán mejor rendimiento con aquellos sistemas que trabajan con temperaturas de retorno más bajas, suelo radiante, *fan-coils*, sistemas de radiadores dimensionados para temperatura de impulsión de 60 °C o inferior, etc.; en ese sentido el trabajar con calderas que puedan trabajar con temperaturas de retorno más bajas (calderas de baja temperatura o condensación) siempre simplifica el funcionamiento de la instalación en su conjunto, aparte de, por supuesto, conseguir un ahorro energético global mucho mayor.

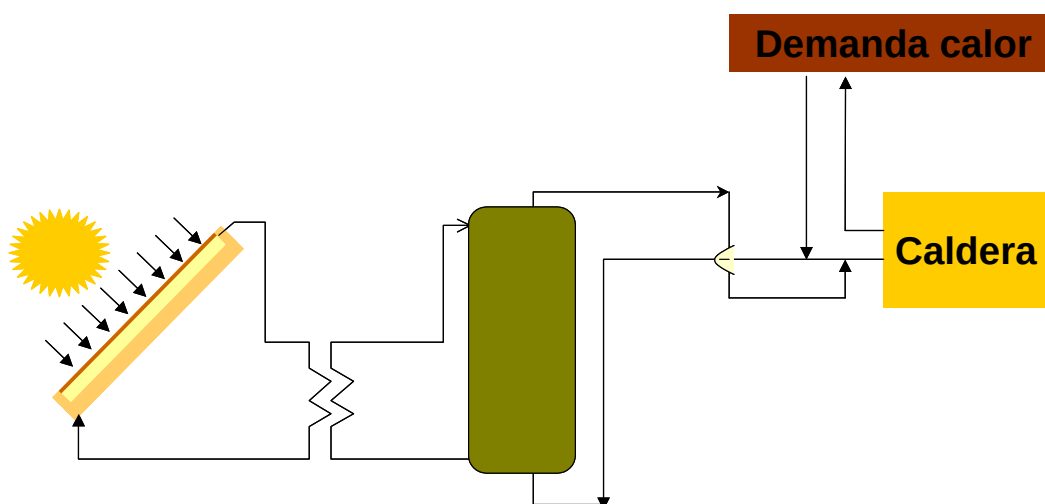


Figura 9. Esquema tipo de aplicación solar para Calefacción y ACS.

7.5. Conexión al retorno en sistemas de absorción con energía solar térmica

Para la aplicación del sistema solar a la producción de frío se utilizan máquinas de absorción con unas temperaturas de trabajo de 80-90 °C. Para suministrar energía a estas temperaturas a la máquina de absorción se puede conectar el equipo al distribuidor de caldera como un consumidor más en la instalación. Conectando la máquina al distribuidor de calefacción el apoyo del sistema solar se podrá aplicar tanto a la producción de frío como al apoyo de calefacción de forma sencilla y natural, la única diferencia entre la temporada de calefacción y de refrigeración para el sistema solar será la temperatura de retorno en cada época.

Este sistema de conexión de la máquina de absorción con el sistema solar es especialmente aconsejable en instalaciones en el que el único generador de frío es la máquina de absorción, Fig. 10.

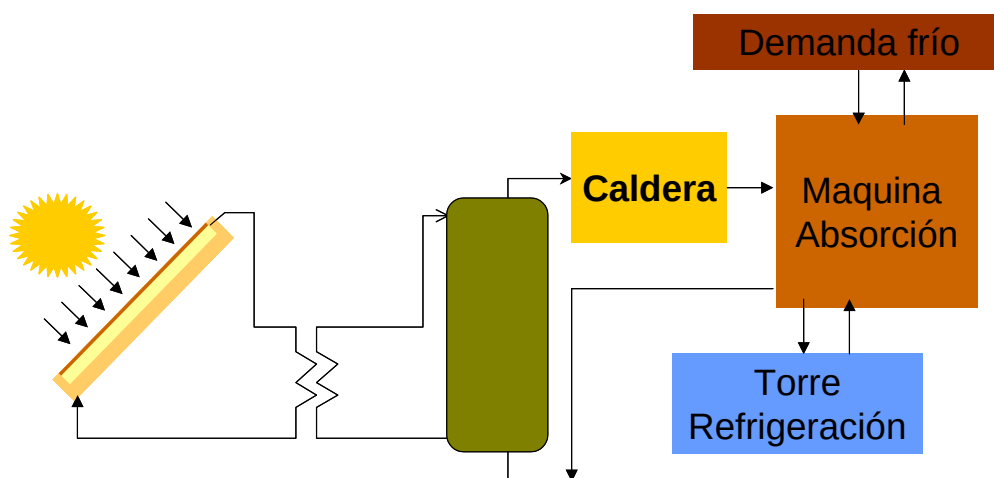


Figura 10. Esquema tipo de aplicación solar para refrigeración con sólo máquina de absorción.

Teniendo en cuenta que las máquinas de absorción utilizables con energía solar presentan COP bajos, del orden de 0,65, a pesar de las diferencias de coste entre el kWh térmico producido por gas o gasóleo para alimentar la máquina de absorción y el kWh eléctrico (de 2 a 3 veces más caro) para alimentar la bomba de calor, como el COP en frío de las bombas de calor suele ser superior a 3 y las

inversiones iniciales suelen ser bastante inferiores, la mayoría de los hoteles suelen elegir bombas de calor para cubrir sus necesidades de frío. Desde ese punto de vista cuando se decide instalar una instalación solar para climatización mediante máquina de absorción, los consumos en los hoteles suelen ser lo suficientemente altos para que además de la máquina de absorción se instalen bombas de calor (enfriadoras) para la producción de frío. En este caso la producción de frío mediante energía solar se realiza mediante la conexión directa del sistema solar a una máquina de absorción que solamente trabaja con energía solar, Fig. 11, ya que no es interesante -ni desde un punto económico, ni medioambiental- el utilizar combustible en la máquina menos eficiente.

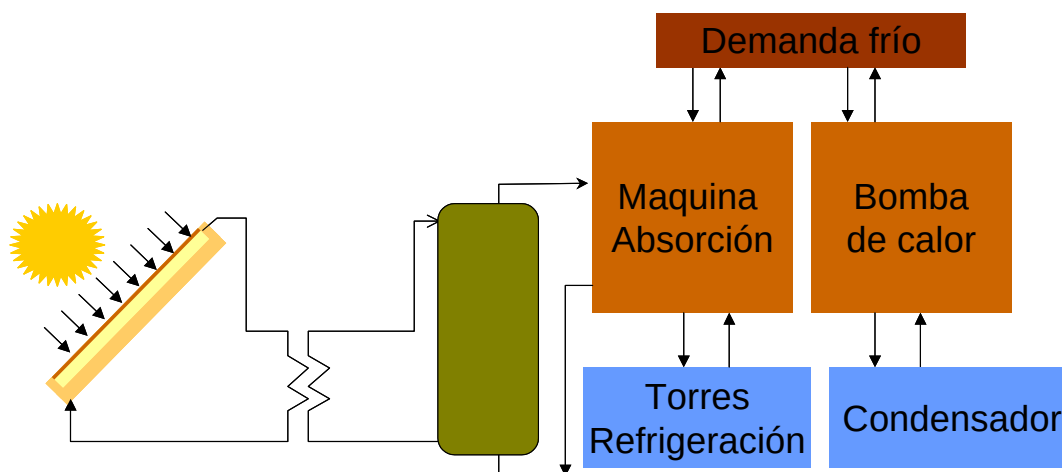


Figura 11. Esquema tipo de aplicación solar para refrigeración con máquina de absorción y apoyo de bomba de calor: modo frío.

7.6. Caso ejemplo: ACS con energía solar en hoteles

En la Tabla 5 mostramos un dimensionado típico para la instalación solar de producción de ACS en un hotel en Madrid de 50, 100, 200 y 300 habitaciones. Se observa que para cubrir con la instalación de colectores solares planos Vitosol 100 un 50 % de la demanda energética hace falta 1 m² por habitación, mientras que para cubrir el 70 %, se necesita una media de 1.5 m² por habitación. Es importante señalar que los consumos medios anuales por habitación y día varían

considerablemente de un hotel a otro. Aquí hemos considerado una demanda media anual de 100 L/día a 60° por habitación. Los costes asociados a la inversión solar los mostramos en la Tabla 6.

TABLA 5. Dimensionado de la instalación solar con colectores Vitosol 100 para un hotel en función del número de habitaciones y para distintos porcentajes de ahorro solar para la producción de ACS.

Nº Habitaciones	50	100	200	300
Cobertura Solar	Área de Colectores (m ²)			
50 %	49	98	196	293
60 %	62	124	248	372
70 %	77	153	306	459

(Consumo por habitación = 100 L/día a 60 °C)

TABLA 6. Costes típicos de la instalación solar con colectores Vitosol 100 para un hotel en función del número de habitaciones y para distintos porcentajes de ahorro solar para la producción de ACS.

Nº Habitaciones	50	100	200	300
Cobertura Solar	Costes tipo			
50 %	46 550 €	85 750 €	156 800 €	234 400 €
60 %	58 900 €	108 500 €	198 400 €	297 600 €
70 %	67 375 €	122 400 €	244 800 €	367 200€

A la hora de analizar la rentabilidad de la inversión hay que tener en cuenta las ayudas administrativas disponibles, tanto a nivel local como a nivel autonómico y estatal. Por ejemplo, en el IDAE, desde el 1 de Julio del 2006, existe una línea de financiación para instalaciones solares térmicas para ACS al tipo de interés Euribor + 0,30 % a amortizar en 11 años (1 de carencia + 10 de amortización) a un precio de referencia de la instalación de 600 €/m².

En la Tabla 7 mostramos que las reducciones de emisiones contaminantes son muy importantes.

TABLA 7. Equivalencias de ahorro energético y de reducción de emisiones de una instalación solar para hotel tipo en Madrid (Cobertura solar = 60 %).

Tamaño del hotel: Habitaciones	50	100	200	300
Ahorro energético anual – Energía (kWh/año)	55 745	111 491	222 982	334 473
Ahorro de emisiones – kg de CO ₂ en 20 años*	222 759	445 518	891 035	1 336 553
Reducción Emisiones en millones de km equivalentes de coches nuevos (CO ₂)**	1.86	3.71	7.43	11.14
Número de árboles equivalentes (CO ₂ acumulado en 20 años)***	4 050	8 100	16 201	24 301
Hectáreas de bosques equivalentes (CO ₂ acumulado en 20 años)***	0.96	1.93	3.86	5.79

*EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook (SNAP-97)

** Comision Europea. Objetivo 2005

*** ECCM Edinburgh Centre for Carbon Management

7.7. Resumen de los beneficios de solarizar los hoteles

Los principales beneficios son:

- ✿ Reducir la factura energética.
- ✿ Pagar las inversiones con parte de los ahorros.
- ✿ Mejorar el medio ambiente urbano.
- ✿ Mejorar la imagen del hotel: el hotel como promotor del uso racional de la energía y de la innovación.

Los principales factores que están limitando su desarrollo son:

- ✿ Bajo coste de la energía convencional.
- ✿ Falta de contabilidad de costes energéticos.

y los que lo están favoreciendo:

- ✿ Preocupación medioambiental.
- ✿ Las demandas energéticas son grandes y en fase con la disponibilidad del Sol, lo que nos lleva a instalaciones solares eficientes y con rentabilidades muy interesantes especialmente al contabilizar los beneficios ambientales y de imagen pública.

8.1. Introducción

En la actualidad, aunque tengamos presente que la Energía es un bien escaso y costoso, especialmente la procedente de fuentes limpias y renovables, se experimenta un continuo crecimiento de los consumos energéticos de todos los países desarrollados y/o en vías de crecimiento.

Este rápido crecimiento, viene favorecido por la terciarización de la economía e impulsado por el desarrollo y evolución de los servicios a las empresas y a los sub-sectores socio-turísticos. Es por ello, que nuestra actual estructura, está experimentando una relativa expansión hacia el Sector Servicios, motivada por las exigencias de este escenario, que probablemente deberá continuar potenciándose en nuestro futuro inmediato.

En nuestro país, en lo referente al consumo de energía eléctrica, el sector Servicios es el protagonista, ya que en las dos últimas décadas, es el que está aportando los mayores índices de crecimiento.

Estratégicamente, sobre cada uno de estos consumos y sus futuros crecimientos, es importante que desarrollemos estudios de viabilidad, proyectos, diseños e implantaciones de Sistemas Gestión Energética (GEN), adaptados a un periodo de tiempo como el actual, en el que se está viviendo un escenario de alarma de crisis energética y económica.

Escenario, que viene directamente marcado por las tensiones geopolíticas oriente/occidente y por el precio del Barril Brent (crudo de referencia en Europa), recordemos que el jueves 13/04/06, superó por primera vez los 70 dólares por barril, llegando a cotizar a 70,99 \$ / Barril, y que la perspectiva a medio plazo es una escalada ascendente.

Aumenta la probabilidad de que alcancemos un nuevo escenario de *crisis de energías primarias*, está vez impulsado por causa de una demanda creciente, con su inevitable gran coste económico asociado, para los países de la UE (como ya sucedió por causa de una oferta descendente, en los años 73, con el embargo del petróleo de los países árabes y en la segunda crisis que se inició en el año 79, con el comienzo de la revolución iraní). Se puede apreciar una tendencia claramente alcista en los mercados energéticos:

- ✿ Mercado Industrial Gas: al ser la demanda mayor que la oferta ha habido un incremento del 18 % del precio en el año 2005.
- ✿ Subida del petróleo (de 30 a 73 \$/barril en 30 meses).
- ✿ Subida espectacular del carbón: se ha pasado de 33 €/t 2003 a 58 €/t en el años 2004 (55 %).
- ✿ Subida del Pool Eléctrico Español: incremento del 50 % respecto al 2004, alcanzando el mercado diario un precio medio de 5,573 c€/kWh.
- ✿ En el año 2006, los datos de subida de precio medio del mercado diario, desde el 1 de enero al 4 de mayo, registran un incremento del 50 % respecto al 2005 del 19,16 %, con un valor de 6,633 c€/kWh.

A nivel Macroeconómico, es aconsejable que desde las diferentes Administraciones, se procure trabajar en modificar las actuales estrategias de consumos energéticos y sus hábitos de usos energéticos, y marcar las directrices globales en cada país y comunidad autónoma, para intentar reducir la actual dependencia energética, fomentar y estudiar viabilidades energéticas de sustitución de combustibles y preparar una política de fomento y uso de energías alternativas, especialmente las Renovables.

A nivel Microeconómico, las distintas empresas, necesitan sensibilizarse lo antes posible con el problema, y deberán prepararse para ser más competitivas y rentables, mejorando la Eficiencia de sus equipamientos y/o consiguiendo Ahorros

de Energía. La Solución Técnica, que deberán adoptar para mejorar sus procesos y costes, implicará una adecuada acción de gestión, mejora de procesos, adecuación de tecnologías, mejora de aislamientos y la determinación del tipo y cantidad de energía.

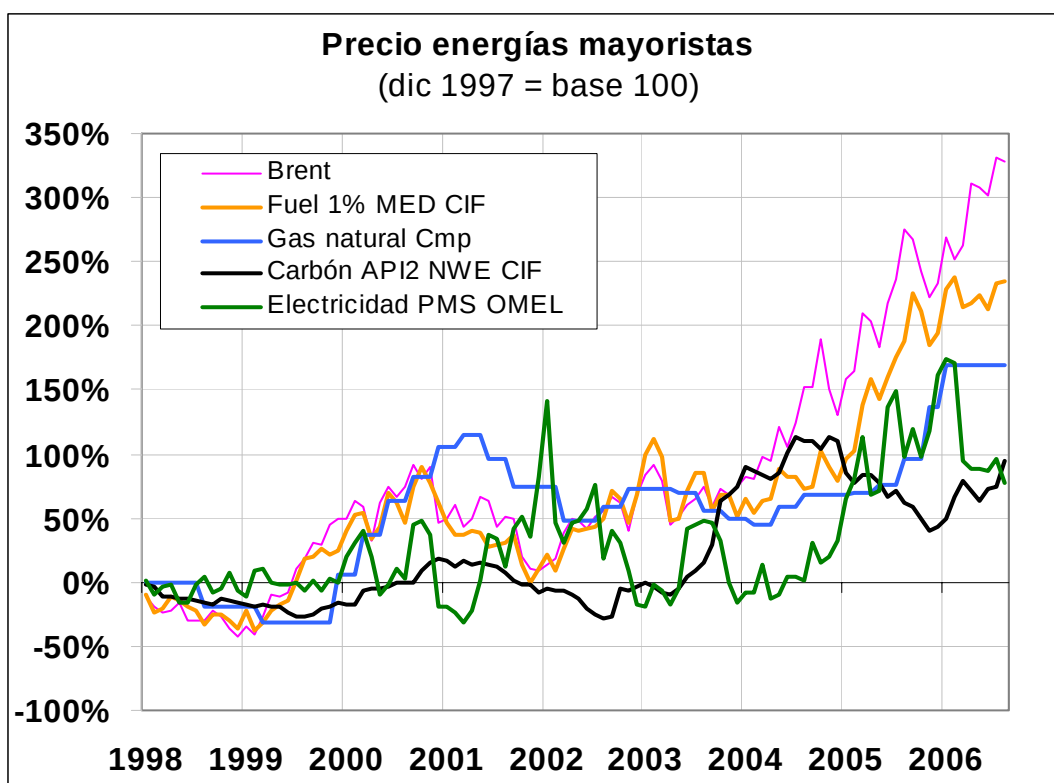


Figura 1. Costes de combustibles.

- Precios cierre de Agosto 2006

Brent:	+ 327 %
Fuel:	+ 235 %
Gas natural:	+ 169 %
Carbón:	+ 94 %
Precio mercado diario electricidad.	+ 78 %

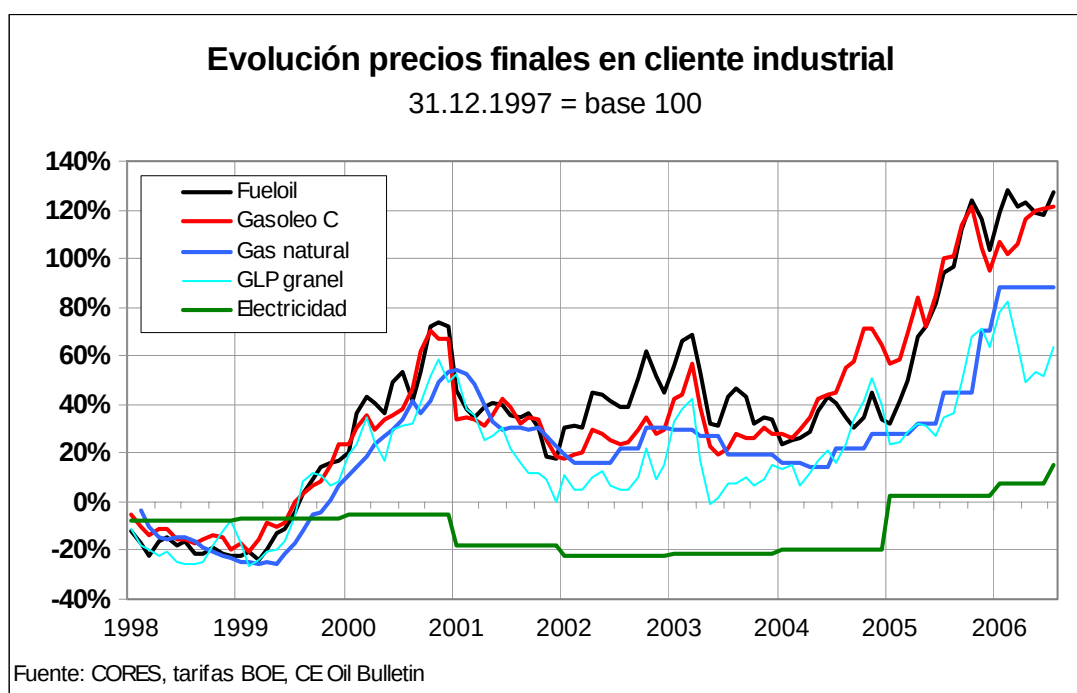


Figura 2. Incremento del precio de energías alternativas.

Precios julio 2006 “en casa del cliente” y con impuestos incluidos.

Fuente: CORES y BOE para Electricidad (tarifa 2.2), Gas natural (tarifa 2.4), GLP (a distribuidores).

Oil Bulletin para Gasoleo C y Fueloil.

El incremento porcentual de los costes de las energías ha sido:

Fueloil:	+ 127 %
Gasóleo C:	+ 121 %
Gas Natural:	+ 88 %
GLP granel:	+ 67 %
Electricidad:	+ 15 %

8.2. Objetivos

Esta guía pretende ofrecer una asesoría técnica actualizada, breve y sencilla, relacionada con los Sistemas de Gestión Energética, mejora de la Eficiencia y obtención de Ahorros Energéticos, en los locales e instalaciones destinados a los distintos servicios de un Hotel. Así como informar sobre las posibles ventajas y beneficios que se pueden conseguir, tanto para el usuario, como para las empresas

de servicios, las empresa suministradoras de energía, el sistema de regulación y en general para la comunidad.

Como objetivos directos podemos destacar:

- ✿ Mejora del confort.
- ✿ Aumento de eficiencia en sistemas y equipos.
- ✿ Control de puntas de potencia demandada.
- ✿ Reducción de potencia eléctrica contratada.
- ✿ Ahorros energéticos (Alumbrado, Climatización, ACS, Cocinas, Hornos, Lavado, Saunas, $\cos \phi$, etc.).
- ✿ Menor impacto ambiental (en función de reducir el consumo de energía primaria).
- ✿ Mayor seguridad de personas y bienes (alarmas de intrusión, contra incendios, inundación y médica).
- ✿ Control y medida de consumos energéticos totales, por procesos y por zonas y por servicios (agua, gas, gasoil, electricidad).
- ✿ Mejora de la información disponible.
- ✿ Reducción de costes económicos.

8.3. Clasificación del sector hotelero en la Comunidad Autónoma de Madrid por tamaño y potencia eléctrica contratada

Con los datos obtenidos en un estudio de afinidad y características energéticas realizado sobre un colectivo de 402 instalaciones, todas ellas clasificadas como HOTELES, cuyo consumo anual total durante el año 2005 fue de 77,077 GWh.

Todos los establecimientos que se han analizado para este estudio, están ubicados en el territorio de la Comunidad Autónoma de Madrid y figuran inscritos

en el código de actividades CNAE, con las referencias siguientes: H 55111, H 55112, H 55121 y H 55122.

Se ha procedido a clasificar y segmentar a este sector en los siguientes tres grupos de características afines.

8.3.1. Pequeños hoteles

Se agrupan aquí las 129 instalaciones que disponen contratos eléctricos con potencias menores o iguales a 15 kW, todas ellas pertenecientes al código CNAE H 55122, que congrega exclusivamente a los establecimientos considerados como “Hostales y pensiones sin restaurante”.

En este colectivo están incluidos y clasificados el 32 % de los establecimientos hoteleros considerados. El tamaño tipificado de estas instalaciones, corresponde a locales con áreas totales de $150 \div 250 \text{ m}^2$, de los cuales para nuestro modelo de cálculo, vamos a considerar un local de 200 m^2 , con una potencia eléctrica contratada de $P_{CE} = 11 \text{ kW}$, en el cual estimamos el siguiente reparto superficial: el 25 % dedicado a recepción, sala TV, salón desayunos, pasillos y aseos; el 10 % para área de servicios (maquinaria lavado, climatización, agua caliente sanitaria y mantenimiento, etc.); y el 65 % restante al Servicio de Habitaciones. Con un número máximo de 5 empleados por local y con capacidad de ocupación simultánea máxima de hasta 20 clientes.

El equipamiento típico eléctrico que suponemos para el modelo elegido, está compuesto por: Sistema de iluminación, Sistema de climatización (ventilación, aire acondicionado); sistemas informático administrativo telecomunicaciones, equipamiento de limpieza y servicios (aspiradora lavadora, cocina, etc.) y Equipamiento de habitaciones.

Todos los establecimientos de este grupo, tienen sus instalaciones en baja tensión (B.T.), con un 91,7 % de contratos eléctricos en mercado regulado en las tarifas 2.0 y 2.0.N; y el restante 9,3 % están contratados en el mercado libre, en la tarifa de acceso 2.0.A.

El consumo total de energía eléctrica registrado en este grupo durante el año 2005 fue de 1.580,7 MWh, lo que solamente representa el 2 % del consumo total del sector estudiado. La media de Potencia eléctrica contratada por instalación fue de 8,2 kW y el consumo medio por establecimiento alcanza un valor de 12.254 kWh/año, equivalente a una utilización anual de 1.495 h.

La facturación media en energía eléctrica registrada por local, considerando el total de los factores ha sido 1.150 €/año (IVA no incluido), con un precio medio de facturación de 9,40 c€/kWh (IVA no incluido). El término de potencia medio para este segmento, representa un porcentaje del 12 %, respecto a la facturación total sin IVA.

Por su modo de utilización, curvas de carga, equipamientos y consumo, este grupo se pueden dividir en dos segmentos:

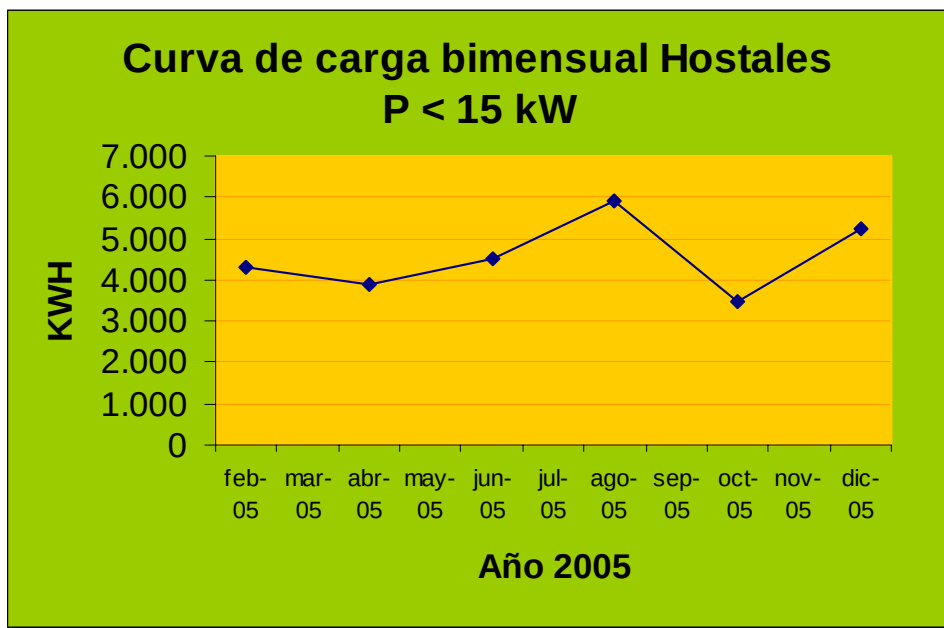
- ✿ Formado por los 102 establecimientos con horario de funcionamiento 24 horas/día, durante todo el año, y con hábitos de consumo equilibrados, que suponen, el 79,1 % del total de usuarios de este segmento, de los cuales, el 88,1 % se acogen a la tarifa de mercado regulado, en baja tensión (1× 230 V o 3 × 400 V) tipo **2.0** y el 11,9 %, contratan la tarifa de mercado libre tipo **2.0A**. Con estas premisas y suponiendo en el diseño un coeficiente de utilización simultanea de consumos $\delta = 0,6$, se dispondrá de potencia eléctrica para alimentar los sistemas de iluminación; ventilación; refrigeración; limpieza, registradoras, ordenadores y pequeños aparatos; y el equipamiento de las habitaciones (Alcobas y baños).

Se supone que los servicios de lavandería y planchado de la ropa de trabajo, así como de las sabanas, toallas, etc., se subcontratan al exterior.

- ✿ Los restantes 27 pequeños locales, que suponen el 20,9 %, con horario de funcionamiento 24 h/día durante todo el año, pero con equipamiento, modo de trabajo y hábitos de consumo programados para desplazar cargas y efectuar los consumos prioritariamente en el horario apropiado para utilizar rentablemente la tarifa nocturna. Sus instalaciones están equipadas con automatismos diseñados para desplazar lo máximo posible los consumos de

determinadas cargas, del horario diurno al nocturno, y para emplear tecnologías que permitan sistemas de acumulación.

Estos locales, contratan la tarifa de mercado regulado, en baja tensión (B.T.) (1×230 V o 3×400 V) con discriminación nocturna tipo **2.0N**. (Periodo nocturno de 0 a 8 h en verano y de 23 a 7 h en invierno). En esta variante, durante las horas diurnas, solamente se dispone capacidad de potencia eléctrica hasta 15 kW, para alimentar los sistemas de iluminación, ventilación, refrigeración, neveras, congeladores, hornos y pequeños equipos, pero durante el periodo nocturno no hay esta limitación de disponibilidad de potencia contratada, existiendo por tanto capacidad como para colocar instalaciones de acumulación para el agua caliente, la calefacción, etc.



8.3.2. Hoteles tamaño mediano

En este grupo se encuentran agrupados todos los establecimientos dedicadas a Hostelería, que sus Potencias de Contrato Eléctrico cumplen con el acotamiento siguiente: $15 \text{ kW} > P_{CE} \leq 75 \text{ kW}$.

En este colectivo se encuentran agrupados 142 establecimientos, cifra que abarca el 35,3 % del total considerado.

El tamaño tipificado de estas instalaciones, corresponde a recintos con áreas totales de medidas comprendidas entre $251 \div 750 \text{ m}^2$. En el modelo de cálculo utilizado, suponemos un establecimiento con un área total de 500 m^2 , con una Potencia Eléctrica contratada $P_{CE} = 60 \text{ kW}$, y con el reparto superficial siguiente: el 10 % empleado para recepción, salones, pasillos y aseos; el 5 % para servicios de lavandería, secado, planchado y vestuarios de operarios; el 8 % destinado para cocina, almacén y cámaras frigoríficas; el 4 % para maquinaria, climatización, agua caliente sanitaria y mantenimiento; el 13 % para cafetería-restaurant, y el restante 60 % al Servicio de Habitaciones. Con un número máximo de empleados por local de 10 personas y con capacidad de ocupación simultánea máxima de hasta 50 personas.

El equipamiento típico eléctrico que suponemos para el modelo elegido es Instalación de iluminación, Maquinaria y accesorios, Sistema de Climatización, Equipamiento de control e instrumentación, Cocina, Cámaras congeladoras y frigoríficas y Equipamiento cafetería-restaurant. Suponemos que el horario de funcionamiento de la instalación modelo es de 24 h/día durante todo el año.

Todas estas instalaciones tienen contrato con tarifas de baja tensión (B.T.) ($3 \times 400 \text{ V}$), el 75,3 % del total del grupo corresponde a tarifas del mercado regulado, siendo el reparto de un 82,2 % del total para tipo **3.0**, un 16,8 % para tipo **4.0** y el 24,7 % del total está contratado en mercado libre, con contratos en la tarifa de acceso tipo **3.0A**. Con estas premisas y suponiendo en el diseño un coeficiente de utilización simultanea de consumos $\delta = 0,6$; únicamente se contratará la potencia eléctrica necesaria para alimentar los sistemas de iluminación, ventilación, climatización, refrigeración, cocina y hornos, limpieza, cafetería y restaurant; y el equipamiento de habitaciones.

Se supone que no existe parking propio y que los servicios de lavandería, planchado de ropa de cama y ropa de trabajo, toallas, etc., necesarios se subcontratan al exterior.

El consumo total de energía eléctrica registrado en este grupo, el año 2005, fue de 9.450,5 MWh de energía activa y de 2.865,7 MVarh de energía reactiva, cifras que representa el 12,3 % del consumo total de energía activa alcanzado por el

sector, con una potencia de contrato media de 51,5 kW, y alcanzando un consumo medio por local de energía activa de 66.552 kWh/año y de 20.180 kVArh/año en energía reactiva media, equivalentes a una utilización de 1.293 h/año.

La facturación media en energía eléctrica por establecimiento, para el año 2005, fue de 6.888,6 €/año (IVA no incluido), con un precio medio resultante de 10,35 c€/kWh (IVA no incluido).

El término de potencia representa el 12,8 % respecto a la facturación total sin IVA.

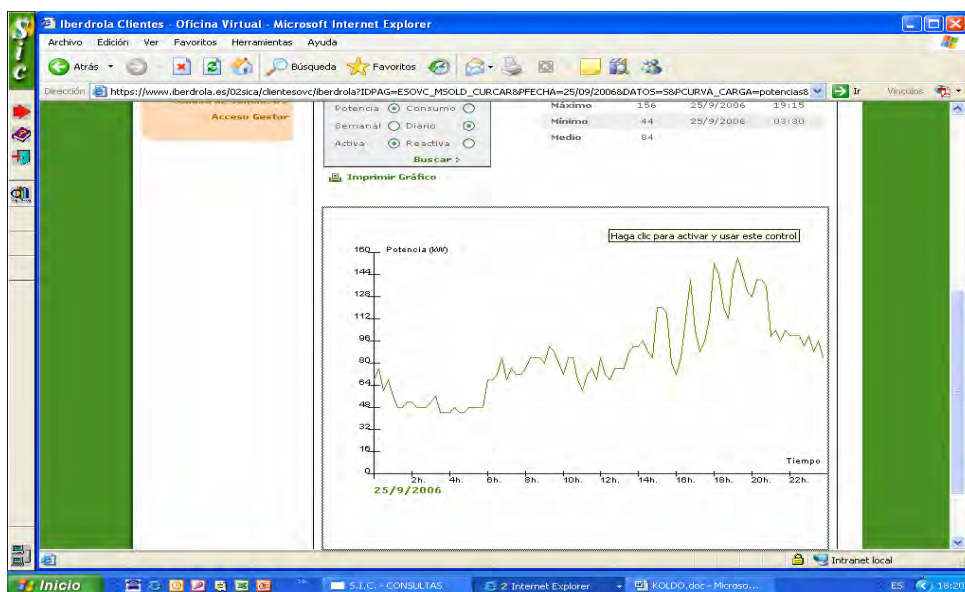


Figura 3. Ejemplo de Curva Diaria de Potencias.

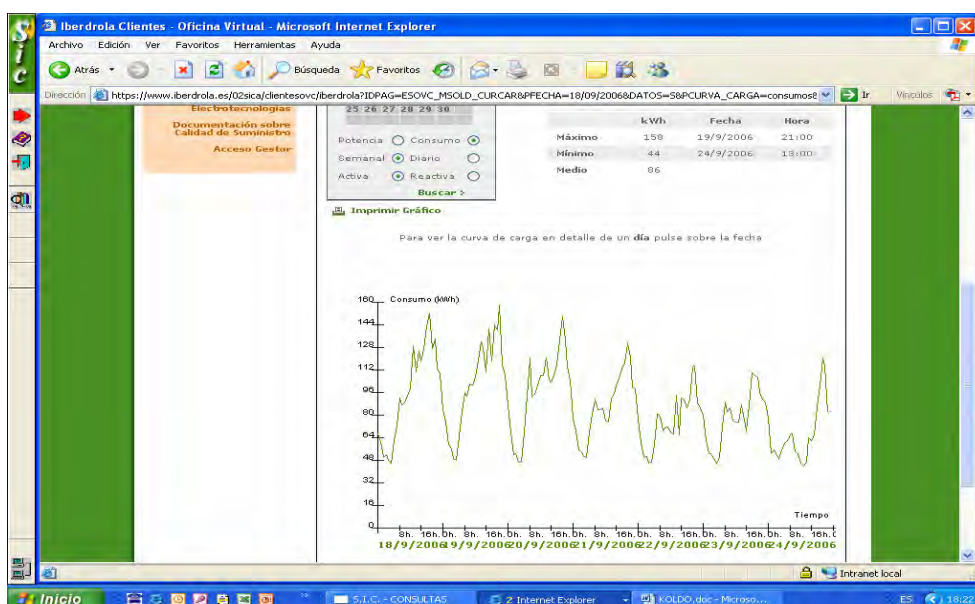


Figura 4. Ejemplo de Curva de Carga - Consumo Semanal.

8.3.3. Grandes instalaciones

En este grupo se encuentran clasificados el resto de establecimientos segmentados como Hoteles, correspondientes a instalaciones que disponen de contratos eléctricos con Potencias P_{CE} mayores de 75 kW.

Este grupo abarca un total de 131 establecimientos, que suponen el 32,5 % del colectivo total.

El tamaño tipificado de estas instalaciones, corresponde a recintos con superficies totales mayores de 750 m². Para el modelo de cálculo, consideramos un establecimiento Hotelero de cuatro estrellas, con un área de 7.500 m², con una potencia eléctrica contratada $P_{CE} = 700$ kW, siendo su reparto superficial el siguiente: el 9 % para recepción, salones, pasillos y aseos; el 20 % para aparcamientos; el 3 % para gimnasio, saunas, spas, hidromasaje y piscina; el 1,5 % para servicios de lavandería, secado, planchado y vestuarios empleados; el 3 % destinado para cocina, almacén y cámaras frigoríficas; el 2,5 % para maquinaria (Caldera de Gas, climatización, agua caliente sanitaria y servicios de mantenimiento); el 6 % para cafetería y restaurante, y el restante 55 % al servicio de habitaciones. Con un número mínimo de empleados por local de 50 personas. Con capacidad de ocupación simultánea máxima de hasta 350 personas.

El equipamiento típico eléctrico, que suponemos al modelo considerado está compuesto por: Instalación de alumbrado e iluminación; Sistema de climatización y agua caliente sanitaria, Equipos de instrumentación y control, maquinaria (piscina, gimnasio, sauna, etc.) y accesorios; Instalaciones de cocina y almacén; Cámaras congeladoras y frigoríficas; Instalaciones de lavandería, secado y planchado; Cafetería y Restaurante; y el Equipamiento de habitaciones. Suponemos que el horario de funcionamiento de la instalación modelo es 24 h/día durante todo el año.

En este grupo, hay 57 instalaciones que disponen de contratos de alta tensión (AT), con tensiones de suministro de 20 kV o de 15 kV, que suponen un porcentaje del 43,5 % del total del grupo. Están contratados en la tarifas tipo: 1.1 y 2.1 del

mercado regulado y en las tarifas de acceso 3.1.A y 6.1 del mercado libre. Las restantes 74 instalaciones con potencias de contrato menores de 200 kW están contratadas en BT, lo que supone un porcentaje del 56,5 % de los contratos correspondientes al grupo, con 33 contratos en tarifas mercado regulado tipo 3.0 de utilización normal y 26 del tipo 4.0 de larga utilización, ambas con aplicación de complementos por energía reactiva y discriminación horaria, y con 15 contratos en mercado liberalizado, con tarifa de acceso 3.0A.

El consumo total de energía eléctrica registrado en este grupo, en el año 2005, fue $W_{PT} = 65.776,7$ MWh en energía activa y $W_{QT} = 9.185,1$ MVarh de reactiva. El consumo medio anual por establecimiento fue de 502.112 kWh en energía activa y 70.115 kVarh de reactiva, con una potencia contratada media de 230 kW, con una utilización equivalente de 2.183 h/año.

En este grupo el término de potencia representa el 15,25 % respecto a la facturación total sin IVA.

La facturación media en energía eléctrica por establecimiento hotelero, fue para el año 2005, de 38.310 €/año (IVA no incluido), con un precio medio de 0,76 c€/kWh (IVA no incluido).

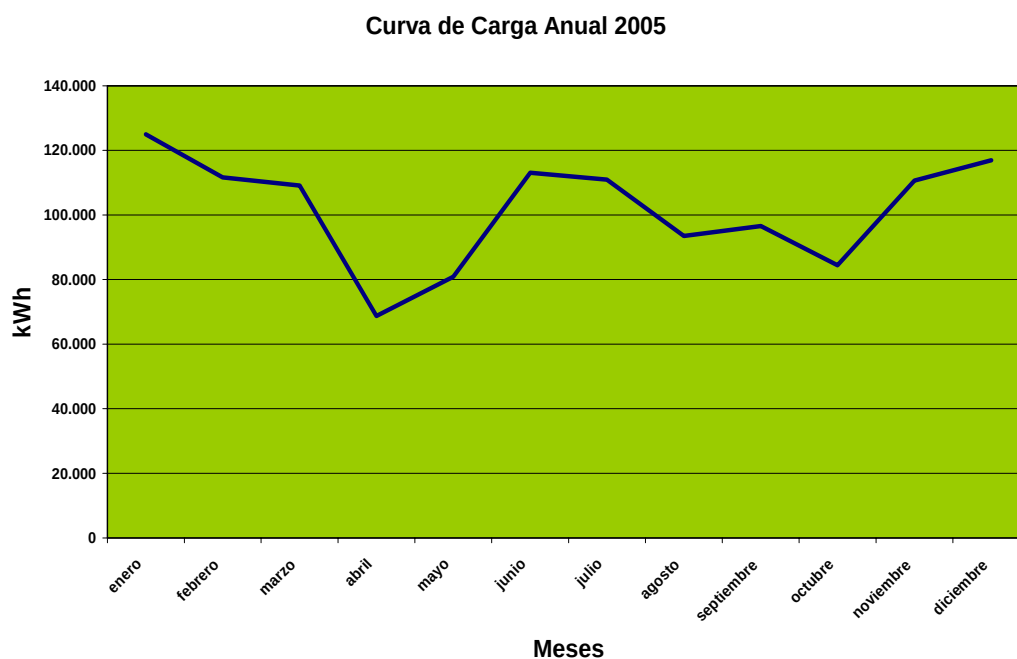


Figura 5. Modelo Grandes Hoteles. Potencia de Contrato 700 kW.

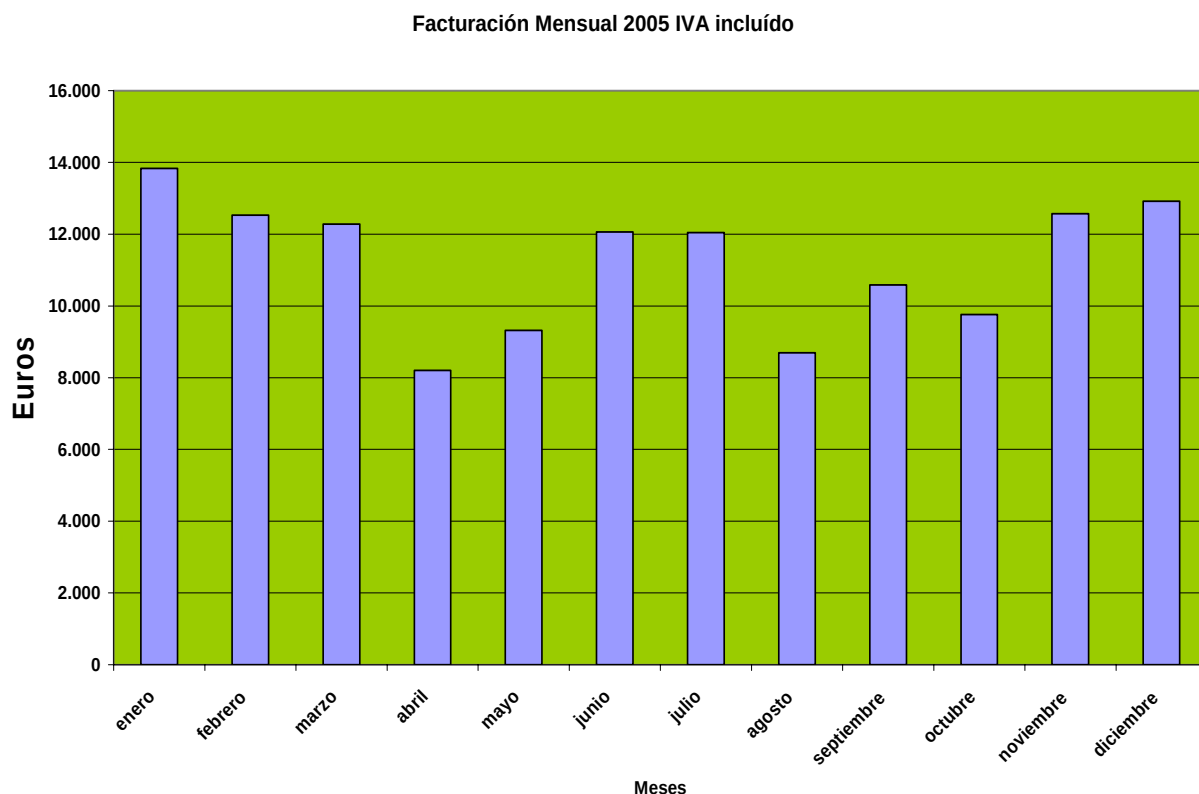


Figura 6. Modelo Grandes Hoteles. Potencia de Contrato 700 kW.

8.4. Criterios de diseño utilizados

Para efectuar los diferentes cálculos de los sistemas eléctricos de las diferentes instalaciones modelo, es necesario establecer unos criterios de diseño para el equipamiento energético básico. Para la realización del diseño, se utilizarán los datos, equipamiento y ocupación ya definidos en los apartados 8.3.1, 8.3.2 y 8.3.3 para cada tipo de instalación.

El lugar de implantación de los locales destinado a establecimientos hoteleros, se ha considerado ubicado en edificios construidos con sus fachadas exteriores cerradas y aisladas (no consideraremos en los balances térmicos las cargas solares, infiltraciones y las debidas a los procesos).

8.4.1. En iluminación

El objetivo de diseño que se persigue, es proporcionar un ambiente luminoso apropiado para la adecuada visión en cada una de las diferentes zonas o ambientes de cada local. La Norma UNE 12.464-1 de “Iluminación de los lugares de trabajo en interior” recomienda los valores de cumplimiento cualitativo y cuantitativo, para los proyectos de iluminación de interiores respecto al “Confort visual” y al rendimiento de colores.

Los criterios de diseño básico, los equipamientos adecuados y los sistemas de ahorro energético, se definen y explican en esta Guía, en el capítulo dedicado al ahorro en iluminación.

Nivel de iluminación

Por motivos prácticos, vamos a referirnos únicamente a la iluminación vertical, los valores de los niveles de iluminación recomendados en este sector son:

Recepción – Vestíbulos	→	300 lx
Comedores	→	200 lx
Alcobas, baños:		
General	→	100 lx
Local	→	300 lx
Escaleras	→	100 lx
Restaurante – cafetería	→	300 lx
Cocinas	→	500 lx
Gimnasio – Piscina	→	200 lx

En este tipo de instalaciones, es importante controlar el deslumbramiento, mediante el adecuado apantallamiento y mantener una adecuada uniformidad de la iluminación.

Utilizaremos como ratios de cálculo para la potencia eléctrica prevista en iluminación de los locales:

En Hoteles (media general) $\rightarrow P = 25 \text{ W/m}^2$.

En Restaurante - Cafetería $\rightarrow P = 30 \text{ W/ m}^2$.

En Gimnasio y piscinas $\rightarrow P = 20 \text{ W/m}^2$

Modelado

Este factor sirve para orientarnos sobre la distribución espacial de la iluminación alrededor de un punto.

Los efectos direccionales de la luz, además de condicionar el deslumbramiento directo y reflejado, son decisivos para la definición de la forma y textura de las personas y objetos. Es importante en los expositores de pescado, carne, postres y de alimentos preparados.

Los mejores resultados se consiguen mediante diseños con disposiciones lineales.

Lámparas

Se debe de considerar prioritariamente entre todas las posibles fuentes de luz aplicable a cada caso, las de mayor eficacia luminosa, con el objetivo primario de obtener una instalación energéticamente eficiente. Las más utilizadas son: las fluorescentes, fluorescentes de bajo consumo, incandescentes, o mixto incandescente, fluorescente, halógenas y de halogenuros metálicos.

Luminarias

Se seleccionarán de modo que su distribución fotométrica y uniformidad sean adecuadas, para lograr el nivel de iluminación requerido. Se elegirán preferentemente luminarias de alto rendimiento. En el caso de lámparas fluorescentes, para garajes, salas de servicio, etc., se utilizan luminarias con

tubos múltiples, para reducir el número de puntos de luz, con reflectores incorporados y difusores de apantallamiento.



Sistemas de control

La adecuación de los niveles de iluminación a las exigencias de la actividades que se desarrollan (preparación de alimentos, cocinado o comedor) o al grado de ocupación del local, se puede gestionar, mediante actuación sobre control de encendido de un sistema de circuitos separados, para las distintas situaciones previstas. La regulación del flujo luminoso para compensar la aportación de luz natural que penetra por las ventanas y acristalamientos y la flexibilidad del uso de los sistemas existentes, permitirá conseguir importantes ahorros en el consumo de energía eléctrica. En todos los casos el control es manual o por gestor, apoyado por células detectoras de presencia (especialmente en aseos y vestuarios), o de nivel de iluminación exterior, no utilizándose los interruptores horarios, debido a la polivalencia de este tipo de instalaciones.

8.4.2. En los cálculos térmicos

Utilizamos la normativa UNE -100 - 001 para la determinación de las condiciones exteriores de temperatura y humedad, y la UNE -100 - 013 para la determinación de las condiciones interiores.



Condiciones diseño exteriores usadas en verano son la T^a seca exterior de proyecto = 36 °C con Hr = 41 % y la T^a húmeda = 26 °C.

Se efectuarán los cálculos (según Instrucción Téc. Complementaria ITE 02), considerando para el verano una T^a de confort = 25 °C y Hr =50 %; y para el invierno = 20 °C y 75% Hr en el comedor, 23 °C y 80 % Hr, en cocinas y aseos.



Los grados/ día en base 15/15, correspondientes a Madrid son 1.555 GD anuales, según UNE-100-001.



Los cálculos de consumos se efectúan con base en:

- Carga térmica (sin ventilación): oscilará entre 35 y 70 W/m², en función de la orientación, superficie de paredes exteriores y ventanas. Tomaremos un valor de 49,7 W/m² $\approx$ 50 W/m².
- Carga biológica en zona servicio comercial = 185 W calor sensible/persona + 340 W/persona calor latente = 525 W/persona.
- Volumen aire de renovación:
 - Zona de habitaciones $\rightarrow$ 8 ÷ 10 l/s por persona
 - Cafetería $\rightarrow$ 15 l/s por persona
 - Zona de cocinas $\rightarrow$ 20 l/s por m²
- Hoteles $\rightarrow$ Consumo medio de Agua por persona:
 - Ducha-baño: 100 l/d
 - Lavabo: 25 l/d
 - WC: 40 l/d
- Hoteles $\rightarrow$ Nivel sonoro en interior 25 ÷ 30 dB (A)
- Potencia frigorífica por renovación de aire $\approx$ 9,9 W/ m³/h
- Pot. espec. Agua caliente = 1,087 W $\times$ °C / litro
- Piscinas $\rightarrow$ Q_{renovación Min} = 36 m³/h por ocupante.

8.4.3. Calendario/horario de funcionamiento de las instalaciones modelo mediana/grande

El horario de diseño previsto para el funcionamiento de las instalaciones es de 0 a 24 horas, 365 días/año.

En la Tabla 1, definimos una programación de funcionamiento básico para el sistema de Climatización, regulada por señales de temperatura y limitada por detectores de presencia.

TABLA 1. Estado/Modo de funcionamiento del sistema de Climatización.

0 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	7 h	8 h	9 h	10 h	11 h	12 h	13 h	14 h	15 h	16 h	17 h	18 h	19 h	20 h	21 h	22 h	23 h	24 h
Enero	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V
Febrero	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V
Marzo	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	F	R	R	F	V	V	V	V	V	V	V	V
Abril	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	F	F	F	R	R	F	F	F	F	F	F	F	V	V
Mayo	V	V	V	V	F	F	F	F	F	F	F	F	F	R	R	R	R	F	F	F	F	F	V	V
Junio	V	V	V	V	F	F	F	F	F	F	F	R	R	R	R	R	R	R	R	F	F	F	F	F
Julio	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Agosto	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R
Septiembre	V	V	V	V	V	V	V	V	F	F	R	R	R	R	R	R	R	R	F	F	F	F	F	F
Octubre	V	V	V	V	V	V	V	V	F	F	F	F	R	R	R	R	F	F	F	F	F	F	V	V
Noviembre	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V
Diciembre	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	F	F	F	F	V	V	V	V	V	V	V	V

P = Sistemas y Equipos parados- Mantenimiento: 5 días/año =120 h.

V = Ventilación (máximo 4.280 h/año).

F = *Free-cooling* (máximo 2.028 h/año).

R = Refrigeración (máximo 2.332 h/año).

8.5. Cálculo de potencias eléctricas de las instalaciones modelo

8.5.1. Cargas eléctricas en el modelo de Pequeños Hoteles (Agrupación correspondiente al CNAE H 55122: Hostales y pensiones sin restaurante)

☀ **Iluminación general:** $\rightarrow (200 \times 0,35) \text{ m}^2 \times 25 \text{ W/m}^2 = 1.750 \text{ W}$.

☀ **Equipamiento limpieza y servicios** $\rightarrow 1.250 \text{ W}$.



Ventilación:

Caudal de renovación de aire: $(20+5) \text{ p} \times 8 \text{ l/s/p} = 200 \text{ l/s} = 720 \text{ m}^3/\text{h}$

Potencia necesaria renovación de aire: $\approx 720 \text{ m}^3/\text{h} \times 9,9 \text{ W/m}^3/\text{h} = 7.128 \text{ W}$.



Sistemas de control: equipos informáticos, registradoras, sistema de comunicaciones, etc.): 1.100 W.



Equipamiento de habitaciones (10 Alcobas dobles con WC):

- **Iluminación general de Alcobas y baños:**

$(200 \times 0,65) \text{ m}^2 \times 10 \text{ W/m}^2 = 1.300 \text{ W}$.

- **Iluminación local Alcobas:** $10 \times 100 \text{ W} = 1.000 \text{ W}$.

- **Servicios baños (secador, maquinilla, etc.)** = $10 \times 350 = 3.500 \text{ W}$

- **TV:** $10 \times 120 \text{ W} = 1.200 \text{ W}$.

Total Equipamiento habitaciones: $1.300 + 1.000 + 3.500 + 1.200 = 7.000 \text{ W}$.



Potencia Eléctrica total instalada

$P_{EI} = P_{IG} + P_{LS} + P_V + P_{SC} + P_{EH} = 1,75 + 1,25 + 7,12 + 1,1 + 7 = 18,22 \text{ kW}$.

Para un Coeficiente de Utilización simultanea $\delta = 0,6$, obtendremos:

Potencia Eléctrica a contratar (sin sistema Gestionador) = $18,22 \text{ kW} \times 0,6 = 10,93 \text{ kW}$; luego contratamos: **$P_{EC} = 11 \text{ kW}$** .

8.5.2. Cargas eléctricas en el modelo de Hoteles tamaño Mediano



Iluminación General: $\rightarrow (500 \times 0,4) \text{ m}^2 \times 25 \text{ W/m}^2 = 5.000 \text{ W}$.



Equipamiento limpieza y servicios $\rightarrow 1.750 \text{ W}$.



Lavandería, secado y planchado: 6.600 W.

✿ **Sistemas de control:** equipos informáticos, registradoras, sistema de comunicaciones, etc.): 1.500 W.

✿ **Equipamiento de la Cocina** (para 50 ÷ 80 comensales diarios):

- Encimera de cocción de placas blindadas, $P_{\max.} = 3 \text{ kW}$
- Horno clásico para 300 °C, $P_{\max.} = 3 \text{ kW}$
- Horno de vapor, $P_{\max.} = 3 \text{ kW}$
- 2 Freidoras, $P_{\max.} = 4 \text{ kW}$
- 2 Armario calientes, $P_{\max.} = 3 \text{ kW}$
- Baño María, $P_{\max.} = 1,2 \text{ kW}$
- Lavavajillas para 300/platos/ h, $P_{\max.} = 2,4 \text{ kW}$
- Horno Microondas, $P_{\max.} = 1,6 \text{ kW}$
- Campana de extracción de humos = 2 kW
- Batidora, cortadora de fiambres, picadora de carne, etc., $P_{\max.} = 2,4 \text{ kW}$
- Cámaras
 - 2 Armarios frigoríficos de 1.500 l, $P_{\max.} = 1 \text{ kW}$
 - 1 Armario congelador de 800 l, $P_{\max.} = 0,4 \text{ kW}$

Potencia instalada total en equipamiento de la Cocina: 27.000 W.

✿ **Equipamiento Bar-Cafetería:**

- Cafetera, $P_{\max.} = 1.600 \text{ W}$
- Molinillo café, $P_{\max.} = 300 \text{ kW}$
- Calienta leches, $P_{\max.} = 800 \text{ W}$
- Exprimidora = 400 W
- Enfriadora de botellas de 2 m, $P_{\max.} = 200 \text{ W}$
- Fabricador de hielo de 40 kg/día, $P_{\max.} = 400 \text{ W}$
- Vitrina enfriadora mural 600 l, $P_{\max.} = 400 \text{ W}$
- Tostadora de pan, $P_{\max.} = 300 \text{ W}$
- Horno Microondas, $P_{\max.} = 400 \text{ W}$
- Cámaras Frigoríficas 2.400 l = 900 W

Potencia instalada total en equipamiento Bar-Cafetería: 5.700 W.



Equipamiento de Habitaciones (20 Alcobas dobles con WC):

- Iluminación general de Alcobas y baños:
 $(500 \times 0,6) \text{ m}^2 \times 10 \text{ W/m}^2 = 3.000 \text{ W}$
- Iluminación local Alcobas: $20 \times 100 \text{ W} = 2.000 \text{ W}$
- Servicios (secador, cargadores TM, PC, etc.) = $20 \times 350 = 7.000 \text{ W}$
- Mini-Frigorífico y TV = $20 \times 250 \text{ W} = 5.000 \text{ W}$

Total Equipamiento habitaciones: $6.000 + 2.000 + 7.000 + 5.000 = 20.000 \text{ W}$.



Climatización

El sistema diseñado para climatizar las instalaciones de los hoteles medianos, consiste en una máquina enfriadora con condensado por aire, recuperadores de calor, *free-cooling*, unidad climatizadora, y *Fan-coils*. Se estima la necesidad de una máquina con una potencia frigorífica de 75.000 Frigorías; para un CEF = 2,4, le corresponderá una $P_{\text{clima}} = 31,25 \text{ kW}$.

Ahora seleccionaremos en catálogos de fabricantes una opción adecuada, en función de la potencia calculada y del tamaño del local: $P_{\text{clima}} = 32 \text{ kW}$.

Carga total Climatización = $8.000 + 19.500 + 26.250 + 6.600 + 14.256 = 74.606 \text{ W}$.



Potencia Eléctrica total instalada

$$P_{\text{EI}} = P_{\text{IG}} + P_{\text{LS}} + P_{\text{LSC}} + P_{\text{SC}} + P_{\text{EC}} + P_{\text{EBC}} + P_{\text{EH}} + P_{\text{Clima}}$$

$$P_{\text{EI}} = 5 + 1,75 + 6,6 + 1,5 + 27 + 5,7 + 20 + 32 = \mathbf{99,55 \text{ kW}}$$

Para un Coef. Utilización simultanea de $\delta = 0,6$, obtendremos:

Potencia Eléctrica a contratar (sin sistema Gestionador) = $99,55 \times 0,6 = 59,73 \text{ kW}$; luego contrataremos **$P_{\text{EC}} = 60 \text{ kW}$** .

8.5.3. Cargas eléctricas en el modelo de Grandes Hoteles

- ✿ **Iluminación General:** $\rightarrow (7.500 \times 0,45) \text{ m}^2 \times 25 \text{ W/m}^2 = 84.375 \text{ W}$.
- ✿ **Equipamiento limpieza y servicios:** 13.800 W.
- ✿ **Ascensores:** 24.000 W.
- ✿ **Lavandería, secado y planchado:** 29.500 W.
- ✿ **Sistemas de control y administración:** equipos informáticos, registradoras, sistema de comunicaciones, etc.): 6.500 W.
- ✿ **Equipamiento de la Cocina** (para 300 ÷ 600 comensales diarios):
 - 3 Encimera de cocción de placas blindadas, $P_{\text{max.}} = 18 \text{ kW}$
 - 2 Hornos clásicos para 300 °C, $P_{\text{max.}} = 12 \text{ kW}$
 - 2 Hornos de vapor, $P_{\text{max.}} = 10 \text{ kW}$
 - Horno de convección forzada con humidificador, $P_{\text{max.}} = 25 \text{ kW}$
 - 5 Freidoras, $P_{\text{max.}} = 20 \text{ kW}$
 - 5 Armario calientes, $P_{\text{max.}} = 12,5 \text{ kW}$
 - Baño María, $P_{\text{max.}} = 9 \text{ kW}$
 - Salamandra, $P_{\text{max.}} = 20 \text{ kW}$
 - Campanas extractoras Humos 12 kW
 - Tren de lavado de vajilla para 540/platos/ h, $P_{\text{max.}} = 8,8 \text{ kW}$
 - Batidora, cortadora de fiambres, picadora de carne, etc., $P_{\text{max.}} = 8 \text{ kW}$
 - 2 Horno Microondas, $P_{\text{max.}} = 10 \text{ kW}$
 - Cámaras
 - 3 Armarios frigoríficos de 5.000 l, $P_{\text{max.}} = 7,5 \text{ kW}$
 - 3 Armario congelador de 800 l, $P_{\text{max.}} = 1,2 \text{ kW}$

Potencia instalada total en equipamiento de la Cocina: 172 kW.



Equipamiento Bar-Cafetería:

- 2 Cafetera, $P_{\max.} = 3,6 \text{ kW}$
- 2 Molinillo café, $P_{\max.} = 0,6 \text{ kW}$
- 2 Calienta leches, $P_{\max.} = 2,4 \text{ kW}$
- 2 Exprimidora = $0,8 \text{ kW}$
- Enfriadora de botellas de 4 m, $P_{\max.} = 0,4 \text{ kW}$
- Fabricador de hielo de 60 kg/día, $P_{\max.} = 0,6 \text{ kW}$
- Vitrina enfriadora mural 600 l, $P_{\max.} = 0,4 \text{ kW}$
- 2 Tostadora de pan, $P_{\max.} = 0,6 \text{ kW}$
- 2 Hornos Microondas, $P_{\max.} = 1 \text{ kW}$
- 2 Cámaras Frigoríficas 2.400 l; $P_{\max.} = 1,8 \text{ kW}$

Potencia instalada total en equipamiento Bar-Cafetería: 12.200 W.



Equipamiento de Habitaciones (175 Alcobas dobles con WC):

- Iluminación general de Alcobas, baños:
 $(7.500 \times 0,55) \text{ m}^2 \times 10 \text{ W/m}^2 = 41.250 \text{ W}$
- Iluminación local Alcobas: $175 \times 150 \text{ W} = 26.250 \text{ W}$
- Servicios (secador, maquinilla, tomas cargadores, TM, PC, etc.) = $175 \times 500 = 87.500 \text{ W}$
- Mini-Frigorífico y TV: $175 \times 400 \text{ W} = 70.000 \text{ W}$

Total Equipamiento habitaciones: $41,25 + 26,25 + 87,5 + 70 = 225 \text{ kW}$.



Equipamiento eléctrico piscina, gimnasio, saunas, spas e hidromasaje: 80 kW

El hotel modelo dispone de una zona dedicada a expansión, baño y relajación, con una superficie total de 225 m², dotada de los servicios de gimnasio, sauna seca y húmeda, spa, hidromasaje y piscina cubierta.

La piscina, está diseñada con las características siguientes:

- Dimensiones $15 \times 5 \times 1,4 \text{ m}$

- Superficie de lámina de agua: 75 m²
- Volumen de agua: 115 m³

Las condiciones interiores de diseño son:

- Temperatura hall de piscina: 27 °C
- Humedad relativa hall: 70 %
- Humedad absoluta interior: 15,8 g/kg aire seco
- Temperatura del agua del vaso: 25 °C
- Ocupación max. = 1p por cada 5 m² de lámina de agua.

El agua caliente se obtiene a través de un intercambiador de calor, que recibe alimentación de agua caliente procedente de la caldera principal. Su sistema de climatización, se efectúa con bomba de calor (BC) de 6 kW, con una potencia frigorífica de 23.600 kcal/h y un COP 4. La BC tiene como funciones: I) Mantener la T^a adecuada; II) Controlar la humedad ambiente, evitando condensaciones; y III) Suministrar la ventilación necesaria para los usuarios.



Climatización:

El sistema diseñado para climatizar las instalaciones del hotel consiste en: una planta enfriadora, con condensado por aire (o agua equipada con de torre de refrigeración), *free-cooling* y recuperadores de calor rotativos o estático de flujos cruzados en la climatizadora, unidad climatizadora y *Fan-coils*. Se estima la necesidad de una máquina con una potencia frigorífica = 775.000 Frigorías, para un CEF = 2,3, le corresponderá una P_{clima} = 336,9 kW.

Ahora seleccionaremos en catálogos de fabricantes una opción adecuada, en función de la potencia calculada y tamaño del local → P_{clima} = 350 kW.



Potencia Eléctrica total instalada

$$P_{EI} = P_{IG} + P_{LS} + P_A + P_{LSC} + P_{SCA} + P_{EC} + P_{EBC} + P_{EH} + P_{PGS} + P_{Clima} = 84,37 + 13,8 + 24 + 29,5 + 6,5 + 172 + 12,2 + 225 + 80 + 350 = 991,37 \text{ kW.}$$

Para un Coeficiente de Utilización simultanea $\delta = 0,7$, obtendremos:

Potencia Eléctrica a contratar (sin sistema Gestionador) = $P_{Ec} = 997,37 \times 0,7 = 698,15$ kW; luego contrataremos **$P_{Ec} = 700$ kW**.

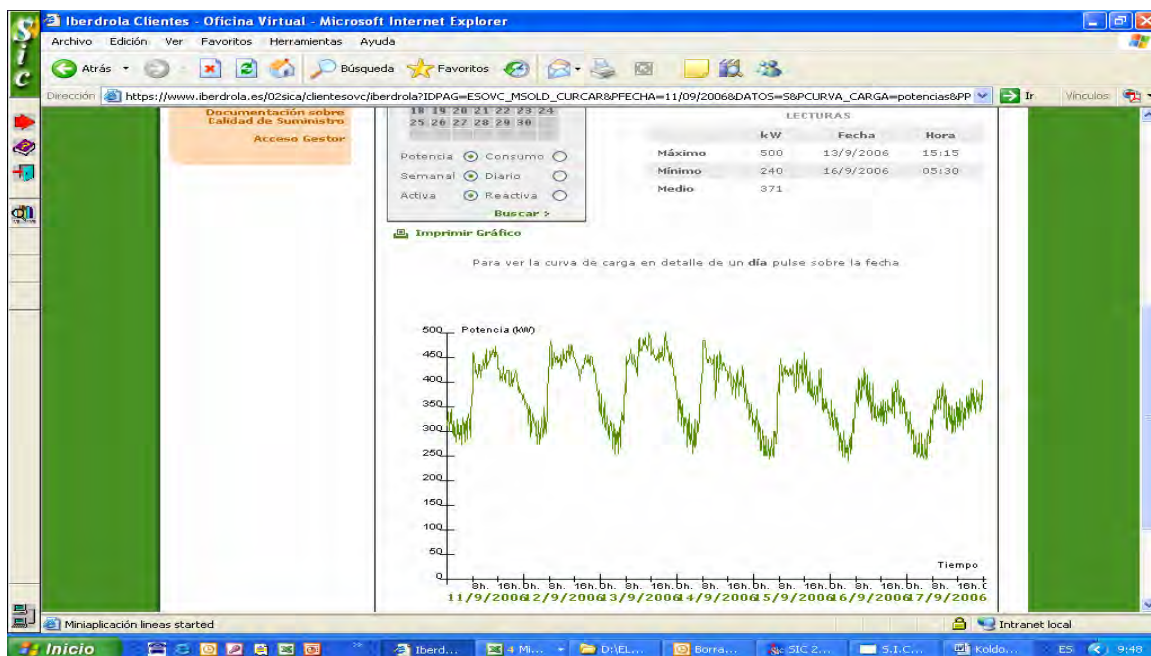


Figura 7. Ejemplo de Curva Semanal Potencia.

8.6. Sistema de gestión energética

Las diferentes opciones existentes en el mercado de sistemas de Gestión Energética, aplicables al sector Hotelero, se han diseñado para ordenar, planificar, regular y controlar el modo de operación de los distintos sistemas, procesos y equipos, con el objeto de conseguir aumentar su Eficiencia, lograr una utilización más racional de la energía consumida y disminuir su coste energético. Todo ello, mediante la gestión planificada y optimizada del uso de equipos, procesos y sistemas, así como una programación personalizada a cada instalación, que consiga una adaptación idónea y racionalizada del modo de trabajo del usuario y de su curva de carga, a la tarifa eléctrica contratada. De este modo, podremos reducir las puntas de potencia, permitiéndonos contratar un término de potencia más bajo, minimizando los costes de los consumos finales

de energía eléctrica, mejorando la rentabilidad de sus instalaciones y reduciendo su impacto ambiental.

Los sistemas de Gestión Energética están especialmente diseñados para gobernar sistemas periféricos auxiliares, gestionar los sistemas de regulación y de ahorro implantados (reguladores de flujo luminoso, balastos electrónicos, control de aire acondicionado y calefacción, reguladores de factor de potencia, etc.), que nos permiten optimizar el funcionamiento y consumo de los diferentes equipos de las instalaciones del usuario, manteniendo el mismo nivel de servicio.

8.6.1. Diseño del sistema de gestión energética (GEN)

Para diseñar correctamente un sistema de Gestión Energética de una instalación, es necesario efectuar un estudio previo, para conocer el lugar de implantación, el tipo y tamaño de instalaciones, estudiar sus procesos, los equipamientos adoptados, el modo de operación, consumos realizados, tarifas contratadas, facturas energéticas, sistemas de regulación y/o, ahorros ya existentes, etc.

Tras recoger y analizar todos estos datos y valorar la viabilidad de introducir un sistema de Gestión, será preciso, definir y elegir:

- a) Tipo de control a diseñar → centralizado o distribuido.
- b) Nivel jerárquico de actuación → Planta, Sistema, Proceso o Control Directo del subproceso (Ej. Regulación de la temperatura del agua caliente).
- c) Por su función e interacción con el proceso: toma de datos, vigilancia del valor de un parámetro, mando o regulación.

El número de funciones e interacciones con el proceso/sistema, determinará la comunicación y relación con el proceso, que a través del número de señales entradas, nos permitirá conocer el estado del proceso, con las señales de salida podremos actuar sobre él o sobre otros. El número y tipo de actuaciones, nos permitirá conocer las entradas y salidas necesarias, dimensionar

el tamaño del control, sus componentes, las características del *hardware* a utilizar, y definir los sistemas de conexión, periféricos y resto de accesorios necesarios.

Seguidamente, como parte principal del diseño, se debe realizar un proyecto personalizado a cada instalación de la programación del sistema. El sistema de mando y regulación, se apoya en un controlador lógico programable (PLC), constituido fundamentalmente por una unidad de procesos central, una unidad de memorias, bus de conexiones, tarjetas de entrada y salida, consola de programación y fuente de alimentación. La definición de la estrategia de control y gestión de una instalación en particular, se realiza mediante la creación de un fichero de unidades de control; este fichero es un almacén de registros, que contiene la información relativa a su unidad. Cada unidad de control programable cumplirá una misión determinada, específica y diferenciada, pudiéndose interconectar con otras, para formar lazos de control o de información globales.

Entradas señales interconexión →	Nº Unidad de control	→ salidas a otras unidades
Entrada de medidas de sensores →	Tipo de unidad seleccionado	→ salidas a actuadores

El *software* de gestión energética necesario para ejecutar las funciones de planificación, racionalización, control y regulación de los distintos procesos de la instalación, obligatoriamente debe ajustarse a la instalación estudiada y al sistema tarifario vigente, teniendo en cuenta especialmente los condicionantes y particularidades de las tarifas de energía eléctrica.

Debemos recordar, que en el Sistema Integrado de Facturación de Energía Eléctricas Español (SIFE), las tarifas son de estructura binomial y están compuestas por un *término de facturación de potencia*, un *término de facturación de energía*, el *impuesto sobre la electricidad* y, además, en función de la tarifa contratada, se aplicarán los *complementos tarifarios*. En función de las características del equipamiento del usuario y las condiciones/modo de operación, se procederá a

efectuar recargos o descuentos como consecuencia de la discriminación horaria, del factor de potencia, estacionalidad y/o de los incumplimientos cometidos (excesos de potencia).

Una vez que se han definido los objetivos de gestión de cada proyecto particularizado de una instalación determinada, y cuando sepamos cuáles son las variables que podemos medir y aquellas que son susceptibles de manipular, podemos diseñar la estructura de regulación y definir cuáles serán los lazos de regulación que deberemos utilizar.

En función del proceso, de la de variable controlada, del tipo de señal de consigna, de la señal de error y de las posibles perturbaciones que actúan sobre el proceso, hay que establecer el tipo más conveniente de lazo de control, que normalmente suelen ser control de cascada, control selectivo, control de realimentación o control *override*.

8.7. Metodología de trabajo

- ✿ Selección del Hotel por tamaño y tipo de Instalación.
- ✿ Realización de una asesoría energética eléctrica.
- ✿ Propuesta de recomendación de mejoras aplicables.
- ✿ Sistema de gestión de instalaciones y ahorros previsto.
- ✿ Implantación de medidas de mejora propuestas.
- ✿ Medidas de resultados de ahorros obtenidos.
- ✿ Determinación de la reducción del impacto medioambiental.

8.8. Características generales de un sistema de gestión

- ✿ Sencillez de uso, facilitada por un programa informático adaptado a cada usuario, que permite la gestión coordinada y conjunta de las diversas tecnologías de regulación y control.

- ✿ Flexible, permitiendo al usuario modificar los parámetros en función de las necesidades que surjan en el tiempo.
- ✿ Modular, de forma que si se desea modifica o incorpora una nueva aplicación que permite reestructurar el sistema.
- ✿ Posibilita la interconexión de los equipos y sistemas que realizan las diferentes funciones de los procesos a gestionar.
- ✿ Visualiza el estado de los consumidores en tiempo real (I, V, P, Q, etc.), ofreciendo información clara, sencilla y sistematizada.
- ✿ Facilidad y rapidez de instalación (75 días, llave en mano).

8.9. Elementos que constituyen el sistema de gestión

Un sistema de gestión energética de instalaciones consta de los elementos siguientes:

- ✿ Unidad de control y gestión de datos.
- ✿ Red de conexión de componentes actuados.
- ✿ Receptores, transmisores y captadores.
- ✿ Accionadores/actuadores.
- ✿ Periféricos de comunicación.



Foto 1. Sistema de gestión.

- ✿ Ordenador visualizador.
- ✿ *Software* de gestión personalizado a cada instalación.
- ✿ Control de los sistemas de ahorro implantados.

8.10. Ahorros energéticos posibles por tipo de instalación

Vamos a analizar las recomendaciones de ahorro y eficiencia viables y cuantificar el resultado de las posibles acciones en cada tipo de instalación.

(Las tarifas eléctricas empleadas en este estudio, son las oficiales de acuerdo con la orden de 12 enero 1995, siendo los precios utilizados para los consumos efectuados durante el año 2005 → según tarifa del 2005 publicada en B.O.E. de 31 de diciembre 2004 y los precios actuales de acuerdo con el Real Decreto R.D. 809 /2006 de 30 de junio, publicadas en B.O.E. de 1 de julio de 2006).

8.10.1. Pequeños Hoteles (Hostales y pensiones sin restaurante H 55122)

En función del modo de trabajo, del calendario de funcionamiento, del horario y del equipamiento instalado, en este tipo de instalaciones, podremos colocar un equipo Gestionador de Energía (GEN), con una central de gestión tipo COE de tamaño pequeño, que incorpore 6 entradas y 6 salidas (analógicas/digitales). Su función será realizar una mejora de la eficiencia de las instalaciones, control de puntas de carga y ahorro energético.

Actuará únicamente en los sistemas eléctricos de iluminación, ventilación y cámaras, y estará capacitado para interconectarse / gestionar con los equipos de regulación / control empleados en los sistemas de calefacción, agua caliente y consumo de agua.

Recordamos que la totalidad de las instalaciones de este grupo, están contratadas en las tarifas de BT → 2.0, 2.0A y 2.0N, con términos de potencia ≤ 15

kW, y que para Modelo de Hoteles Pequeños elegido, se ha calculado que su Potencia Eléctrica Instalada $P_{EI} = 18,22$ kW, su coeficiente de utilización $\delta = 0,6$ y que su Potencia Eléctrica de contrato es $P_{Ec} = 11$ kW.

Si aplicamos el número medio de horas de utilización resultante para este Grupo, su consumo previsto será $W_a = 11 \text{ kW} \times 1.495 \text{ h/año} = 16.445 \text{ kWh/año}$.

Suponiendo que el modelo de pequeño hotel elegido, durante el año 2005 estaba contratado en mercado regulado, en la tarifa de BT **tipo 2.0** de acuerdo con la normativa y reglamentación vigentes durante el citado año, y en función del contrato realizado le corresponden los siguientes valores tarifarios:

- ✿ Término de potencia $\rightarrow t_p = 1,461129 \text{ €/kW mes}$.
- ✿ Término de energía $\rightarrow t_E = 0,083007 \text{ €/kW}$.
- ✿ Un impuesto sobre la electricidad $I_E = 4,864 \text{ \%/} \sum (P_c + E_w) \times 1,05113$ y
- ✿ El 16 % de IVA, aplicado al total bruto.

Con estos datos su facturación anual será:

- ✿ Pot. Contratada $\rightarrow P_{Ec} = 11 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,461129 \text{ €/kW mes} = 192,86 \text{ €}$
- ✿ Energía cons. $\rightarrow E_w = W_a \times t_E = 16.445 \text{ kWh/año} \times 0,083007 \text{ €/kW} = 1.365,05 \text{ €}$
- ✿ Impuesto Elect. $\rightarrow I_E = (192,86 + 1.365,05) \times 4,864/100 \times 1,05113 = 79,65 \text{ €}$
- ✿ **Total Factura sin gestor = $\sum (P_{Ec} + E_w + I_E) = 192,86 + 1.365,05 + 79,65 = 1.637,56 \text{ €/año (sin IVA)}$.**

Para este modelo el objetivo del sistema de Gestión energético será:

- A) *Minimizar el valor de la potencia de contrato eléctrico necesaria y evitar puntas de cargas que produzcan excesos de potencia*, para ello, mediante una programación personalizada a cada instalación, se efectuará una planificación controlada de la puesta en marcha de los equipos eléctricos y la utilización secuencial de los diferentes sistemas del conjunto de las instalaciones, conseguimos racionalizar y optimizar, para cada modo de operación, los valores máximos necesarios de las puntas de potencia

registradas en los distintos procesos que actúan en el modelo de hotel pequeño.

Se estima, que con la aplicación del gestor energético al control y racionalización de la secuencia de entrada de cargas, y con la mejora de eficiencia de los sistemas, se pueda conseguir trabajar en margen de regulación del 20 % de la potencia total, y conseguir una reducción del valor de la potencia contratada, del orden del 10 %. De los estudios estadísticos realizados para este segmento, la facturación del término de potencia, representa un 12 % sobre el total de la factura, luego el ahorro previsto por esta acción puede alcanzar el 1,2 % de la factura final, y además, su correcto funcionamiento, especialmente, *nos asegurará de no tener aperturas del pequeño interruptor automático limitador de sobrecargas (PIAS), que dejará la instalación sin alimentación hasta su reposición.*

- B) *Ahorrar energía y alargar la vida de las lámparas, mediante la gestión y optimización del sistema de iluminación, controlando los periodos de encendido en función del horario de funcionamiento y de la detección de presencia.* De acuerdo con el modelo considerado se dispone de una potencia instalada en iluminación de $(1,75 + 1,3) = 3 \text{ kW}$ en iluminación general y 1.000 W en iluminación local, lo cual representa el 22 % de la potencia total instalada, ahora bien, su repercusión sobre el consumo es mayor, ya que su tiempo de funcionamiento relativo es más elevado (máximo $365 \text{ d} \times 16 \text{ h/d} = 5.840 \text{ h/año}$), por lo que su contribución al consumo total, es del orden del $22 \times 5.840 \times 0,6 / 1.495 = 51,5 \%$. Se estima, que con la aplicación del gestor energético y la optimización del sistema de iluminación (de acuerdo a las medidas indicadas en el capítulo de iluminación de esta Guía) se puedan conseguir reducciones del consumo en alumbrado, del orden del 12 %, lo cual representa un 6,18 % sobre el consumo total.

En las instalaciones de iluminación existentes, equipadas con lámparas fluorescentes de tipo convencional, podremos reducir notablemente el consumo, mediante la sustitución de equipos existentes, por otros de mayor eficiencia, especialmente instalando balastos electrónicos y lámparas de alta

eficiencia (ahorros totales entre 25 ÷ 30). Ahora bien, esta actuación requiere una inversión de aproximadamente 21 € por balasto (para dos lámparas) y 6 € por lámpara de 36 W, más la mano de obra de instalación.

- C) *Ahorro de energía mediante la gestión energética del sistema de ventilación.* Se deberá de programar los sistemas de gestión y regulación de acuerdo con el modelo utilizado → El caudal de aire de renovación exigido para este tipo de instalaciones debe de mantenerse entre 8 ÷ 10 l/s por ocupante. Como el local modelo se ha supuesto con una capacidad máxima simultánea de 20 personas, el caudal de ventilación máximo, si tomamos como caudal de referencia 8 l/s por persona deberá de ser:

$$Q_{V \max.} = 8 \times 3.600/1000 \times (20 + 5) = 720 \text{ m}^3/\text{h}$$

La Potencia necesaria para impulsar el caudal de aire de renovación será:

$$P_R \approx 720 \text{ m}^3/\text{h} \times 9,9 \text{ W/ m}^3 \approx 7.128 \text{ W}$$

La instalación de ventilación del modelo, está equipada con un sistema de ventilación de una potencia instalada de 7,2 kW (12 CV). El sistema se programará para que trabaje como un sistema de ventilación por suministro y extracción. Se dispondrá de un lazo de regulación cerrado de caudal, para funcionamiento del sistema en modo ventilación.

El sistema de ventilación representa el 39,3 % de la potencia instalada en el modelo, siendo su repercusión sobre el consumo, para un coeficiente de ocupación del 0,5 y un horario de estancia de 12 h/día → $39,3 \times 0,5 \times 365 \times 12/1.495 \times 0,6 = 34,5 \%$. Se estima que con la aplicación de un sistema de gestión energética, se pueden obtener reducciones por regulación de caudal en función e la ocupación, del orden del 8 %, lo cual representa un 2,76 % del consumo total.

- D) *Resultados y Viabilidad de la implantación del sistema gestor.* De acuerdo con los cálculos y suposiciones realizadas para el modelo, las previsiones de ahorro total para los pequeños Hoteles son:

- a) *Reducir la potencia del contrato eléctrico un 10 %* $\rightarrow 10/100 \times 11 = 1,1 \text{ kW}$.
Luego, bajaremos la potencia contratada a 9,9 kW, consiguiendo un ahorro económico en la potencia contratada de $1,1 \text{ kW} \times 12 \text{ mes} \times 1,461129 \text{ €/kW mes} = 19,28 \text{ €/año}$; aplicándole el Impuesto eléctrico $I_E = 19,28 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 0,98 \text{ €/año}$; luego el *Ahorro resultante por reducción de la potencia contratada* será de: $19,28 + 0,98 = 20,26 \text{ €/año}$.
- b) *Reducir el consumo total de energía eléctrica en un $6,18 + 2,76 = 8,94 \%$* $\rightarrow 8,94/100 \times 16.445 \text{ kWh/año} = 1.470,18 \text{ kWh}$. Luego, podemos bajar el consumo del establecimiento en $16.445 - 1.470,18 = 14.974,82 \text{ kWh/año}$, consiguiendo un ahorro económico en término de energía $= 1.470,18 \times 0,083007 = 122,03 \text{ €/año}$; aplicándole el $I_E = 122,03 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 6,23 \text{ €/año}$; luego el *Ahorro total en energía* $= 122,03 + 6,23 = 128,26 \text{ €/año}$.

Con estos datos su nueva facturación eléctrica anual será:

- ✿ **Pot. Contratada $P_{EC} = 9,9 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,461129 \text{ €/kW mes} = 173,58 \text{ €/año}$**
- ✿ **Energía Cons. $\rightarrow W_a = 14.974,82 \text{ kWh/año} \times 0,083007 \text{ €/kW} = 1.243,01 \text{ €/año}$**
- ✿ **Impuesto Elect. $\rightarrow I_E = (173,58 + 1.243,01) \times 4,864/100 \times 1,05113 = 72,43 \text{ €/año}$**
- ✿ **Total factura con gestorador $= \Sigma (P_{EC} + E_w + I_E) = 173,58 + 1.243,01 + 72,43 = 1.489,02 \text{ €/año (sin IVA)}$.**

Luego el ahorro total posible con GEN será: $1.637,56 - 1.489,01 = 148,55 \text{ €/año (sin IVA)}$, supone un **9,07 %**.

Ahora bien, la instalación de un sistema gestorador requiere realizar una auditoría previa, obtener un listado de recomendaciones con posible cambios, realizar el proyecto, efectuar una inversión y ejecutar el cambio, que dará lugar a la instalación del gestorador, su programación, instalación, cableado, puesta en marcha y pruebas. Para el caso, del modelo estudiado,

para los pequeños hostales y pensiones sin restaurante, podemos estimar que se precisa de una inversión total de ≈ 1.225 € (IVA no incluido).

E) *Conclusión para Pequeños Hoteles (Hostales y pensiones sin restaurante)*

✿ Resumen técnico-económico de la operación:

	Ahorro anual	Inversión
Optimización Prevista		
9,07 %	148,55 € (IVA no incluido)	1.225 € (IVA no incluido)

Luego el Tiempo estimado de amortización será de 99 meses (8,25 años).

✿ **En instalaciones existentes de Pequeños Hoteles (Hostales y pensiones sin restaurante), el proyecto “no es viable”, desde el punto de vista de rentabilidad** (ya que se rechazan inversiones con periodos de retorno superiores a 5 años), aunque es importante resaltar que la introducción de un sistema gestor es atractiva respecto a los ahorros conseguidos, y además mejora y facilita notablemente la operación y control de las instalaciones.

✿ Ahora bien, **en nuevas instalaciones o en proyectos de remodelación, será muy importante tener en cuenta estas medidas de ahorro energético, mejora de la eficiencia y ahorro económico.**

8.10.2. Hoteles tamaño Mediano

Para este tipo y tamaño de instalaciones, podremos colocar un equipo Gestionador de Energía (GEN), con una central de gestión tamaño mediano, dotada con 12 entradas y 12 salidas (analógicas/digitales). Su función será mejorar la eficiencia de las instalaciones, controlar las puntas de carga, controlar el factor de potencia, ahorrar energía y disminuir el coste económico de la facturación eléctrica.

Actuará únicamente en los sistemas eléctricos de: *iluminación, climatización* (ventilación y refrigeración), *equipamiento de cocina* (gestión de hornos), y *lavandería*, también controlará las *puntas de carga* y el *factor de potencia* de la instalación, y si se desea, se puede gestionar *la curva de carga en función del tipo de discriminación horaria (DH) contratada*.

El sistema estará capacitado para interconectarse, con sistema de medida de consumo de energía eléctrica y para recibir información para control de los distintos sistemas de regulación empleados, en el resto de sistemas energéticos: calefacción, agua caliente y consumo de agua.

Recordamos que todas las instalaciones de este grupo, están contratadas con tarifas de baja tensión (B.T.) (3 × 400 V), tipo 3.0; 4.0 y 3.0A, y que sus términos de potencia, están acotados según $15 \text{ kW} < t_p \leq 75 \text{ kW}$, y que el Hotel modelo tiene de potencia instalada $P_{EI} = 99,55 \text{ kW}$ y una potencia de contrato $P_{EC} = 60 \text{ kW}$. Si aplicamos el número medio de horas de utilización resultante para este segmento, su consumo previsto para el modelo será $W_{MCAm} = 60 \text{ kW} \times 1.293 \text{ h/año} = 77.580 \text{ kWh/año}$.

Suponiendo que el contratado realizado para el modelo estudiado es de mercado regulado, en la tarifa de B.T. de aplicación General **3.0** (3 × 400 V), con DH tipo 2, en el año 2005 le correspondió ser facturado según los siguientes términos:

- ✿ Un término de potencia → $t_p = 1,430269 \text{ €/kW}$.
- ✿ Un término de energía → $t_e = 0,083728 \text{ €/kW}$.
- ✿ Un complemento de energía reactiva → c_{Wr} en %, función del factor de corrección $k_r = 17 / \cos^2 \varphi - 21$, de acuerdo con el $\cos \varphi$ de la instalación.
- ✿ Un complemento por discriminación horaria → $c_{DH} = T_{ej} \sum E_i \times C_i / 100$.
- ✿ El impuesto sobre la electricidad → $I_E = 4,864 \% \text{ s/ } \sum (T_i) \times 1,05113$ y
- ✿ el 16 % de IVA, sobre la facturación bruta.

Con estos datos su facturación anual será:

- ✿ **Pot. contratada** $P_{EC} = 60 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,430269 \text{ €/kW mes} = 1.029,79 \text{ €/año}$.

- 
Energía $E_w = W_a \times t_e = 77.580 \text{ kW/año} \times 0,083728 \text{ €/kW} = 6.495,61 \text{ €/año}$.
- 
Factor de potencia $c E_Q = \text{Fact. Básica} \times k_r \rightarrow \text{para } \cos \varphi = 0,85 \rightarrow k_r = 17/0,72 - 21 \approx + 2,5 \%$; luego $c E_Q = (1.029,79 + 6.495,61) \times 2,5/100 = 188,13 \text{ €/año}$.
- 
 $c DH_{\text{tipo 2}} \rightarrow$ como el Hotel está ubicado en la comunidad autónoma de Madrid, le corresponde la zona de aplicación 3 $\rightarrow$ determinamos el complemento según $\rightarrow c DH = \text{Tej} \sum E_i \times C_i / 100$, donde $\rightarrow \text{Tej- 2.1.} = 0,060502 \text{ €/kW}$; y E_i = Energía total consumida en cada periodo, en función del área de su curva de carga. Calcularemos los porcentajes correspondientes por periodo y realizaremos la siguiente suposición de distribución de la energía anual consumida $\rightarrow W_{\text{TC}} = 77.580 \text{ kWh/año} \rightarrow$ en las 1.460 horas Punta, el 24 % $\rightarrow W_P = 0,24 \times 77.580 = 18.619 \text{ kW/año}$; en las 4.380 horas Llano, el 66 % $\rightarrow W_L = 0,66 \times 77.580 = 51.203 \text{ kW/año}$ y en las 2.920 horas Valle, el 10 % $\rightarrow W_V = 0,10 \times 77.580 = 7.758 \text{ kW/año}$; y los coeficiente de recargo C_i , y la duración de cada periodo son los siguientes:

Periodo horario	Duración	Coeficiente de Recargo
Horas punta	4 horas /día	+ 40
Horas llano y valle	20 horas /día	-

Se consideran como horas punta en zona 3 $\rightarrow$ de 9 a 13 horas en horario de invierno y de 10 a 14 horas en horario de verano.

Luego **$c DH_{\text{tipo 2}} = 0,060502 \times 18.619 \times 40/100 = 450,59 \text{ €/año}$.**

- 
El Impuesto Eléctrico $I_E = 4,864 \%$ s/ $\sum (P_{EC} + E_w + c E_Q + c DH) \times 1,05113 = 4,864/100 \times (1.029,79 + 6.495,61 + 188,13 + 450,59) \times 1,05113 = 417,40 \text{ €/año}$.

Total Factura sin gestorador = $\sum (P_{EC} + E_w + c E_Q + c DH_{\text{tipo 2}} + I_E) = 1.029,79 + 6.495,61 + 188,13 + 450,59 + 417,4 = 8.581,52 \text{ €/año (sin IVA)}$.

Para este modelo mediano, el objetivo del sistema de Gestión energético será:

- A) *Minimizar el valor de la potencia de contrato eléctrico necesaria y evitar puntas de cargas que produzcan excesos de potencia*, para ello, se hará una programación personalizada a cada instalación, se efectuará una planificación controlada del arranque de los equipos eléctricos y la utilización secuencial de los diferentes sistemas del conjunto de las instalaciones, conseguimos racionalizar y optimizar, para cada modo de operación, los valores máximos necesarios de las puntas de potencia registradas por las distintas cargas que actúan en el modelo de hotel mediano.

Se estima, que con la aplicación del gestor energético al control y racionalización de la secuencia de entrada de cargas, y con la mejora de eficiencia de los sistemas, se pueda conseguir trabajar en margen de regulación del 40 % de la potencia total, y conseguir una reducción del valor de la potencia contratada, del orden del 10 %.

En el estudio realizado para el modelo de este segmento, la facturación del término de potencia, representa un 12,8 % sobre el total de la factura sin IVA, luego el ahorro previsto por esta acción puede alcanzar el 1,28 % de la factura final, y *además, su correcto funcionamiento, nos permitirá no tener excesos de potencia y evitar sus correspondientes recargos.*

- B) *Ahorrar energía y alargar la vida de las lámparas, mediante la gestión y optimización del sistema de alumbrado, controlando los periodos de encendido en función del horario de funcionamiento y de la detección de presencia.*

De acuerdo con el modelo considerado se dispone de una potencia instalada en iluminación general de (5 + 3) kW y 2 kW en iluminación local, lo cual representa el 10,15 % sobre total instalado. Ahora bien, recordemos que para este grupo, el coeficiente de utilización simultánea utilizado es $\delta = 0,6$ y que el nº de horas de utilización es 1.293 h su repercusión sobre el consumo es mayor, ya que su tiempo de funcionamiento relativo es más elevado (máx. $365 \text{ d} \times 12 \text{ h/d} = 4.380 \text{ h/año}$), por lo que su contribución al consumo total es del orden del $10,15 \times 0,6 \times 4.380 / 1.293 = 20,6 \%$.

Se estima, que con la aplicación del gestor energético y la optimización del sistema de iluminación (ver capítulo de iluminación de esta Guía), se puedan conseguir reducciones del consumo en alumbrado, del orden del 12 %, lo cual representa un 2,5 % sobre el consumo total.

El equipamiento de iluminación general de las alcobas, se debe de efectuar con lámparas de bajo consumo (ahorro energético del orden del 80 % respecto al sistema de incandescencia) y para la iluminación local (zona ordenador, mesa de trabajo-escritura, punto de lectura), normalmente se utilizaran lámparas dicróicas. Es aconsejable instalar sistemas de apagado por no presencia, normalmente en las habitaciones de los hoteles se utiliza el sistema “tarjeta- llave”, que desconecta el circuito al retirarla.

En pasillos, descansillos y en los almacenes es aconsejable instalar lámparas de bajo consumo, con un control de presencia dotado de detectores de nivel luminoso, que permita al equipo GEN gestionar el encendido en función de la luz natural disponible y la detección de presencia y el apagado normalmente una vez eliminada la señal y con un tiempo de retardo.

En instalaciones existentes, dotadas con equipamiento fluorescente convencional, normalmente en zonas de cocinas, lavandería, vestuarios, baños y aseos, podríamos reducir notablemente el consumo, mediante sustitución de equipos por otros de mayor eficiencia, especialmente instalando balastos electrónicos y lámparas de alta eficiencia (ahorros totales entre 25 ÷ 30). Ahora bien, esta actuación requiere una inversión de ≈ 21 € por balasto (para dos lámparas) y 6 € por lámpara de 36 W, más la mano de obra de instalación.

- C) *Ahorro energía mediante la gestión energética del sistema de climatización, obtenido principalmente: a) operando en modo ventilación y b) cuando la unidad trabaje en modo Free-cooling.*

Se deberá de programar el sistema de gestión y regulación (GEN) de acuerdo con el calendario de funcionamiento indicado en Tabla 1 y con el equipamiento seleccionado para el modelo → Un sistema equipado con una máquina enfriadora con condensado por aire con una potencia frigorífica de

75.000 Frigorías (para un CEF = 2,4 $\rightarrow$ Pclima = 32 kW), recuperadores de calor, *free-cooling*, unidad climatizadora, y *fan-coils*.

El sistema de control, dispondrá de un lazo de regulación cerrado de caudal, para cuando el sistema funcione en modo ventilación y de un lazo de regulación abierto de temperatura y Hr, normalmente con controlador proporcional e integral (PI), detectores de grado de ocupación, de temperatura y humedad exteriores y de las condiciones de confort, para control del sistema de refrigeración en los modos *free-cooling* y aire acondicionado.

La operativa a seguir será:

- a) En el modo ventilación, se programará para que trabaje solamente como un sistema de ventilación por suministro y extracción, de forma que de todos los componentes de la unidad, únicamente estarán en servicio: el equipo ventilador de impulsión de aire (3 CV $\approx$ 2,2 kW), su compuerta de impulsión y su actuador, el filtro de aire de suministro, la batería de calefacción del aire (en otoño-invierno-primavera) y el ventilador de extracción (2,2 kW), con su compuerta y actuador. Sus periodos de funcionamiento están fijados de acuerdo con el horario de la Tabla 1 (máximo de 4.280 h/año), y además su operación estará limitada por la ocupación y la condición de presencia, para lo cual incorporará un detector con sonda de Tª de entrada, que proporcionará señal al gestor.
- b) En la zonas de restaurante, cafetería, recepción y servicios podremos operar en modo *free-cooling* (FC), conseguiremos obtener ahorros energéticos, ya que podremos realizar un enfriamiento económico del local, aprovechando la entalpía del aire de la calle (i Aire ext.). Para ello, es necesario, programar el sistema, de forma, que en primavera, verano u otoño, cuando existan condiciones y orden de funcionamiento de la unidad climatizadora, y la sonda de temperatura exterior, da señal de que la temperatura exterior es menor que la temperatura de confort (25 °C y Hr 35÷50 %). El gestor detecta

condiciones de FC, dando órdenes de parada al compresor del A.C. (en la unidad exterior o en la climatizadora) y de funcionamiento a los ventiladores de extracción y de climatización. Los actuadores de las compuertas motorizadas de FC, recibirán orden de cambio, cerrando totalmente la compuerta de retorno y abriendo al 100 % las compuertas de extracción y de renovación de aire. De esta forma el aire exterior, entrará en el local, con el caudal de diseño y saldrá extraído con el mismo valor. Su programación de funcionamiento, ver Tabla 1, indica una previsión máxima de 2.028 h/año, supeditada a la ocupación y a los detectores de presencia.

El sistema de climatización representa el 32,5 % de la potencia total instalada en el modelo, si suponemos una ocupación media del 55 % y una presencia 12 h/d, su repercusión estimada sobre el consumo es del $32,5 \times 0,6 \times 0,55 \times 365 \times 12 / 1.293 = 36,3$ %. Se estima que con la aplicación de un sistema de control energético, se pueden obtener reducciones del consumo en climatización, del orden del 15 %, lo cual representa un 5,4 % del consumo total.

D) *Ahorros en instalaciones de Cocina*

El sistema GEN, para el caso del modelo estudiado dotado de una cocina tamaño mediano (potencia instalada en equipamiento de 27 kW), se puede programar para gestionar el funcionamiento de los hornos (9 kW). En casos con potencias mayores puede interesar gestionar las freidoras, encimeras y el lavavajillas.

Los sistema de control de hornos, están normalmente dotados de un regulador de lazo cerrado, donde la variable controlada (temperatura interior) está siendo continuamente registrada y comparada con la temperatura de consigna (variable manualmente por el usuario del horno), la señal resultante, se empleará para modificar la variable controlada, hasta que se consiga igualar con el valor de consigna. El sistema debe de limitarse para conseguir ahorros energéticos, mediante un sistema de control de

tiempos y temperatura, que se adapte al programa de control, que coloque el equipo en posición de funcionamiento, espera caliente, precalentamiento o proceda su desconexión.

El gestor energético, se puede programar para llevar este control /regulación o para realizar funciones de lectura, medida e informativas en el caso de que el control sea local/autónomo.

Estos equipamientos representan el 9 % de la potencia instalada en el modelo, su repercusión estimada sobre el consumo es $9 \times 365 \times 10 \times 0,6/1.293 = 15,2$ %. Se estima que con la aplicación de un sistema de control energético, se pueden obtener reducciones de su consumo del orden del 14 %, lo cual representa un 2,1 % del consumo total.

E) *Ahorros en Lavandería (lavado, secado y planchado)*

En el caso del modelo estudiado, el GEN únicamente actuará en la máquina de lavado (4 kW), modificando los parámetros de regulación de su tarjeta de control y controlando las resistencias de calentamiento del agua de lavado. Representa el 4 % de la potencia instalada y estimamos que su repercusión sobre el consumo es $4 \times 300 \times 9 \times 0,6/1.293 = 5\%$. Se pueden conseguir reducciones de consumo del 20 %, luego su repercusión será de 1 % sobre el consumo total.

F) *Control y mejora del factor de potencia*

Para minimizar la factura eléctrica, es importante medir, registrar y controlar el valor del factor de potencia. En el caso del modelo, estudiado el factor de potencia de la instalación es $\cos \eta = W_a / (W_a^2 + W_r^2)^{1/2} = 0,85$, siendo W_a la cantidad registrada por el contador de energía activa, expresada en kWh y W_r la cantidad registrada por el contador de energía reactiva, expresada en kVArh, valor que como hemos calculado representa un factor $k_r \approx 2,5$, que implica un recargo en la factura eléctrica del 2,5 %, a aplicar sobre la facturación básica (energía + término de potencia).

En el caso del modelo estudiado, el complemento de energía reactiva será $cE_Q = (1.029,79 + 6.495,61) \times 2,5/100 = 188,13 \text{ €/año}$, siendo su correspondiente impuesto eléctrico $I_E = 188,13 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 9,61 \text{ €}$, luego el recargo total por factor de potencia será $= 118,13 + 9,61 = 127,74 \text{ €}$. Ahora bien, para corregir este bajo valor del $\cos \eta$, es necesario colocar una adecuada batería de condensadores (normalmente con control automático), que compense en cada momento la energía reactiva del sistema, pudiendo dimensionarla para que se mejore el valor del $\cos \eta$, hasta alcanzar la zona de bonificación en la tarifa.

En el caso del modelo $\cos \eta = 0,85$ y $W_a = 77.580 \text{ kWh/año}$, luego $\sin \eta = 0,52$ y $W_s = W_a / \cos \eta = 77.580 / 0,85 = 91.270,5 \text{ kVAh}$, luego $W_r = W_s \times \sin \eta = 91.270,5 \times 0,52 = 47.460,7 \text{ kVArh/año}$.

Esta energía reactiva, se consume mayoritariamente a lo largo de todas las h/año de funcionamiento en servicio de la instalación. Especialmente aparecerán altas cargas reactivas durante los periodos de funcionamiento de los siguientes equipamientos: iluminación, motores ventiladores y de la unidad climatizadora, cuando opera en modo Aire Acondicionado. Se va a dimensionar la potencia reactiva (Q) de la batería de condensadores, en función de este periodo y de un coeficiente $\delta_{BC} = 0,6$; luego $Q = 47.460 / (0,6 \times 2.332) = 33,9 \text{ kVAr}$.

Será suficiente con colocar una batería de condensadores en B.T. dotada de 36 botes de 1 kVAr, montando una batería de condensadores trifásica, con potencia máxima de 36 kVAr, repartidas en tres ramas de 12 kVAr, con 12 botes en serie por fase, dotada de un automatismo para entrada de botes, en seis escalones.

El equipo se conectará con el gestor GEN para registro de medidas, control y alarma. Con la mejora del factor de potencia de la instalación, además, de optimizar la capacidad de la instalación, se reducen la intensidad máxima y las pérdidas por efecto Joule.

Se estima que con la mejora del factor de potencia, podemos eliminar el 2,5 % de recargo en facturación y además, alcanzar fácilmente una bonificación del 2,2 %, lo cual representa un ahorro económico directo del 4,7 %.

G) *Gestión de la discriminación horaria (DH)*

El gestor energético GEN, en Tarifa 3.0. se puede programar para hacerse cargo del control del complemento tarifario por DH, si se contrata tipo 2, 3 ó 4, ya que el GEN es un sistema especializado en racionalización de cargas, control de curvas de carga y gestión de la demanda.

El complemento por DH constituirá un recargo o un descuento, que se calculará de acuerdo con la fórmula: $c_{DH} = \frac{T_{ej} \sum E_i \times C_i}{100}$.

Mediante un estudio previo y una programación apropiada a cada cliente, a sus necesidades, forma de operar y a los periodos de la tarifa, se estudiará si es posible desplazar la curva de carga, desde el periodo punta (con recargo) a los periodos llano (sin recargo) o valle (sin recargo en tipo 2 y con descuento en tipos 3 y 4), logrando mejorar la curva de demanda de carga y obteniendo notables ahorros económicos.

En el caso del modelo, al estar contratado en 3.0 DH_{tipo2}, , hay posibilidad de ahorros, desplazando consumos de cargas realizados en horas punta a los periodos llano y/o valle. En este tipo 2, el recargo por DH es del +40 % aplicado al consumo efectuado en las 4 h/d punta, luego si desplazamos consumos y reducimos este valor, conseguiremos ahorros proporcionales al porcentaje de desplazamiento.

Ahora bien, en cada caso es recomendable realizar un estudio personalizado a cada instalación, modo de operación, posibles cambios, nuevo balance y resultados.

H) *Resultados y Viabilidad de la implantación del sistema gestor (GEN)*

De acuerdo con los cálculos y suposiciones realizadas para el modelo, las previsiones de ahorro total para los hoteles medianos son:

- a) *Reducir la potencia del contrato eléctrico en un 10 %* $\rightarrow 10/100 \times 60 = 6$ kW. Luego, bajaremos la potencia contratada a $P_c = 54$ kW, consiguiendo un ahorro de $6 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,430269 \text{ €/kW mes} = 102,97 \text{ €/año}$. Aplicándole el Impuesto eléctrico, $I_E = 102,97 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 5,26 \text{ €/año}$. Luego, el *Ahorro resultante en término de potencia* será de $102,97 + 5,26 = 108,23 \text{ €/año}$.
- b) *Reducir el consumo total anual de energía eléctrica en 2,5 + 5,4 + 2,1 + 1 = 11 %* $\rightarrow 11/100 \times 77.580 \text{ kWh/año} = 8.533,8 \text{ kWh/año}$. Luego, bajaremos el consumo del comercio hasta $W_a (G) = 77.580 - 8.533,8 = 69.046,2 \text{ kWh/año}$, y el ahorro económico en término de energía $= 8.533,8 \times 0,083728 = 714,51 \text{ €/año}$, aplicándole el impuesto eléctrico se tendrá $I_E = 714,51 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 36,53 \text{ €/año}$, y el *Ahorro económico total en energía* será $= 714,51 + 36,53 = 751,04 \text{ €/año}$.
- c) *Ahorro económico por mejora del factor de potencia*

Con la instalación y gestión de la batería automática de condensadores, conseguiremos fácilmente mejorar el $\cos \eta = 0,85$ hasta un valor de 0,95. Esta acción nos permitirá eliminar el recargo económico del 2,5 %, sobre la facturación básica que teníamos ($c E_Q = (1.029,79 + 6.459,61) \times 2,5/100 = 188,13 \text{ €/año}$), y además lograremos conseguir una bonificación del 2,2 %, sobre dicha facturación (mejorable hasta el 4 %). El nuevo cálculo será con un $\cos \varphi = 0,95 \rightarrow k_r = 17/0,90 - 21 \approx - 2,2 \%$; luego $c E_Q = \text{Facturación Básica} \times k_r = (5.781,1 + 926,81) \times 2,2 / 100 = 147,57 \text{ €/año}$ (descuento).

Se ha pasado de un recargo de 188,13 a un descuento de 147,57 €/año, luego hemos ahorrado $188,13 + 147,57 = 335,7 \text{ €/año}$. Aplicando el $I_E = 335,7 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 17,16 \text{ €/año}$; luego, el *ahorro total conseguido por mejorar el $\cos \eta$* será de $335,70 + 17,16 = 352,86 \text{ €/año}$.

- d) *Ahorro en el complemento de DH*

Con el descenso del 11 % del consumo eléctrico, el valor del nuevo complemento de DH, ha bajado hasta $c DH_{\text{tipo2}} = 0,060502 \times (18.619 \times$

$0,89) \times 40/100 = 401,02 \text{ €/año}$, luego se ha obtenido un ahorro en DH = $450,59 - 401,02 = 49,87 \text{ €/año}$.

Aplicando el $I_E \rightarrow 49,87 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 2,54 \text{ €/año}$; luego, *el Ahorro total conseguido por mejora del c DH_{tipo2} = $49,87 + 2,54 = 52,41 \text{ €/año}$.*

Con estos datos su nueva facturación eléctrica anual será:

- ✿ **Pot. contratada** = $54 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,430269 \text{ €/kW mes} = \mathbf{926,81 \text{ €}}$.
- ✿ **Cuota término de energía** = $69.046,2 \text{ kW/año} \times 0,083728 \text{ €/kW} = \mathbf{5.781,10 \text{ €}}$.
- ✿ **c E_Q** = Fact. Básica $\times$ kr; para $\cos \varphi = 0,95 \rightarrow kr = 17/0,90 - 21 \approx - 2,2 \%$, luego $cE_Q (926,81 + 5.781,1) \times 2,2 / 100 = \mathbf{- 147,57 \text{ €/año (Descuento)}}$.
- ✿ **c DH_{tipo 2}**, de uso general, para clientes tiene el recargo del 40 % del consumo en horas punta, siendo **c DH_{tipo 2}** = $0,060502 \times (18.619 \times 0,89 \%) \times 40/100 = \mathbf{401,02 \text{ €/año}}$.
- ✿ El Impuesto Eléctrico $I_E = 4,864 \%$ s/ $\Sigma(P_c + E_w + c E_Q + c DH) \times 1,05113 = 4,864/100 \times (926,81 + 5.781,1 - 147,57 + 401,02) \times 1,05113 = \mathbf{355,91 \text{ €/año}}$.
- ✿ **Total Factura con gestor** = $\Sigma (P_c + E_w + c E_Q + c DH_{\text{tipo 2}} + I_E) = 926,81 + 5.781,1 - 147,57 + 401,02 + 355,91 = \mathbf{7.317,27 \text{ €/año (sin IVA)}}$; luego el ahorro total conseguido será de $8.581,52 - 7.317,27 = \mathbf{Ahorro total con gestor = 1.264,25 \text{ €/año (sin IVA)}}$, lo que supone un **14,73 %**.

Ahora bien, la instalación de un sistema gestor requiere efectuar una inversión, realizar una auditoría previa, obtener un listado de recomendaciones con posible cambios, realizar el proyecto y ejecutar el cambio, que dará lugar a la instalación del equipamiento de gestión, programación, instalación, cableado, puesta en marcha y pruebas. Para el caso, del modelo estudiado para los Hoteles tamaño Mediano, podemos estimar que se precisa de una inversión 912 € (IVA no incluido) para la batería de condensadores y de 4.850 € (IVA no incluido) para el sistema gestor.

l) Conclusión para Hoteles tamaño Mediano

✿ Resumen técnico-económico de la operación:

Optimización Prevista	Ahorro anual	Inversión
14,73 %	1.264,25 (IVA no incluido)	5.4762 € (IVA no incluido)

Luego el tiempo estimado de amortización es de 4,55 años (< 5 años).

✿ **La operación es viable, desde el punto de vista de rentabilidad** (se rechazan inversiones con periodos de retorno superiores a 5 años), además es importante resaltar que la introducción de un sistema gestor es atractiva respecto a los ahorros energéticos conseguidos, la reducción del impacto ambiental y la mejora notable de la operación y control de las instalaciones.

8.10.3. Grandes hoteles

Para este tipo y tamaño de instalaciones hoteleras, podremos colocar un equipo Gestor de Energía (GEN), con una central de optimización de energía (COE) tamaño grande y modularmente ampliable, dotada con 24 entradas y 24 salidas (analógicas/digitales). Su función será contribuir en la mejora de la eficiencia de las instalaciones, control de puntas de carga, control del factor de potencia, ahorro energético y disminución de la factura de energía eléctrica. Actuará únicamente en los sistemas eléctricos de *iluminación*, *cocina* (hornos, tren de lavado de vajilla, salamandra, campana extractora de humos); *Ascensores*, *lavandería*, *piscina*, *saunas y spas*, *cámaras*, *climatización* (ventilación y refrigeración), control grupos de frío, y *gestionará la curva de carga en función de la discriminación horaria (DH) contratada*, buscando el tipo de DH más rentable, y si se desea controlará *el complemento de factor de potencia de la instalación*.

El sistema estará capacitado para interconectarse, recibir información y gestionar los distintos sistemas de regulación empleados, en los restantes sistemas energéticos: calefacción, agua caliente y consumo de agua.

Recordamos que todas las instalaciones eléctricas de este grupo, están contratadas con términos de potencia superiores a 75 kW, correspondiendo un 43,5 % a contratos en alta tensión (AT) en tensiones de 15 kV o 20 kV, en las tarifas reguladas **1.1 y 2.1** y en el mercado liberalizado en las tarifas de acceso **3.1ª y 6.1**, y el 56,5 % corresponden a instalaciones de B.T. (3 × 400 V), con tarifas mercado regulado general **3.0** de utilización normal y **4.0** de larga utilización y con tarifas de acceso en el mercado libre **3.0A**. En todos los contratos con tarifas reguladas, se aplicarán los complementos por energía reactiva y discriminación horaria.

El modelo de instalaciones grandes, tiene una Potencia Eléctrica instalada de $P_{EI} = 996,7$ kW, con un contrato de potencia $P_{EC} = 700$ kW. Si aplicamos el número medio de horas de utilización resultante para este grupo, la estimación prevista de consumo será de $700 \text{ kWh} \times 2.183 \text{ h/año} = 1.528.100 \text{ kWh/año}$.

Suponiendo que se ha contratado la tarifa de A.T. (3 × 15 kV), de aplicación General **1.1**, con **DH tipo 3, zona 3 (Madrid)** y que el factor de potencia registrado es **0,85**.

Durante el año 2005, le ha correspondido ser facturado con los términos siguientes:

- ✿ Término de potencia $\rightarrow t_p = 1,980859 \text{ €/kW}$.
- ✿ Término de energía $\rightarrow t_e = 0,066324 \text{ €/kW}$.
- ✿ Un complemento de energía reactiva $\rightarrow c_{Wr}$ en %, función del factor de corrección $k_r = 17/\cos^2\phi - 21$.
- ✿ Un complemento por discriminación horaria (c DH),
- ✿ El impuesto sobre la electricidad $\rightarrow I_E = 4,864 \% \text{ s/} \sum (T_i) \times 1,05113$ y
- ✿ El 16 % de IVA, sobre el total bruto.

Con estos datos su facturación anual será:

- ✿ **Pot. Contratada** $P_{EC} = 700 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,980859 \text{ €/kW mes} = \mathbf{16.639,21 \text{ €/año}}$.

- ✿ $E_w = W_a \times t_E = 1.528.100 \text{ kW / año} \times 0,066324 \text{ €/kW} = \mathbf{101.349,7 \text{ €/año.}}$
- ✿ $c E_Q = \text{Fact. Básica} \times k_r \rightarrow \text{para } \cos \varphi = 0,85 \rightarrow k_r = 17/0,72 - 21 \approx + 2,5 \text{ \%}; \text{ luego}$
 $c E_Q = (16.639,21 + 101.349,7) \times 2,5/100 = \mathbf{2.949,72 \text{ €/año.}}$
- ✿ **c DH**, tipo 2, las instalaciones están en la Comunidad Autónoma de Madrid, luego corresponde zona de aplicación 3; el complemento se determina por $c_{DH} = T_{ej} \sum E_i \times C_i / 100$, donde $T_{ej-2.1.} = 0,060502 \text{ €/kW}$; E_i = Energía total consumida en cada periodo, en función del área de su curva de carga. Calcularemos los porcentajes correspondientes por periodo y supondremos la siguiente distribución de la energía anual consumida $\rightarrow W_a = 1.528.100 \text{ kW/año} \rightarrow$ en las 1.460 horas Punta, el 22 % $\rightarrow W_P = 0,22 \times 1.528.100 = 336.182 \text{ kW/año}$; en las 4.380 horas Llano, el 58 % $\rightarrow W_L = 0,58 \times 1.528.100 = 886.298 \text{ kW/año}$ y en las 2.920 horas Valle, el 20 % $\rightarrow W_V = 0,2 \times 1.528.100 = 305.620 \text{ kW/año}$; y los coeficiente de recargo C_i , y la duración de cada periodo son los siguientes:

Periodo horario	Duración	Coeficiente de Recargo
Horas punta	4 horas / día	+ 70
Horas llano y valle	20 horas / día	-

Se consideran como horas punta en zona 3 de 9 a 13 horas en horario de invierno y de 10 a 14 horas en horario de verano.

Luego $c_{DH \text{ tipo 2}} = 0,060502 \times 336.182 \times 40/100 = \mathbf{8.135,87 \text{ €/año.}}$

- ✿ El Impuesto Eléctrico $I_E = 4,864 \text{ \% s/ } \sum (P_c + E_w + c E_Q + c_{DH}) \times 1,05113 = 4,864/100 \times (16.639,21 + 101.349,7 + 2.949,72 + 8.135,87) \times 1,05113 = \mathbf{6.599,18 \text{ €/año.}}$
- ✿ **Total Factura sin gestorador** $= \sum (P_c + E_w + c E_Q + c_{DH \text{ tipo 2}} + I_E) = 16.639,21 + 101.349,7 + 2.949,72 + 8.135,87 + 6.599,18 = \mathbf{135.673,68 \text{ €/año (sin IVA).}}$

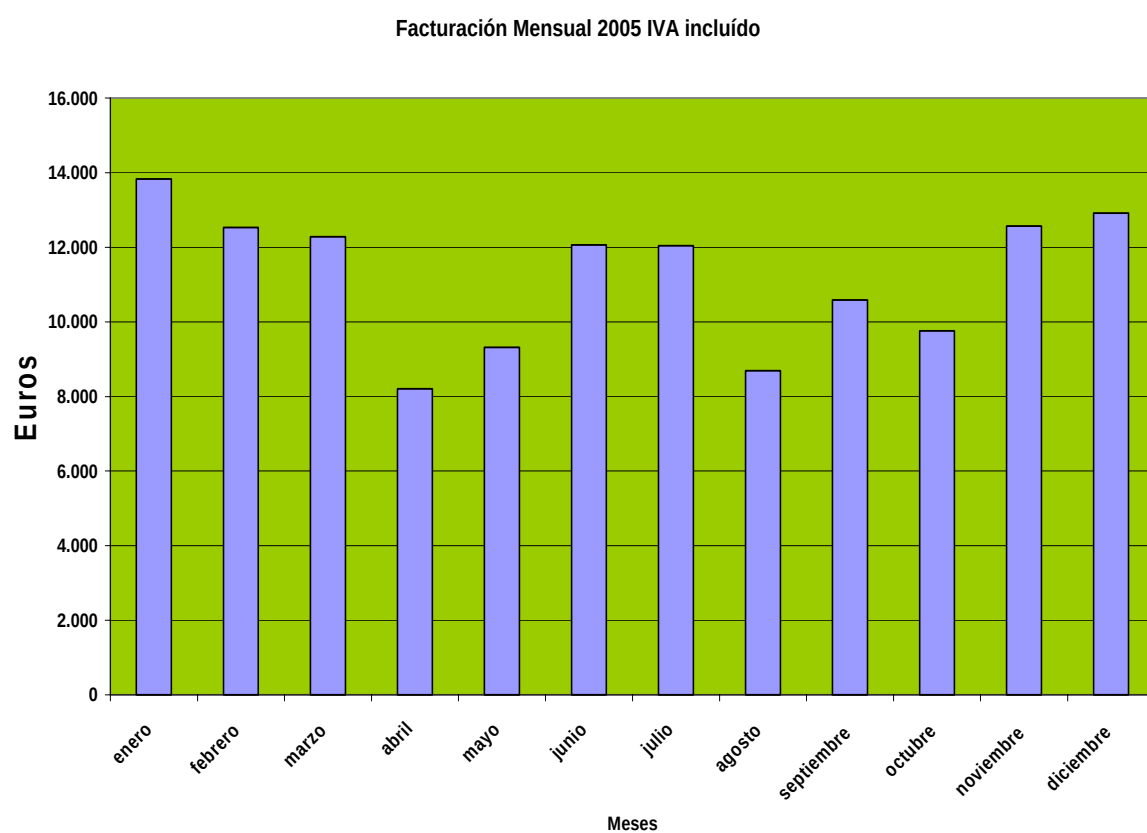
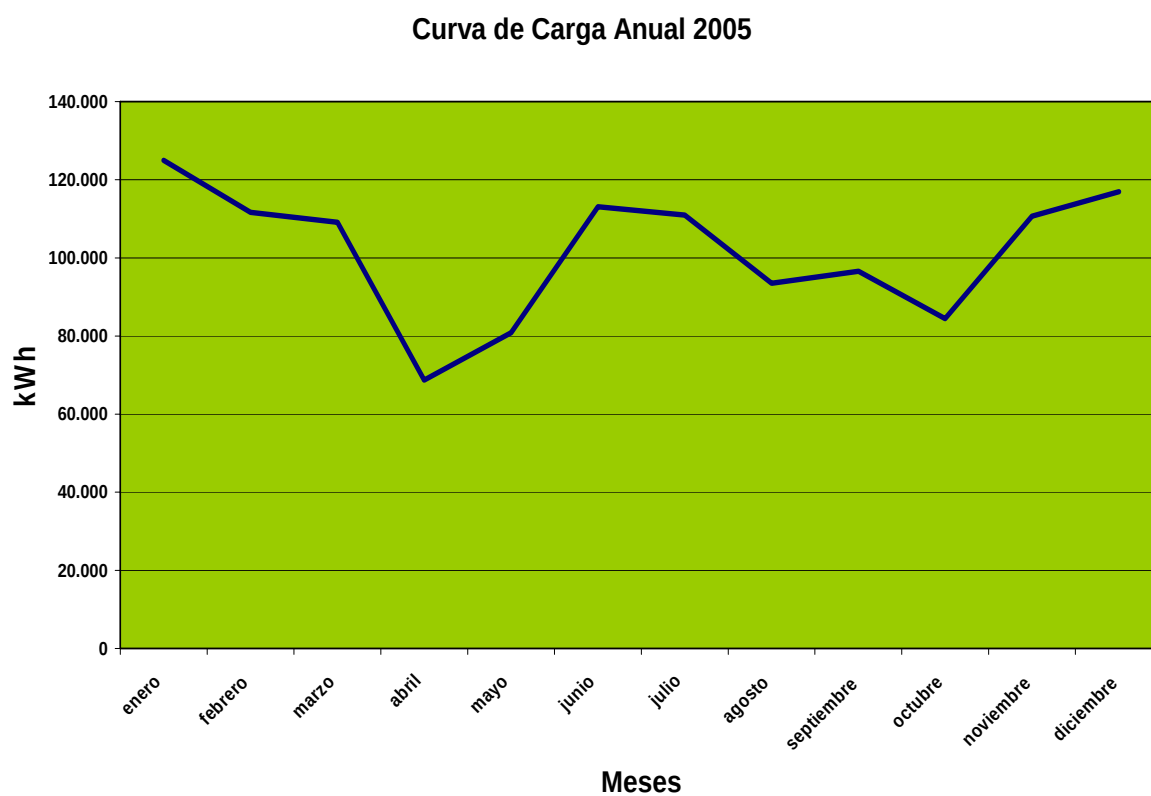


Figura 8. Modelo Grandes Hoteles. Potencia de Contrato 700 kW.

Para este modelo de grandes instalaciones hoteleras, el objetivo del sistema de Gestión energético será:

- A) *Minimizar el valor de la potencia de contrato eléctrico necesaria y evitar puntas de cargas que produzcan excesos de potencia; para ello, es preciso realizar una programación personalizada de cada instalación, que incluirá una planificación controlada de la puesta en marcha de los equipos eléctricos seleccionados para gestionar su carga, y la utilización secuencial de los diferentes sistemas del conjunto de las instalaciones, para conseguir racionalizar y optimizar, para cada modo de operación, los valores máximos necesarios de las puntas de potencia, resultantes en los distintos procesos que actúan en las instalaciones del modelo de Hotel Grande.*

Se estima, que con la aplicación del gestor energético (GEN) al control y racionalización de las secuencia de entrada de cargas, se pueda conseguir trabajar en un margen de regulación de carga, del 40 % de la potencia total instalada, y conseguir una reducción del valor de la potencia eléctrica contratada del orden del 12 %. En el estudio tarifario del modelo, la facturación del término de potencia, representa un 12,26 % sobre el total de la factura sin IVA, luego con estos datos, el ahorro previsto por esta acción puede alcanzar el 1,5 % de la factura final, y además, su correcto funcionamiento, nos permitirá no tener excesos de potencia .

- B) *Ahorrar energía y alargar la vida de las lámparas, mediante la gestión y optimización del sistema de alumbrado, regulando el nivel de flujo luminoso en cada zona y controlando los periodos de encendido en función del horario de funcionamiento y de la detección de presencia.*

De acuerdo con el modelo considerado se dispone de una potencia instalada en iluminación general de $(84,37 + 41,25) = 125,62$ kW y 26,25 kW en iluminación local, lo cual representa el 15,32 % sobre la potencia total instalada, siendo la contribución de la iluminación general el 12,67 %. Ahora bien, recordemos que para este grupo, el coeficiente de utilización simultanea utilizado es $\delta = 0,7$ y que el nº de horas de utilización es 2.183 h su

repercusión sobre el consumo es mayor, ya que su tiempo de funcionamiento relativo es más elevado, por lo que su contribución al consumo total es del orden del $12,67 \times 0,7 \times 365 \times 14 / 2.183 = 20,76 \%$.

Se estima, que con la aplicación del gestor energético y la optimización del sistema de iluminación (ver capítulo de iluminación de esta Guía), se puedan conseguir reducciones del consumo en iluminación, del orden del 12 %, lo cual representa aproximadamente el 2,5 % sobre el consumo total.

El equipamiento de iluminación general de las alcobas, se debe de efectuar con lámparas de bajo consumo (ahorro energético del orden del 80 % respecto al sistema de incandescencia) y para la iluminación local (zona ordenador, mesa de trabajo-escritura, punto de lectura), normalmente se utilizaran lámparas dicroicas. Es aconsejable instalar sistemas de apagado por no presencia, normalmente en las habitaciones de los hoteles se utiliza el sistema “tarjeta- llave”, que desconecta el circuito al retirarla.

En pasillos, descansillos y en los almacenes es aconsejable instalar lámparas de bajo consumo, con un control de presencia dotado de detectores de nivel luminoso, que permita al equipo GEN, gestionar el encendido en función de la luz natural disponible y la detección de presencia y el apagado normalmente una vez eliminada la señal y con un tiempo de retardo.

En instalaciones existentes, dotadas con equipamiento fluorescente convencional, normalmente en zonas de cocinas, lavandería, vestuarios, baños y aseos, podríamos reducir notablemente el consumo, mediante sustitución de equipos por otros de mayor eficiencia, especialmente instalando balastos electrónicos y lámparas de alta eficiencia (ahorros totales entre 25 ÷ 30). Ahora bien, esta actuación requiere una inversión de aproximadamente 21 € por balasto (para dos lámparas) y 6 € por lámpara de 36 W, más la mano de obra de instalación.

- C) *Ahorro de energía mediante la gestión energética del sistema de climatización*, obtenido principalmente: a) *operando en modo ventilación*, b)

cuando la unidad trabaje en modo free-cooling, y c) cuando la unidad trabaje en refrigeración, empleando un porcentaje de aire de retorno en la ventilación por suministro.

En los cálculos del equipamiento necesario para el modelo, hemos supuesto incorporado a la unidad de climatización, un recuperador de calor para el aire de renovación, el cual nos permite ahorrar aproximadamente un 40 % de potencia frigorífica necesaria para su enfriamiento. Aumentarán las pérdidas de carga, por lo cual los ventiladores se proyectan con mayor potencia.

El sistema diseñado para climatizar las instalaciones del hotel consiste en: una planta enfriadora, Se estima la necesidad de una máquina con una potencia frigorífica = 775.000 Frigorías, para un CEF = 2,3, le corresponderá una $P_{clima} = 336,9 \text{ kW}$.

Se deberá de programar los sistemas de gestión y regulación de acuerdo con el equipamiento elegido para el modelo. Una planta enfriadora de 350 kW, para un CEF = 2,3, proporcionará una potencia frigorífica de 805.000 Frigorías, equipada con sistema de condensado por aire (o agua equipada con de torre de refrigeración), *free-cooling* y recuperadores de calor rotativos o estático de flujos cruzados en la climatizadora, unidad climatizadora y *fan-coils*. El calendario de funcionamiento previsto, está indicado en la Tabla 1. Además, se dispondrá de un lazo de regulación cerrado de caudal, para funcionamiento del sistema en modo ventilación y de un lazo de regulación abierto de temperatura y Hr, normalmente con controlador proporcional e integral (PI), detectores de presencia/ocupación, de la temperatura y humedad exteriores y de las condiciones de confort, para control del sistema de refrigeración en los modos *free-cooling* y aire acondicionado.

- Renovación de aire

El caudal de diseño de renovación máximo lo elegimos dentro de la normativa $\rightarrow$ de 8 l/s por persona $\rightarrow 8 \times 3.600/1.000 = 28,8 \text{ m}^3/\text{h}$ por persona $\rightarrow$ Caudal renovación max.= $350 \text{ p} \times 28,8 \text{ m}^3/\text{h}/\text{p} = 10.080 \text{ m}^3/\text{h}$

Potencia necesaria renovación $\rightarrow \approx 10.080 \text{ m}^3/\text{h} \times 9,9 \text{ W/m}^3/\text{h} = 99.792 \text{ W}$.

En este tamaño de unidad, para ahorrar energía las instalaciones se diseñan de forma que incorporen un recuperador de calor, para el caudal de renovación de aire de $10.080 \text{ m}^3/\text{h}$. En catalogo fabricante, vemos que la potencia recuperada es del 40 %. Luego la potencia frigorífica necesaria para el Aire de renovación, con recuperador de calor $= 99.792 \times 0,6 = 59.875 \text{ W} \rightarrow \approx 60 \text{ kW}$.

La operativa a seguir será:

- a) En el modo ventilación, operará para suministrar aire de renovación a las zonas de cocina, restaurante, cafetería, gimnasio, piscina, lavandería, recepción, etc. Se programará para que trabaje solamente como un sistema de ventilación por suministro y extracción, de forma que de todos los componentes de la unidad, únicamente estarán en servicio: el equipo ventilador de impulsión de aire ($2,8 \text{ CV} \approx 2 \text{ kW}$), su compuerta de impulsión y su actuador, el filtro de aire de suministro, la batería de calefacción del aire controlada por el gestor (en otoño-invierno) y el ventilador de extracción (2 kW), con su compuerta y actuador. Sus periodos de funcionamiento están fijados de acuerdo con el horario de la Tabla 1 (máximo de 4.280 h/año), y además su operación estará limitada por la condición de presencia, para lo cual incorporará un detector con sonda de entrada, que proporcionará señal al gestor.
- b) En las zonas de restaurante, cafetería, gimnasio, piscinas, recepción, y servicios, podemos operar en modo *free-cooling* (FC), permitiéndonos obtener un gran ahorro energético, ya que podremos realizar un enfriamiento barato del local, aprovechando la entalpía del aire de la calle ($i_{\text{Aire ext.}}$). Para ello, es necesario, programar el sistema gestor, de forma, que en primavera o en verano, cuando existan condiciones y orden de funcionamiento de la unidad climatizadora y la sonda de temperatura exterior, da señal de que la temperatura exterior es menor que la temperatura de confort ($25 \text{ }^\circ\text{C}$ y Hr 50 %), El gestor detecta condiciones de FC, dando órdenes de parada al compresor del A.C. (en

la unidad exterior o en la climatizadora) y de funcionamiento a los ventiladores de extracción y de climatización. Los actuadores de las compuertas motorizadas de FC, recibirán orden de cambio, cerrando totalmente la compuerta de retorno y abriendo al 100 % las compuertas de extracción y de renovación de aire. De esta forma el aire exterior, entrará en el local, con el caudal de diseño y sale extraído con el mismo valor. Su programación de funcionamiento, ver Tabla 1, indica una previsión máximo de 2.028 h/año, supeditada a los detectores de presencia y al grado de ocupación del local.

El sistema de climatización representa el 50 % de la potencia total instalada en el modelo, si suponemos una ocupación media del 55 % y una presencia 12 h/d, su repercusión estimada sobre el consumo es del $50 \times 0,7 \times 0,55 \times 365 \times 12 / 2.183 = 38,6 \%$. Se estima que con la aplicación de un sistema de control energético, se pueden obtener reducciones del consumo en climatización, del orden del 12 %, lo cual representa un 4,6 % del consumo total.

D) *Ahorros en instalaciones de Cocina*

Para un modelo de cocina tamaño grande, con una potencia total instalada en equipamiento de 172 kW, diseñada para $300 \div 600$ comensales diarios, el sistema GEN se puede programar para gestionar el funcionamiento de los siguientes equipos instalados en la cocina: a) Sistema de Hornos y Salamandra (H. Clásicos = 12 kW + H. de vapor = 10 kW + H. Convección forzada = 25 kW y Salamandra 20 kW, con una potencia total instalada = 67 kW); b) Campana extractora de humos (12 kW); y c) Tren de lavado de vajilla (8 kW). Podríamos gestionar también freidoras, encimeras de cocción, armarios calientes y baño maría.

a) Los sistema de control de hornos, están normalmente dotados de un regulador de lazo cerrado, donde la variable controlada (temperatura interior) está siendo continuamente registrada y comparada con la temperatura de consigna (variable manualmente por el usuario del horno), la señal resultante, se empleará para modificar la variable controlada, hasta que se consiga igualar con el valor de consigna. El

sistema debe de limitarse para conseguir ahorros energéticos, mediante un sistema de control de tiempos y temperatura, que se adapte al programa de control, que coloque el equipo en posición de funcionamiento, espera caliente, precalentamiento o proceda su desconexión.

El gestor energético, se puede programar para llevar este control /regulación o para realizar funciones de lectura, medida e informativas en el caso de que el control sea local/autónomo.

- b) La campana extractora de humos está equipada de un ventilador extractor, con una potencia instalada de 12 kW, dotado de un regulador electrónico de velocidad variable, que nos permite adoptar las revoluciones precisas para suministrar el caudal de extracción de humos, adecuado y proporcional a la carga existente en cocina en cada periodo de funcionamiento programado en el GEN, de acuerdo con las necesidades previstas.

La potencia desarrollada en el eje de un Ventilador Centrífugo viene dada por la expresión:

$$P = \frac{p \cdot Q \cdot \gamma}{\eta_v}$$

P: Potencia en el eje (kW)

p: Presión total del ventilador (bar)

Q: Caudal (m³/s)

γ: Peso específico del Fluido (kg/m³)

η_v: Rendimiento de Ventilador en punto de Operación (p.u.)

La potencia absorbida de la red eléctrica (P_e) dependerá del rendimiento (η_{mt}) del motor eléctrico; luego

$$P_e = \frac{p}{\eta_{me}} = \frac{P \cdot Q \cdot \gamma}{\eta_v \cdot \eta_{me}}$$

El Caudal (Q_v) es proporcional a la velocidad del ventilador $\rightarrow n$ (r.p.m); la Presión (p) es proporcional al cuadrado de la velocidad (n^2) y la Potencia es proporcional al cubo de la velocidad $\rightarrow P = k (n^3)$.

Luego el consumo de la campana extractora de humos (W_{CEH}) será proporcional al tiempo de funcionamiento (t) y cubo de la velocidad (n^3).

c) Tren de Lavado de vajilla (8 kW)

El gestor energético (GEN) se puede programar para actuar sobre la tarjeta de control del tren de lavado

Estos equipamientos representan el $87/991,37 = 8,77 \%$ de la potencia instalada en el modelo, su repercusión estimada sobre el consumo es $8,77 \times 365 \times 10 \times 0,7/2.183 = 10,26 \%$. Se estima que con la aplicación de un sistema de control energético, se pueden obtener reducciones de su consumo del orden del 14 %, lo cual representa un 2 % del consumo total.

E) *Ahorro de energía mediante la gestión de la lavandería*

En el caso del modelo estudiado, el GEN únicamente actuará en la máquina de lavado (24 kW), modificando los parámetros de regulación de su tarjeta de control y actuando sobre los periodos de parada, tiempos de precalentamiento, y sobre la temperatura del agua de lavado. Representa el 2,4 % de la potencia instalada y estimamos que su repercusión sobre el consumo es $2,4 \times 300 \times 9 \times 0,7 / 2.183 = 2 \%$. Se pueden conseguir reducciones de consumo del 20 %, luego su repercusión sobre el consumo total será de 0,4 %.

F) *Ahorro energía mediante la gestión energética del sistema de saunas (30 kW):* su control normalmente está dotado de un regulador de lazo cerrado, donde la variable controlada (temperatura interior) está siendo continuamente registrada y comparada con la temperatura de consigna (introducida manualmente por el usuario), la señal resultante, se empleará para modificar la variable controlada, hasta que se consiga igualar con el valor de consigna. Existirá control de % Hr en función del tipo de sauna (seca

o humedad). El sistema se limitará para conseguir ahorros energéticos, mediante un sistema de detección de presencia, que lleve el equipo de espera caliente, precalentamiento o proceda a su desconexión.

El gestor energético, se puede programar para llevar este control /regulación o para realizar funciones de lectura, medida e informativas en el caso de que el control sea local/autónomo.

Las saunas representa el 3 % de la potencia instalada en el modelo, con un $3 \times 365 \times 12 \times 0,7 / 2.183 = 4,2$ % repercusión sobre el consumo. Se estima que con la aplicación de un sistema de control energético, obtendrán reducciones de consumo, del orden del 15 %, lo cual representa un 0,6 % del consumo total.

G) *Control y mejora del factor de potencia*

Para minimizar la factura eléctrica, es importante medir, registrar y controlar el valor del factor de potencia.

En el caso del modelo, estudiado el factor de potencia de la instalación es $\cos \varphi = W_a / (W_a^2 + W_r^2)^{1/2} = 0,85$, siendo W_a la cantidad registrada por el contador de energía activa, expresada en kWh y W_r la cantidad registrada por el contador de energía reactiva, expresada en kVarh. Para $\cos \varphi = 0,85$ se obtiene un factor $kr = 17 / (0,85)^2 - 21 \approx 2,5$, lo que implica que existe un recargo en la factura eléctrica a aplicar a la facturación básica (energía + término de potencia) del 2,5 %.

En el caso del modelo estudiado el complemento de energía reactiva es **c E_q** = $(P_c + E_w) \times kr / 100 = \mathbf{cE_q} = (16.639,21 + 101.349,7) \times 2,5 / 100 = \mathbf{2.949,72 \text{ €/año}}$, siendo su impuesto eléctrico **I_E** = $2.949,72 \times 4,864 / 100 \times 1,05113 = \mathbf{150,81 \text{ €/año}}$, luego el recargo total correspondiente al factor de potencia será de $2.949,72 + 150,81 = 3.100,53 \text{ €/año}$. Ahora bien, para corregir este bajo valor del $\cos \varphi$ es necesario, colocar una adecuada batería de condensadores (generalmente con control automático), que compense la energía reactiva del sistema, pudiendo dimensionarla, de forma que se consiga mejorar el valor del $\cos \varphi$, hasta alcanzar la zona de bonificación en la tarifa.

En el caso del modelo $\cos \varphi = 0,85$ y $W_a = 1.528.100$ kWh/año, luego $\sin \varphi = 0,52$ y $W_s = W_a / \cos \varphi = 1.528.100/0,85 = 1.797.764$ kVAh, luego $W_r = W_s \times \sin \varphi = 1.797.764 \times 0,52 = 934.837$ kVArh/año.

Esta energía reactiva, se consume a lo largo de todas las horas año, en los diferentes equipos con consumos inductivos, como por ejemplo la componente magnetizante de los transformadores. Pero su mayor consumo, acontece a lo largo de las 2.332 h/año posibles de funcionamiento de la instalación de climatización en modo refrigeración, además hay que tener en cuentas los consumos del alumbrado y de los diferentes motores (ventiladores, compresores, bombas, etc.). Luego vamos a instalar una batería de condensadores en B.T., donde su potencia reactiva estará principalmente en función de este periodo de carga y de un coeficiente $\delta_{BC} = 0,6$; luego $Q = 934.837 / (2.332 \times 0,6) = 240,5$ kVAr.

Será suficiente con colocar 81 botes de 3 kVAr montando una batería de condensadores trifásica, con una potencia máxima de 243 kVAr, repartidas en tres ramas de 81 kVAr, con 27 botes en serie por fase. Dotada de un automatismo de entrada de botes, con 9 escalones. El equipo se conectará con el gestor para registro medidas, control y alarma. Con la mejora del factor de potencia de la instalación, además, de optimizar la capacidad de la instalación, se reducen la intensidad máxima y las pérdidas por efecto Joule.

Se estima que con la mejora del factor de potencia, podemos obtener ahorros energéticos del 0,5 % por reducción del porcentaje de pérdidas en los conductores de la instalación, eliminar el 2,5 % de recargo existente en facturación y además, alcanzar fácilmente una bonificación del 2,2 % (máximo 4 %), lo cual representa un ahorro económico directo del 4,7 %.

H) *Gestión de la discriminación horaria (DH)*

El Gestor energético se puede programar para hacerse cargo de control del complemento tarifario por discriminación horaria, cuando se contraten DH,s tipo 2, 3 ó 4, ya que es un sistema especializado en

racionalización de cargas, control de curvas de carga y gestión de la demanda.

El complemento por DH constituirá un recargo o un descuento, que se calculará de acuerdo con la formula: $c\text{ DH} = \text{Tej} \sum E_i \times C_i / 100$.

Mediante un estudio previo y una programación apropiada a cada Cliente en particular, a las características de la instalación y de su equipamiento, a los diferentes modos posibles de operar el sistema, al horario de funcionamiento, a la zona geográfica, al tipo de tarifa. Se estudiará, si es posible desplazar la curva de carga, desde el periodo punta (con recargo), a los periodos llano (sin recargo en tipo 2 y con descuento en tipos 3 y 4) o al valle (descuento), de forma que consigamos mejorar la curva de demanda carga y además lograremos notables ahorros económicos.

En el caso del modelo, con contrato en la tarifa 1.1 DH tipo 2, zona 3, en el apartado 8.10.3, ya hemos calculado el complemento de DH que le corresponde $c\text{ DH}_{\text{tipo 2}} = 0,060502 \times 336.182 \times 40/100 = \mathbf{8.135,87 \text{ €/año}}$. En este caso, *es posible gestionar para conseguir ahorros*, ya que en el tipo 2 de discriminación, aunque únicamente existe un complemento de recargo del 40 %, aplicado a los consumos registrados en horas punta, podremos ahorrar si logramos reducir el porcentaje de consumo registrado en horas punta. Hay que trabajar en reducir este porcentaje, efectuando un adecuado desplazamiento de cargas con consumos en horas punta al periodo Llano-Valle. Si por ejemplo, se consigue desplazar un 2 % del consumo registrado por las cargas en periodo Punta a Llano, entonces el consumo en horas punta descenderá hasta $W_{\text{HP}} = (22-2)/100 \times 1.528.100 = 305.620 \text{ kW/año}$ y el complemento de DH, también se reducirá $c\text{DH}_{\text{tipo 2}} = 0,060502 \times 305.620 \times 40/100 = 7.396,2 \text{ €/año}$.

Con un estudio profundo y particularizado de cada instalación y sus posibles modos de trabajo, se deberá de valorar la viabilidad técnico-económica de efectuar un cambio en el tipo de DH contratado. Vamos a realizar una comparación rápida del modelo, con el tipo 3 zona 3 y compararemos con

el tipo 2. El complemento tipo 3 está regulado según las condiciones del cuadro siguiente:

Periodo horario	Duración	Valor aplicable
Horas punta	4 horas / día	Recargo +70 %
Horas llano	12 horas / día	-
Horas valle	8 horas / día	Descuento 43 %

Luego $c_{DH_{\text{tipo 3}}} = 0,060502 \times (336.182 \times 70/100 - 305.620 \times 43/100) = 103.910,8$ €/año.

Vemos que el complemento, también es recargo $\rightarrow c_{DH \text{ tipo 3}} > c_{DH \text{ tipo 2}}$. Luego, en este caso es mejor permanecer en $DH_{\text{tipo 2}}$.

Además, como con la instalación y uso adecuado del gestor energético (GEN), reducimos en este caso, el consumo total de energía un 10,6 %, el recargo final se reducirá en este porcentaje, resultando un complemento según cálculo:

$$c_{DH} = 0,060502 \times (305.620 \times 0,894) \times 40/100 = 6.612,24 \text{ €/año}$$

Ahora bien, además, en cada caso particular, hay que realizar un estudio personalizado de cada instalación y sus posibles modos de operación.

I) *Resultados y Viabilidad de la implantación del sistema Gestor*

De acuerdo con los cálculos y suposiciones realizadas en el modelo, las previsiones de ahorro total para los grandes hoteles son:

- a) **Bajamos la potencia del contrato eléctrico** un 12 % $\rightarrow 12/100 \times 700 = 84$ kW. Luego reducimos la potencia contratada a **$P_{CE} = 616$ kW**, consiguiendo un ahorro = $84 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,980859 \text{ €/kW mes} =$

1.996,70 €/año; aplicándole el Impuesto eléctrico: $I_E = 1.996,7 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 102,08 \text{ €/año}$.

El Ahorro económico resultante en término de potencia es = **A.Ec P_{CE}** = $1.996,70 + 102,08 = \mathbf{2.098,78 \text{ €/año}}$.

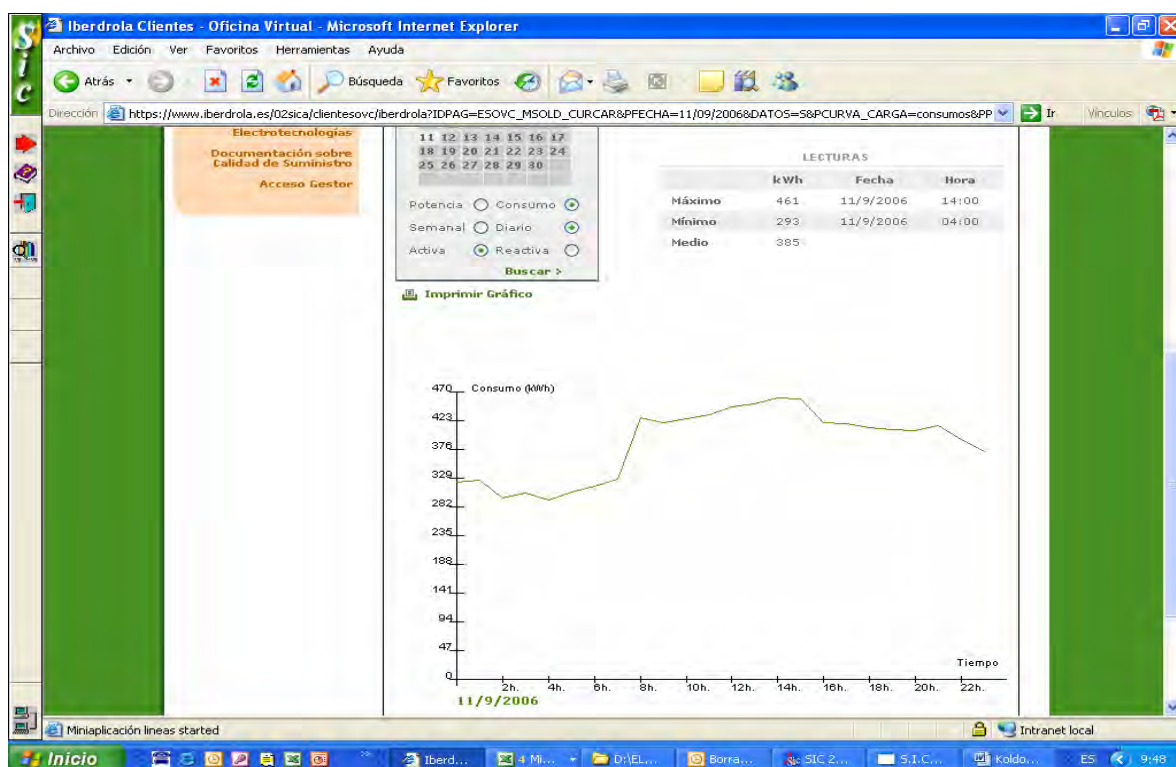


Figura 9. Ejemplo de Curva de carga de consumo diario.

- b) **Reducir el consumo de energía eléctrico total anual** en $2,5 + 4,6 + 2 + 0,4 + 0,6 + 0,5 = \mathbf{10,6\%}$ $\rightarrow 10,6/100 \times 1.528.100 \text{ kWh/año} = 161.978,6 \text{ kWh/año}$. Luego, bajaremos el consumo del comercio hasta **W_a (G)** = $1.528.100 - 161.978,6 = \mathbf{1.366.121,4 \text{ kWh/año}}$, y el Ahorro económico en término de energía será $161.978,6 \times 0,066324 = 10.743,06 \text{ €/año}$, aplicándole el impuesto $I_E = 10.743,06 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 549,26 \text{ €/año}$, y el Ahorro económico total en energía será **A.ECW_a** = $10.743,06 + 549,26 = \mathbf{11.292,32 \text{ €/año}}$.
- c) Ahorro económico por mejora del complemento por factor de potencia **c E_q**. Con la instalación y gestión de la batería automática de condensadores, conseguiremos mejorar el $\cos \varphi = 0,85$ hasta un valor de 0,95. Esta acción nos permitirá eliminar el recargo económico

existente del 2,5 %, sobre la facturación básica, y además lograremos conseguir una bonificación del 2,2 %, sobre dicha facturación (mejorable hasta el 4 %). El nuevo cálculo será con un $\cos \varphi = 0,95 \rightarrow k_r = 17/0,95^2 - 21 \approx - 2,2 \%$, luego **c E_Q** = Fact. Básica $\times k_r = (14.642,5 + 90.606,63) \times (- 2,2/100) = - 2.315,48 \text{ €/año}$.

Luego, se ha pasado de tener un recargo de 538,78 €/año, a conseguir un descuento de 2.315,48 €/año, luego con la batería de condensadores hemos conseguido ahorrar $2.949,72 + 2.315,48 = 5.265,20 \text{ €/año}$. Aplicando el impuesto eléctrico $I_E = 5.265,20 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 269,19 \text{ €/año}$; luego, el **Ahorro total por mejorar el $\cos \varphi$** = $5.265,20 + 269,19 = \text{AE}_c - \text{c E}_Q = 5.534,39 \text{ €/año}$.

- d) Ahorro en el complemento por Discriminación horaria (**c DH**). Con el desplazamiento de cargas en horas Punta a Llano y con el descenso de consumo el valor del nuevo complemento, ha bajado su recargo hasta $c \text{ DH} = 0,060502 \times (305.620 \times 0,894) \times 40/100 = 6.612,24 \text{ €/año}$. Luego, se ha obtenido un ahorro = $8.135,87 - 6.612,24 = 1.523,63 \text{ €/año}$, aplicando el $I_E \rightarrow 1.523,63 \times 4,864/100 \times 1,05113 = 77,89 \text{ €/año}$; luego, el Ahorro total conseguido por mejora del c DH es = $1.523,63 + 77,89 = \text{ATC por c DH} = 1.601,52 \text{ €/año}$.

Con estos datos, utilizando el sistema de Gestión GEN, su nueva facturación eléctrica anual será:

- ✿ Pot. Contrat. $\rightarrow P_{CE} = 616 \text{ kW} \times 12 \text{ meses} \times 1,980859 \text{ €/kW mes} = 14.642,50 \text{ €}$.
- ✿ Energía consumida $\rightarrow W_a = 1.366.121,4 \text{ kW/año} \times 0,066324 \text{ €/kW} = 90.606,63 \text{ €}$.
- ✿ **c E_Q** = $(14.642,5 + 90.606,63) \times (- 2,2 / 100) = - 2.315,48 \text{ € (descuento)}$.
- ✿ **c DH_{tipo2}** = $0,060502 \times (1.366.121,4 \times 0,2) \times 40/100 = 6.612,24 \text{ €}$.

✿ El Impuesto Eléctrico $\rightarrow I_E = 4,864 \% \text{ s/ } \Sigma (P_c + E_w + c E_Q + c DH) \times 1,05113$
 $= 4,864/100 \times (14.642,5 + 90.606,63 - 2.315,48 + 6.612,24) \times 1,05113 =$
5.600,74 €; luego el **Total de Factura con gestorador** $= \Sigma (P_c + E_w + c E_Q$
 $+ c DH_{\text{tipo 2}} + I_E) = 14.642,5 + 90.606,63 - 2.315,48 + 6.612,24 + 5.600,74 =$
115.146,63 €/año (sin IVA).

✿ Luego el Ahorro total conseguido será de $135.673,68 - 115.146,63 =$
Ahorro total con gestorador (GEN) = 20.542,05 €/año (sin IVA). Esto supone un ahorro económico del **15,13 %**.

Ahora bien, la instalación de un sistema gestorador requiere efectuar una inversión, realizar una auditoría previa, obtener un listado de recomendaciones con posible cambios, realizar el proyecto y ejecutar el cambio, que dará lugar a la instalación del equipamiento de gestión, programación, instalación, cableado, puesta en marcha y pruebas. Para el caso, del modelo estudiado, podemos estimar que se precisa de una inversión de 6.075 € (IVA no incluido) para la Batería de Condensadores y de 34.800 € (IVA no incluido) para la auditoría y el sistema gestorador energético (GEN).

J) *Conclusión para Grandes Hoteles*

✿ Resumen técnico-económico de la operación:

Optimización Prevista	Ahorro anual	Inversión
15,13 %	20.542,05 (IVA no incluido)	40.875 € (IVA no incluido)

Luego el tiempo estimado de amortización es de 23,8 meses < 2 años.

✿ **La operación es viable y muy recomendable, desde el punto de vista de rentabilidad y de ahorro energético** (se rechazan inversiones a realizar con periodos de retorno superiores a 5 años), además es importante resaltar que la introducción de un sistema gestorador GEN es atractiva respecto a la reducción del consumo de energía primaria,

del menor impacto ambiental y la mejora notable de la operación y control de las instalaciones.

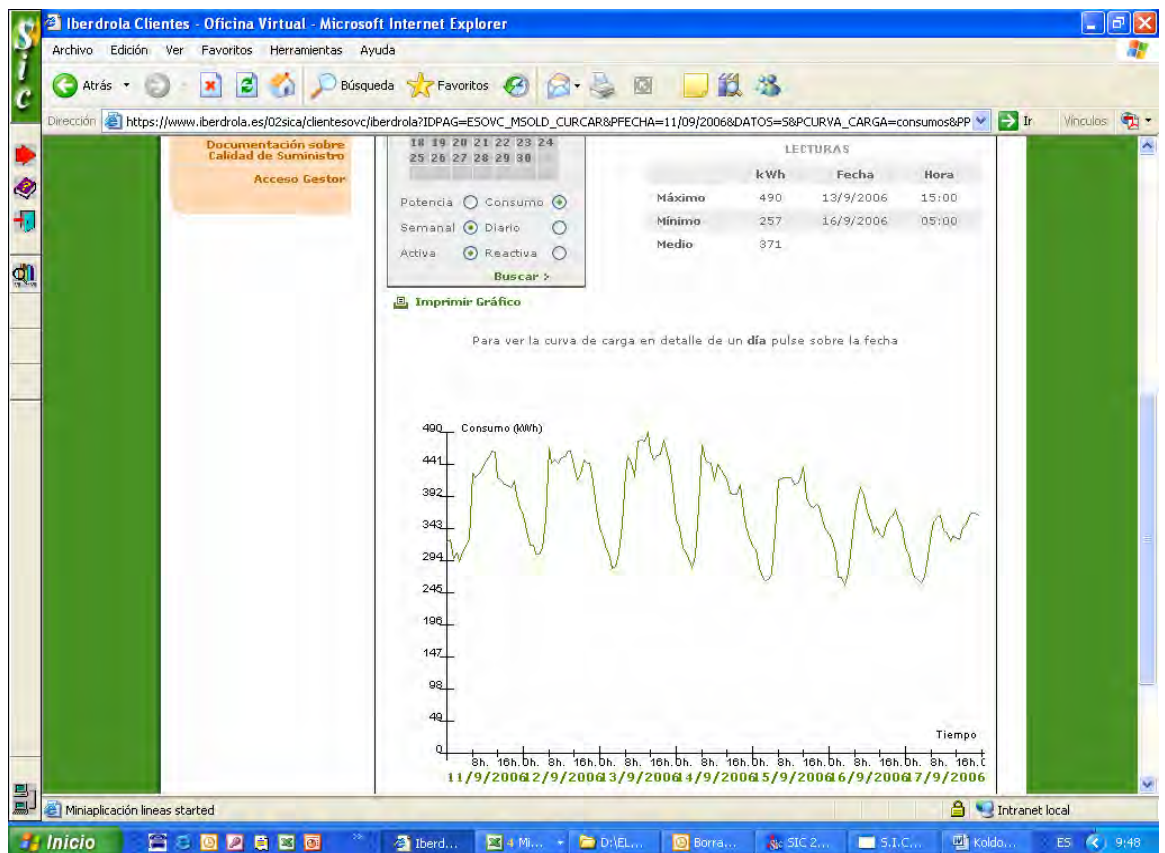


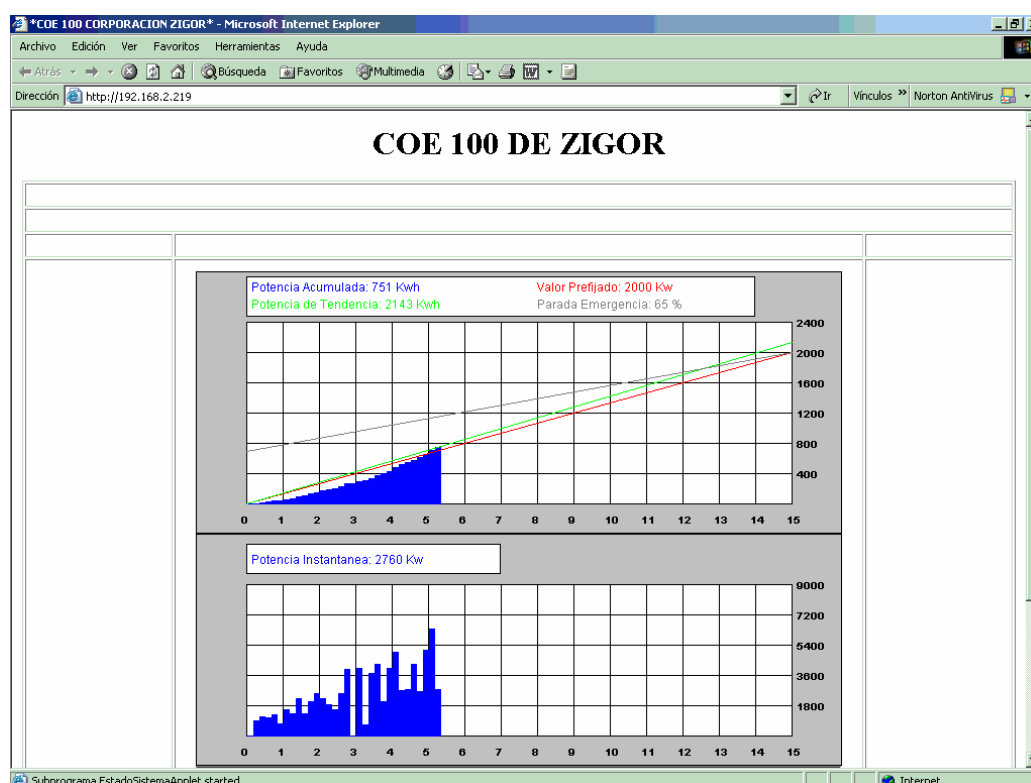
Figura 10. Curva de Carga semanal de consumo.

8.11. Ejecución de las soluciones aplicables

Constituye la fase de implantación de las instalaciones eficientes y medidas de ahorro recomendadas, y en ella se realizan trabajos de:

- ✳ Ingeniería para la elaboración de cada proyecto y la supervisión de su adecuado montaje.
- ✳ Contratación del suministro de equipos, componentes y servicios.
- ✳ Solicitud de permisos de obra y de eventuales ayudas externas.
- ✳ Construcción, puesta en marcha y apoyo inicial para su operación y manejo.
- ✳ Control del funcionamiento, seguimiento de resultados y, cuando se solicite, soporte en su mantenimiento. El gestor facilita la visualización de

gráficos que permiten realizar labores de control, seguimiento y recogida de datos, que facilitan la gestión del mantenimiento preventivo, como son el diagrama de tendencias, el diagrama de barras, el protocolo diario, el gráfico indicador de seguimiento y el resumen mensual de actuaciones; como ejemplo podemos ver la gráfica siguiente donde se visualiza el diagrama de tendencia en forma de diagrama de barras y la Curva de grupos de carga, con grupos de carga conectados.



8.12. Ventajas para el usuario

La implantación de una solución de gestión y mejora de eficiencia, aportan al usuario las siguientes importantes ventajas, que justifican su implantación:

- ✿ Aumento de la productividad por garantía, flexibilidad y seguridad de suministro, y actualización de equipos y sistemas de gestión.
- ✿ Reducción de la componente de energía eléctrica en los costes operativos.

- ✿ Superior calidad del producto o servicio.
- ✿ Optimización de resultados en los procesos productivos.
- ✿ Mejora ambiental derivada del aprovechamiento e idoneidad de la energía utilizada, y cuyos beneficios aparecen como una imagen más atractiva y aceptación social.

Bibliografía

- Aire Acondicionado en el sector Servicios – ADAE Norte.
- Eficiencia Energética Eléctrica. CADEM -IBERDROLA. Editorial URMO.
- Manual de Eficiencia Energética Eléctrica. – CADEM.
- Técnicas y aplicaciones de Iluminación. -Serie electrotecnologías de EVE e IBERDROLA. Editorial Mc. Graw Hill.
- Proyecto Zerbiztuak – Instituto Vasco de Estudios Prospectivos.
- Catálogo Gestionador Energético (GEN) de GOVAL, s.a.
- Especificaciones controlador energético modelo COE - ZIGOR s.a.
- Componentes de Climatización. - Angel Lecuona - Ramón Vizcaíno, s.a.
- Sistemas de Climatización - Fernando Diez Pazos - Ferroli España, s.a.
- Información de tarifas eléctricas y modalidades de contratación de IBERDROLA.

9.1. Introducción

En los inicios de la década de los años ochenta del pasado siglo XX ya se aplicaba en el mundo industrializado la automatización y el control en los edificios para reducir costes operativos y aumentar la eficiencia. Así, el rápido desarrollo de las tecnologías digitales ha contribuido a que la industria de la edificación adoptase rápidamente las tecnologías de la automatización y el control, conocidas también como Inmótica. La Inmótica permite el control de todas las variables presentes en las diferentes partes de un edificio para su gestión energética, la mejora del confort, la seguridad y las comunicaciones.

El gran avance de la electrónica y la informática ha permitido desarrollar el concepto de Edificios Inteligentes. Dicho término califica así a los inmuebles que disponen de un mecanismo capaz de interconectar los diferentes sistemas automatizados existentes y garantizar el funcionamiento de éstos de acuerdo con las necesidades del edificio.

Los objetivos básicos de la Inmótica aplicada a los hoteles están dirigidos principalmente al ahorro energético, a la obtención de un mayor confort, la seguridad y protección para el cliente, además de humanizar el trabajo del personal, prolongar la vida útil de los equipos, y aumentar la eficacia y la eficiencia en la toma de decisiones.

La repercusión en el sector hotelero es cada vez mayor, debido a la gran cantidad de beneficios que ésta supone para la gestión de un hotel o complejo hotelero. Desde el punto de vista energético, debe tenerse en cuenta que los mayores consumos de energía de un gran hotel o complejo hotelero están relacionados con los sistemas de climatización, bombeo de agua y alumbrado. Por tanto, si se consigue regular mediante automatismos estos sistemas, se conseguirá optimizar la gestión energética.

En este capítulo se describen los objetivos y las principales características de los sistemas de automatización y control aplicados en hoteles, conocidos también como Sistemas Inmóticos. Como ya se ha destacado antes, una de las grandes ventajas de la instalación de un Sistema Inmótico en un hotel es la optimización del ahorro energético. Existen diversos estudios que demuestran que un Sistema Inmótico adecuado, permite ahorrar entre un 20 % y un 40 % de la energía consumida por un hotel. Estos datos reflejan que la inversión puede amortizarse en un periodo medio de 3 años.

Por otro lado, uno de los puntos críticos de un hotel es el servicio de mantenimiento. Mediante el Sistema Inmótico se puede realizar un mantenimiento predictivo, aumentando la eficacia del personal y ahorrando tanto en material como en horas de trabajo. Todas las incidencias técnicas (fallo en un cuadro eléctrico, avería en la sala de máquinas, avería en calderas, ascensores, cámaras frigoríficas y piscinas, inundación en baños, alarma de incendios, de seguridad, etc.) son comunicadas en tiempo real por el sistema, al personal de mantenimiento. En un hotel convencional el cliente suele ser el que perciba y sufra el problema; esta supervisión permite que se solucionen los problemas antes de que se produzca la reclamación del cliente.

La monitorización de las horas de funcionamiento de máquinas, aire acondicionado y luminarias permiten el mantenimiento predictivo de las mismas. Los cambios de filtros del aire acondicionado, los cambios de luminarias o las revisiones de las máquinas se realizarán en el instante adecuado, aumentando la eficacia del servicio de mantenimiento. En hoteles sin sistemas de automatización y control el mantenimiento se hace por periodos de tiempo naturales, no por tiempos de funcionamiento, traspasando esta idea a un automóvil, sería como si un coche fuese revisado por tiempo transcurrido y no por kilómetros realizados. Esta circunstancia supondría que ciertas revisiones se realizarían sin ser necesarias, aumentando el coste del mantenimiento y por el contrario, otras se realizarían demasiado tarde lo que daría lugar a averías.

La meta de un Sistema Inmótico instalado en un hotel o complejo hotelero es mejorar y ayudar a su gestión. Estos objetivos son especialmente importantes para el

personal encargado de la gestión del hotel, sobre todo en complejos hoteleros, los cuales abarcan extensiones demasiado grandes para que se pueda controlar personalmente. El Sistema Inmótico funciona como un gran sistema de recogida de datos en tiempo real, de manera que se puedan tomar decisiones a partir de la información recogida. Por ejemplo es posible saber el tiempo de limpieza medio de una habitación, se pueden realizar informes de eficacia del servicio de mantenimiento, del servicio de limpieza, de las alarmas e incidencias técnicas, de la ocupación y del estado en tiempo real de las habitaciones. A partir de estos informes se puede mejorar el servicio adaptando los niveles de personal e incentivando su buen funcionamiento. Debido a que el director siempre tendrá datos objetivos y avisos de las principales incidencias, que le permitirán conocer el funcionamiento real del hotel, no será necesaria su presencia en el hotel de forma constante. La información de gestión e incidencias puede ser enviada periódicamente por *mail* al director del hotel o de la cadena hotelera. Además, es importante resaltar que todos estos objetivos se logran sin reducir el confort del cliente del hotel, al contrario, el cliente recibe un mejor servicio.

En cuanto a la estética, comentar que los elementos del Sistema Inmótico que quedan a la vista de la clientela en su habitación o en las diferentes estancias del hotel, pueden dotarse de la estética que desee el hotel adaptándola a su imagen de empresa, por ejemplo puede dotarse al sistema de una estética de lujo para suites u hoteles de gran lujo.

9.2. Selección de un sistema inmótico adecuado

En un hotel es básica la integración de las diferentes instalaciones, de modo que sean controladas por un único sistema. Otro pilar básico de los sistemas de control en hoteles es que sea un sistema *online*. Un sistema *online* consiste en que todos los dispositivos puedan ser supervisados en tiempo real, característica normalmente realizada mediante un Bus de control. Si se instalan equipos de control de accesos o de climatización autónomos se pierden todas las posibilidades de gestión y mantenimiento del hotel. Especialmente problemáticos son los sistemas de control de acceso autónomo, 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.

El Sistema Inmótico de un hotel se divide en dos subsistemas, el BMS (*Building Management System*) y el RMS (*Room Management System*). El BMS controla la infraestructura y las zonas comunes del edificio, mientras que el RMS controla el funcionamiento de cada una de las habitaciones.

Un error típico en muchos hoteles es instalar sistemas de control únicamente en las habitaciones (RMS). Es muy importante que también se realice un sistema de control del edificio (BMS) para conseguir un sistema de control completo. Además el coste del BMS es muy inferior al coste del RMS.

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

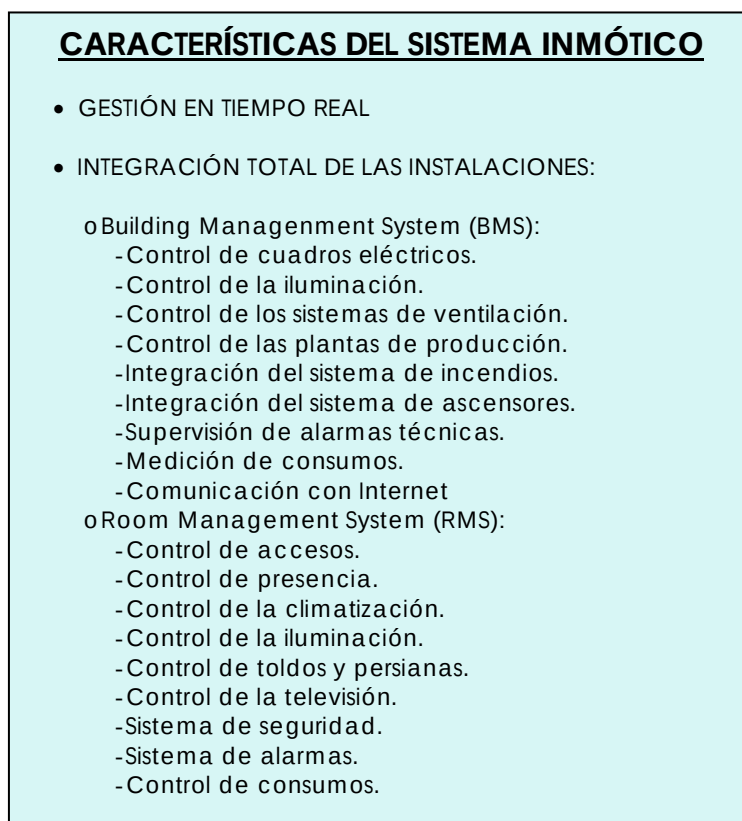


Figura 1. Características del Sistema Inmótico.

9.3. Descripción del sistema inmótico

9.3.1. Descripción del Building Management System (BMS)

Las instalaciones comunes del edificio, como por ejemplo ascensores, producción de frío y calor, tratamiento de piscinas, sistema de incendios, etc., deben ser realizadas por fabricantes especializados. La clave es que todos los fabricantes especializados se comuniquen con el Sistema Inmótico mediante pasarelas compatibles con el sistema BMS o puertos serie (RS-232).

9.3.1.1. Control de cuadros eléctricos

Se deben monitorizar todos los circuitos que se consideren importantes para el buen funcionamiento del hotel. En el momento en que a cualquiera de esos circuitos le falte tensión, el Sistema Inmótico informará al servicio de mantenimiento de la ubicación del fallo eléctrico. Este sistema disminuye drásticamente el tiempo de reacción ante un fallo eléctrico, evitando molestias a los clientes.

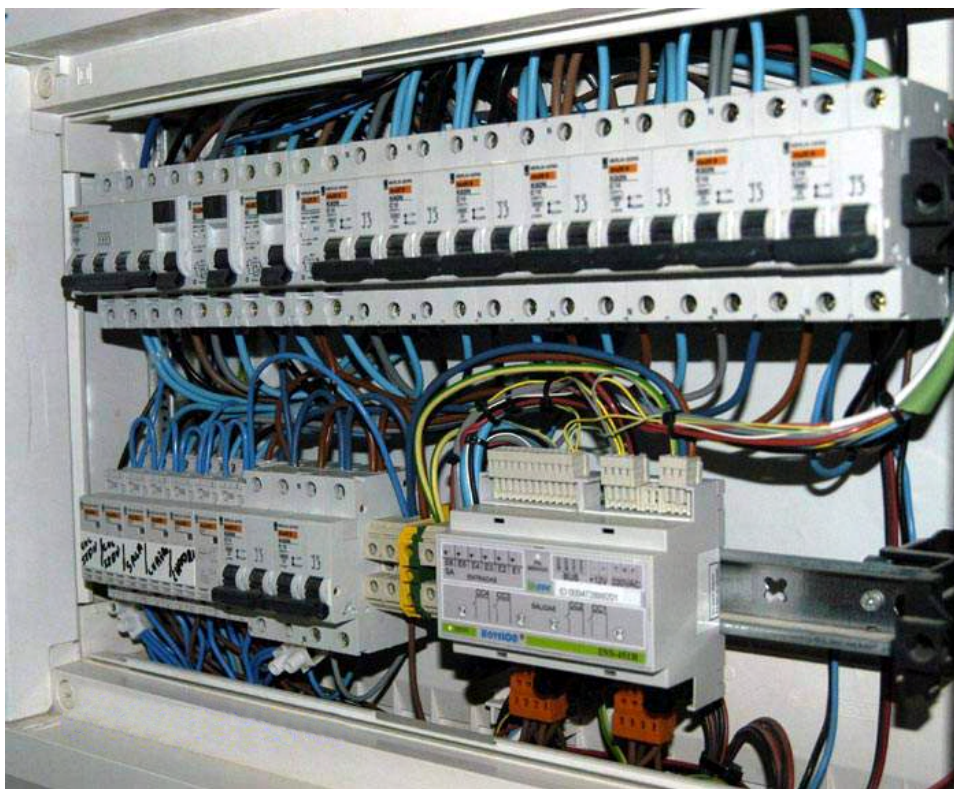


Figura 2. Cuadro eléctrico.

Ciertos encendidos de luz, como por ejemplo las luces del hall, se pueden controlar directamente desde el cuadro eléctrico. Este tipo de circuitos deben ser controlados mediante programación horaria y en función del nivel de luz exterior. Suele ser conveniente programar macros (configuraciones especiales) para el encendido de luces, como por ejemplo la macro para una celebración de boda que encenderá los distintos salones necesarios.

Desde los cuadros eléctricos también se deben controlar servicios como las luces exteriores o el riego automático en función de la humedad y luz exterior.

9.3.1.2. Control de la iluminación

El control de la iluminación de las zonas comunes (baños, pasillos, escaleras descansillos, etc.) se puede realizar en función del nivel de luz exterior y de los sensores de detección de movimiento. Esta aplicación se contempla en el nuevo Código de la Edificación (CTE). Además, se deben monitorizar las horas de funcionamiento de las luminarias para realizar un mantenimiento predictivo.

De día percibimos el hotel tal y como es; sin embargo, de noche su apariencia se basa principalmente en la iluminación. La iluminación en ciertos lugares del hotel como los jardines o los restaurantes, la fachada es importantísima para los hoteleros ya que son una muestra de la calidad del hotel. Además, por la noche los hoteles suelen acoger diversos actos como cenas o espectáculos que congregan tanto a los huéspedes como a personas que no se hospedan en el hotel. Debido a las razones anteriores, es muy importante potenciar las virtudes del hotel mediante una buena iluminación.

La técnica de secuenciación de escenas consiste en la configuración de varias escenas de regulación de iluminación. Cada cierto tiempo configurable, se produce una transición entre dos escenas. El efecto deseado es producir una sensación de movimiento y mostrar con cada escena nuevos detalles del hotel. Esta iluminación es especialmente impactante en jardines semi-iluminados donde nuevos espacios aparecen y desaparecen lentamente ante el asombro de los visitantes.

En Estados Unidos se han hecho estudios de este tipo de iluminación para acelerar la actividad en oficinas comerciales, el mismo efecto se busca en bares y tiendas induciendo al cliente del hotel a consumir y comprar más rápidamente. A pesar de esta aceleración la sensación del cliente es de confort, tranquilidad y de un ambiente cuidado y sano, sin perder de vista el objetivo fundamental del sistema de ahorro de energía.

9.3.1.3. Control de los sistemas de ventilación

La ventilación de todas las zonas comunes y salones se regula en función de sensores de CO₂ y de calidad del aire. Aún es muy común ventilar por tramos horarios, sin tener en cuenta el CO₂, esta técnica malgasta energía de climatización al ventilar en ciertos momentos que no sea necesario y no aporta la cantidad necesaria de ventilación cuando se producen picos de ocupación en el hotel.

Además, se supervisan las alarmas de los equipos y se monitorizan las horas de funcionamiento para realizar un mantenimiento predictivo.

9.3.1.4. Control de las plantas de producción (frío/calor)

Normalmente, el control interno lo realiza un fabricante especializado en plantas de producción. El sistema BMS debe comunicarse con la planta de producción para controlar y monitorizar los parámetros básicos de la instalación (temperaturas de consigna, apertura y cierre de válvulas, activación y desactivación de bombas, etc.).

Se supervisan las alarmas de los equipos y se monitorizan las horas de funcionamiento para realizar un mantenimiento predictivo.

9.3.1.5. Integración del sistema de incendios

El sistema de incendios por ley debe ser completamente independiente al Sistema Inmótico. Mediante un puerto RS-232 o por contactos libres de tensión, la central de incendios informa al BMS de las alarmas de incendios producidas. En el

momento que se produzca una alarma de incendios, se desconecta la climatización de todo el hotel para no avivar las llamas. Asimismo, se pueden ventilar las vías de evacuación de manera que el incremento de presión en la vía, evite la entrada del humo. Todos los ascensores bajan a la planta baja y son deshabilitados, las diferentes intensidades de iluminación dirigen a las personas hacia las vías de escape y se introduce en los televisores de las habitaciones un mensaje de alarma de incendios. La gestión de las puertas de incendios y de escape debe realizarlas el propio sistema de incendios.

9.3.1.6. Integración del sistema de ascensores

En ascensores de personal o de suites, se puede instalar un control de accesos para gestionar el uso de los mismos. En caso de incendios son deshabilitados y bajados a la planta baja.

Se supervisan las alarmas de los equipos y se monitorizan las horas de funcionamiento para realizar un mantenimiento predictivo.

9.3.1.7. Alarmas técnicas

El Sistema Inmótico monitoriza todas las posibles alarmas que puedan darse en un hotel. En las piscinas se supervisan alarmas por ph, nivel de cloro, nivel del agua, funcionamiento de la depuradora, etc.

Las alarmas de las cámaras frigoríficas evitan la pérdida de comida, se supervisan alarmas de fallo de SAI, de escape de gas, de bombas fecales y pluviales, etc.

9.3.1.8. Medición de consumos

El Sistema Inmótico realiza una medición de consumos de electricidad que permite evitar la sanción de las compañías eléctricas por sobreconsumo. En el caso de que se esté llegando al límite de consumo contratado por el hotel, se actúa sobre el sistema de climatización y de iluminación para reducir en lo posible el

consumo. Esta gestión evita un importante gasto económico. El sistema puede controlar también la conexión de las baterías de condensadores.

Además, permite medir el consumo de agua y gas a nivel informativo para ayudar a la gestión del director del hotel.

9.3.1.9. Comunicación con Internet

A nivel de comunicaciones, es importante introducir un dispositivo de comunicación con Internet para que el encargado de la instalación pueda realizar mantenimiento, reparaciones y actualizaciones a distancia.

9.3.2. Descripción del Room Management System (RMS)

La filosofía de este sistema es el control autónomo de cada habitación, 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 habitaciones. En caso de fallo de red se pierde la comunicación entre recepción y las habitaciones, pero todas ellas siguen funcionando en modo autónomo sin causar molestias al cliente. Cuando se produce una avería no es necesario analizar la red, es localizada fácilmente debido a que se encontrará en los dispositivos de la habitación problemática.

9.3.2.1. Control de accesos

El control de accesos a una habitación se suele realizar por medio de tarjetas magnéticas o de proximidad personalizadas para cada cliente. En la recepción se monitoriza en tiempo real el estado de cada habitación, conociendo en cada instante si está ocupada, desocupada, si ha pasado el servicio de limpieza, existencia de alguna avería, el servicio de mantenimiento y coordinar los cambios de clientes.

En recepción, la visualización de todas las habitaciones, permite atender nuevos clientes o reservas e indicar qué habitaciones se encuentran disponibles: el cliente anterior ya ha abandonado la habitación, y la habitación está limpia y reparada. Este procedimiento ahorra tiempo de comprobaciones y da un servicio más rápido a los clientes.

Los servicios de la habitación son personalizables en función del tipo de usuario. Por ejemplo, cuando el servicio de limpieza accede a la habitación, no se enciende la luz de entrada, ni la climatización, ni la televisión. El servicio de mantenimiento tiene acceso a la configuración de la televisión, mientras que para el cliente se deshabilita de manera que no pueda desprogramarla. Los padres o responsables tienen acceso directo a la habitación de sus hijos o tutelados en caso de que así se configure. El director tiene acceso a todas las habitaciones y a todos los servicios. Se pueden conceder o denegar distintos servicios según el tipo de cliente y tarifa: nevera, televisión (niños a partir de cierta hora), Internet, cocina en el caso de apartahoteles, climatización, luz automática del baño, etc.

Todos los accesos realizados por clientes y por el personal del hotel, quedan registrados para evitar posibles hurtos del servicio de limpieza o de mantenimiento.



Figura 3. Control de accesos.

En caso de producirse robos o fallos de seguridad se puede proceder a un “cambio de bombín electrónico”. Consiste en cambiar una de las claves de la tarjeta de acceso, anulando todas las tarjetas anteriores y equivale a cambiar todos los bombines convencionales de un hotel. Esta operación se puede realizar con un solo “clic” desde el ordenador, mientras que en sistemas *offline*, en el caso de que sea posible, hay que realizar el cambio puerta por puerta.

El sistema puede ser ampliado a distintas estancias del hotel, como al parking, gimnasios, piscinas, pistas de tenis o distintas instalaciones. Esta ampliación da al gestor del hotel, la opción de cobrar y gestionar los distintos servicios del complejo, con una sola tarjeta por cliente.

9.3.2.2. Control de presencia

Cuando el cliente no se encuentra en la habitación y ha retirado su tarjeta del casillero, los servicios que se deseen, se pueden apagar mediante un contactor. De este modo se evita que las luces o aparatos eléctricos queden conectados consumiendo energía sin control.

Es muy común por parte del cliente de hotel realizar “la trampa” de dejar la tarjeta en el casillero evitando que la climatización se apague. Hay dos tipos de soluciones, la primera es instalar un casillero “inteligente” que identifique si la tarjeta es válida y la segunda es implantar sensores de presencia en la habitación que en caso de no detectar presencia, durante un tiempo configurable, cambien el modo de funcionamiento de la climatización a *stand-by*.

9.3.2.3. Control de la climatización

El control de climatización integrado es el mejor método para ahorrar energía en hoteles, dado que se ahorra entre un 20 % y un 40 % de la energía. La climatización es controlada por el gestor del hotel desde recepción. Éste puede imponer un rango de temperaturas de actuación, para evitar abusos de uso por parte del cliente.

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 clientes 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 del hotel e impedir que ciertas habitaciones se refrigeren correctamente. Un uso responsable de este sistema conlleva que el gestor del hotel imponga un límite más que aceptable de 24 grados de temperatura.

La climatización de la habitación se apaga automáticamente en el caso de que la ventana se encuentre abierta. Esta opción debe ser configurable en función del tipo de habitación (suites de lujo o habitaciones normales). En recepción se visualiza el estado de la ventana para solucionar posibles reclamaciones del cliente sobre el sistema de climatización.

Cuando el cliente abandona, la habitación la climatización pasa a modo *stand-by*. El gestor del hotel puede configurar la temperatura del modo *stand-by*, de manera que cuando el cliente abandone la habitación disminuya el consumo, pero cuando vuelva no se encuentre la habitación a 40 grados. En el momento en que se produce el *check out* y que el cliente abandona el hotel, se pasa del modo *stand-by* al paro total de la habitación. Cuando la habitación se da de alta, se pasa del paro de climatización al modo *stand-by* para que el nuevo cliente no encuentre su habitación a 40 grados.

Las horas de funcionamiento de los *fan-coils* se contabilizan de manera que cuando sea necesario cambiar el filtro, se genere un listado de mantenimiento en recepción o en el centro de control de mantenimiento. 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.

9.3.2.4. Control de la iluminación

Cuando el cliente entra en la habitación, se debe encender una luz de bienvenida. El objeto de esta luz reside en que el cliente no entre en la habitación a

oscuras, pueda ver parte de la habitación y distinguir el casillero donde tiene que introducir la tarjeta. Esta luz se apaga pasado un tiempo configurado. Normalmente la luz del cuarto de baño se controla a partir de un detector de presencia. Este control tiene por objeto dos finalidades: el ahorro de energía, evitando que se olvide la luz encendida y la sensación de confort que se transmite al cliente.

En caso de suites se pueden realizar regulaciones de luminarias y creación de escenas, predefinidas en pulsadores especiales.

9.3.2.5. Control de toldos y persianas

La integración de persianas y toldos en el sistema de control, tiene por objeto mejorar el confort del cliente, ahorrar energía y alargar la vida útil de los toldos.

En verano persianas y toldos, se bajan por el día si la temperatura exterior es mayor que la de *stand-by* y el cliente ha abandonado la habitación. De este modo se protege a la habitación del sol y se disminuyen las necesidades de climatización del hotel. Cuando una habitación no está dada de alta se mantienen las persianas bajadas y cuando se da de alta las persianas suben automáticamente para recibir al cliente, sin que el personal del hotel tenga que preparar la habitación. El sistema debe tener la capacidad, de que este tipo de opciones sean configurables por el gestor del hotel, para poder así, depurar el funcionamiento del sistema en la vida diaria del hotel.

La lluvia y el viento son registrados por distintos sensores, de manera que, los toldos se recogen en caso de que llueva para que no se pudran o en caso de que el viento sea excesivo para que no se rompan.

Cuando el cliente pide un servicio de despertador es posible levantar las persianas y poner música en la televisión, de manera que el despertar se produzca de un modo más agradable, evitando el molesto timbre del teléfono. Cinco minutos después de levantar las persianas y una vez despierto el cliente, recepción procede a darle los buenos días por teléfono. Esta función da una gran sensación de confort y satisfacción al cliente por el servicio recibido.

9.3.2.6. Control de la televisión

La integración de la televisión en el sistema de control, permite utilizarla como sistema de comunicación entre el cliente y el hotel. Controlar la televisión permite asignar diferentes privilegios, según el usuario que haya entrado en la habitación (limpieza, mantenimiento, cliente o hijo de cliente), limitar el volumen por la noche para evitar reclamaciones y utilizarla a modo de despertador.

Al entrar por primera vez el televisor muestra un mensaje de bienvenida personalizado. Es posible enviar mensajes al televisor para informar al cliente de los avisos familiares dejados en recepción, eventos del hotel, alarmas o menús del día. Es muy importante que este tipo de funciones estén integradas con el control de acceso, para que la televisión muestre el mensaje cuando el cliente se encuentre en la habitación. Si el sistema no está integrado, la televisión se quedará encendida hasta que el cliente vuelva a la habitación o no se le informará del mensaje hasta que no encienda la televisión.

Este sistema también debe gestionar los posibles canales de pago para que el cliente directamente desde el televisor, pueda gestionar la compra de canales y películas. Este sistema automático libera de trabajo a recepción y da mayor privacidad al cliente.

9.3.2.7. Sistema de seguridad

Se introduce un sistema de alarma silenciosa en cada habitación, aprovechando los sensores de movimiento instalados para el sistema de climatización y de iluminación. De este modo cuando el cliente abandone su habitación, el hotel estará vigilando sus bienes aunque él no lo sepa. Además se puede conectar un sensor que permita detectar si el servicio de limpieza abre el armario de la habitación. En este caso se activa una alarma en recepción indicando la persona que ha abierto el armario. Con estas dos alarmas y con el registro de los accesos producidos por el servicio de limpieza y mantenimiento, se evitan gran parte de los problemas de seguridad de un hotel.

9.3.2.8. Sistemas de alarmas

- ✿ *Suministro eléctrico:* en caso de fallo eléctrico en la habitación, inmediatamente se activa una alarma en recepción. Esta alarma tiene por objeto que el fallo eléctrico sea atendido rápidamente, sin esperar a que el cliente llame por teléfono o incluso antes de que se entere.
- ✿ *Alarma de inundación:* en el cuarto 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 muchos hoteles de remodelar una planta entera por inundación.
- ✿ *Alarma médica:* la incorporación de un mecanismo tirador en el baño y de pulsadores en la cabecera de la cama, permite generar en recepción una alarma médica que será tratada rápidamente por el personal de recepción del hotel. Este tipo de alarma es obligatoria en determinadas comunidades autónomas.

9.3.2.9. Control de consumos

En muchos apartahoteles y en ciertos hoteles es necesario controlar el gasto de agua, electricidad y climatización de los apartamentos. En el caso de los apartahoteles se utiliza para cobrar directamente el consumo y en el caso de hoteles para penalizar consumos excesivos debido a prácticas abusivas, por ejemplo planchar trajes con el vapor de la bañera.

La medición de consumos de agua cuando la habitación se encuentra desocupada, permite detectar fugas de agua, averías en cisternas o grifos mal cerrados. Este punto además de ahorrar dinero aporta un comportamiento ecológicamente responsable al hotel.

9.4. Guía de implantación de un sistema inmótico en hoteles

Este apartado tiene por objeto realizar una breve guía de implantación de un Sistema Inmótico en hoteles. 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.

9.4.1. Definición de las necesidades

- ✿ **Caracterización del hotel:** para implantar un Sistema Inmótico que sea eficiente, es necesario definir claramente tanto las características del hotel como su modo de funcionamiento final. A partir de esta información se deducen las necesidades de control que tendrá el hotel. Por ejemplo no tienen las mismas necesidades de control un hotel de lujo que un hotel de promociones, un hotel de montaña que un hotel de playa, un hotel pequeño que un *resort*, un hotel del norte que un hotel del sur, un hotel privado que de cadena hotelera, etc.
- ✿ **Realización del planteamiento funcional:** a partir de la caracterización del hotel 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.

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.

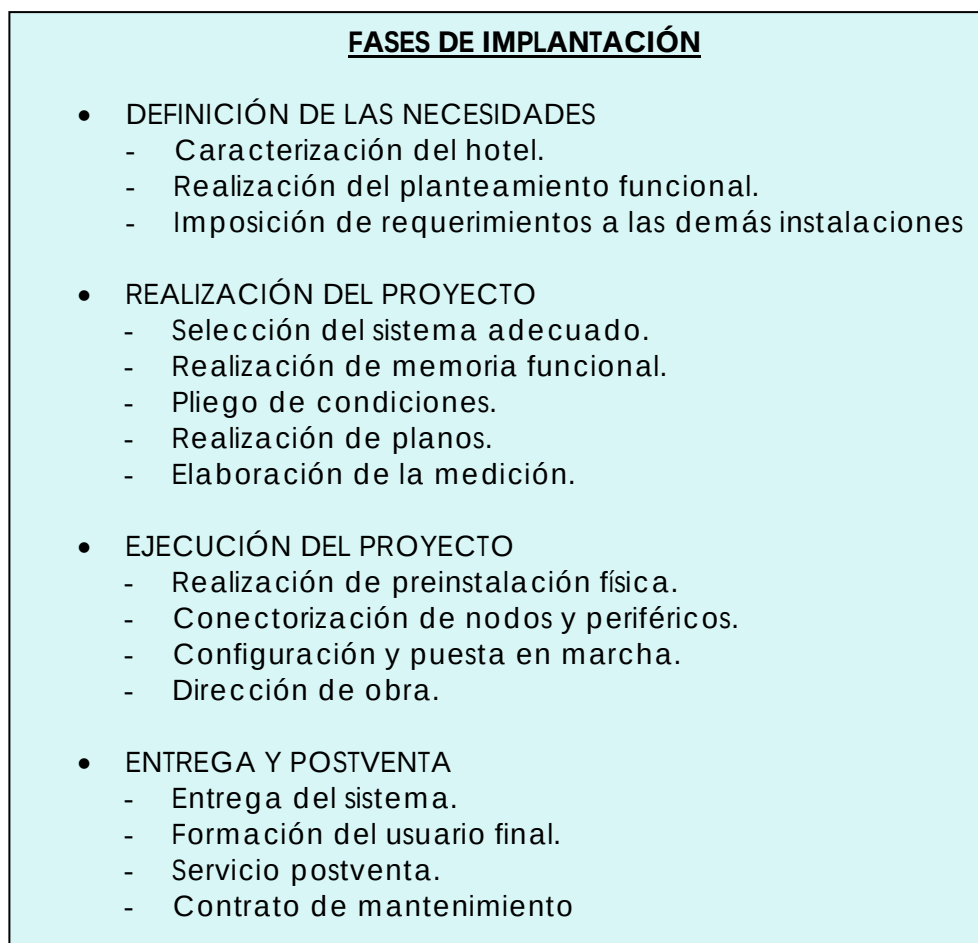


Figura 4. Fases de implantación de un Sistema Inmótico.

9.4.2. Realización del proyecto

- ✿ **Selección del sistema adecuado:** la primera tarea es seleccionar el tipo de sistema a instalar.
- ✿ **Realización de la memoria funcional:** la memoria funcional debe ser una descripción de los requerimientos funcionales del hotel 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:* 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 del hotel.
- *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.

9.4.3. 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.

9.4.4. 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 hotel. 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 hotel se debe firmar un contrato de mantenimiento, que planifique las revisiones del sistema para garantizar su funcionamiento.

9.5. Ejemplos de sistemas inmóticos para hoteles

9.5.1. El sistema inmótico de la empresa ISDE

ISDE es un fabricante nacional 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 y cuenta con una red internacional de distribuidores e instaladores oficiales.

Para ISDE, el fundamento básico más importante del Sistema Inmótico reside en que debe ser abierto y normalizado de acuerdo a las normas europeas EN. 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 el hotelero 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 hotel se quedará sin repuestos y deberá cambiar toda la instalación de control. Se debe 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 en 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, sistemas de iluminación DALI, ascensores

Schlinder, sistemas CCTV, sistemas CONTACT ID de seguridad con *Tecniserv*, así como sistemas de gestión de hoteles como Fidelio, Millenium o SIME.

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 hoteles de lujo de 500 habitaciones, como pequeños hoteles de 25 habitaciones. 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 Inmótico fabricado por ISDE se basa en los conceptos explicados anteriormente, 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, que debe suministrar un protocolo y un puerto de comunicaciones para integrarse en el sistema de control.

9.5.1.1. Building Management System (BMS)

Los productos fabricados ISDE para el control integral de hoteles son los que se describen a continuación.

9.5.1.1.1. 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



Figura 5. Esquema del subsistema BMS aplicado por la empresa ISDE.

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 del hotel.

9.5.1.1.2. Nodo 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. Las funciones más comunes del nodo son:

- ✿ **Iluminación de salas:** es capaz de regular la iluminación de tres circuitos con un sensor de luminosidad, tres pulsadores y dos sensores de movimiento. El funcionamiento autónomo de la sala permite el funcionamiento normal de la misma aunque exista un fallo de red
- ✿ **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.

9.5.1.1.3. Nodo 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.

9.5.1.1.4. Nodo de control IG-FTT-232

El nodo de control 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 del hotel no sea de 24 horas.

9.5.1.1.5. 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.

9.5.1.1.6. 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, CO₂, 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.

9.5.1.1.7. Nodo IWLON-350

El nodo IWLON-350 es un nodo de control *Lonworks* destinado 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 del hotel acceda a ciertos servicios del BMS desde el exterior. Además el IWLON-350 es utilizado para enviar informes periódicos por *mail* al gestor del hotel 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.).

9.5.1.2. Room Management System (RMS)

9.5.1.2.1. Nodo de control INS-551F

El nodo INS-551F es un nodo de control *Lonworks* específico para el control de habitaciones de hotel. En un único nodo se integran todos los servicios básicos de una habitación de hotel: control de accesos (tarjeta magnética o de proximidad), control de presencia, control de climatización (por sistema de *fancoils*) con termostato y contacto magnético en ventanas, alarma de agua, luz de bienvenida, corte de servicios y alarma médica. Estos servicios son configurables en función de los requisitos del hotel. La filosofía del nodo es que las funciones básicas de cada habitación funcionen de manera autónoma a la red común del hotel. Este funcionamiento permite optimizar el tráfico de red y evitar averías múltiples en caso de fallo de red. El cliente no sufre molestia alguna en caso de fallo de red.

9.5.1.2.2. Nodo de control INP-120F

El nodo INS-120F es un nodo de control *Lonworks* 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.

9.5.1.2.3. 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 al INS-551F en funciones como el control de persianas, control de iluminación, corte de suministro de agua, etc.

9.5.1.2.4. Nodo de control INS-700F

El nodo INS-700F es un nodo de control *Lonworks* para el control de la televisión. La integración de la televisión en el sistema de control, permite utilizarla como sistema de comunicación entre el cliente y el hotel. Permite el control nocturno de volumen, la diferenciación de usuarios, mensajes de bienvenida, de eventos o de alarmas, así como la gestión de la televisión de pago.

9.5.1.2.5. 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 la habitación. Son teclados que se suelen utilizar para dar estética a la habitación y para mostrar al cliente el grado tecnológico del hotel. Según la configuración que se elija, poseen una pantalla para fijar temperatura y varias teclas para controlar iluminación y persianas.



Figura 6. Esquema del subsistema RMS aplicado por la empresa ISDE.

9.5.1.3. Infraestructura del sistema de control

9.5.1.3.1. 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 hotel para dar mayor robustez al sistema, facilitando el mantenimiento y reparación de averías. Ningún problema físico podrá afectar a varias plantas a la vez.

9.5.1.3.2. 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.

9.5.1.3.3. 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.

9.5.2. El sistema inmótico de la empresa Wintel Telegestión

El sistema diseñado y desarrollado por WINTEL TELEGESTION permite, mediante un puesto de trabajo (PC) dispuesto en recepción, centralizar la supervisión y el control de todas las habitaciones del hotel, con importantes beneficios en términos de confort del cliente, optimización de la gestión energética y mejor uso de los recursos humanos.

WINTEL utiliza la tecnología *embedded* para diseñar sus dispositivos. Se trata de una tecnología de última generación, que ofrece altas prestaciones, versatilidad, seguridad y reducción de costes. Los sistemas *embedded* son ordenadores específicos de pequeñas dimensiones y costes reducidos, pero con la potencia de un ordenador de sobremesa, y lo más importante, dispone de un sistema operativo como Linux, que permite utilizar herramientas y mecanismos de alto nivel. En resumen, para programar un ordenador *embedded* se necesitan las mismas herramientas que para programar un ordenador de sobremesa.

El sistema K2Hotel es, por lo tanto, un sistema basado en tecnología *embedded* para el control de habitaciones de hotel. Cada uno de los módulos *embedded* del sistema permite gestionar una habitación.

Las entradas que acepta son:

- ✿ Una entrada digital proveniente de un lector de tarjetas para saber si hay alguien dentro de la habitación.
- ✿ Otra entrada digital proveniente de un sensor colocado en las ventanas para saber si hay alguna abierta.
- ✿ Una entrada analógica conectada a un sensor de temperatura de tipo PT100 que permite monitorizar la temperatura de la habitación.

Además, puede actuar sobre dos elementos digitales:

- ✿ Habilitación/inhabilitación del *fancoil*.
- ✿ Habilitación/inhabilitación del servicio en la habitación, entendiendo por servicio el suministro de agua y electricidad.

Estas dos salidas están pensadas para optimizar el consumo energético de las habitaciones al permitir, por una parte, mantener unas temperaturas, tanto de confort como de mantenimiento, dentro de unos rangos aceptables, y, por la otra, evitar olvidos que pueden provocar que se queden servicios encendidos (como, por ejemplo, las luces) cuando no hay nadie dentro de la habitación.

También se realiza un ahorro energético no permitiendo que el *fancoil* funcione mientras alguna de las ventanas de la habitación esté abierta. Para obtener todavía más ahorro, tanto la activación como la desactivación de la climatización en función de la ventana se realizan teniendo en cuenta un tiempo de histéresis. De este modo se evitan cambios de muy poca duración que podrían ser contraproducentes.

Los servicios de la habitación se habilitan e inhabilitan en función del estado del lector de tarjetas. Si hay una tarjeta insertada, inmediatamente se habilitan los servicios para garantizar el confort de los clientes. Al sacar la tarjeta se cierra la salida de los servicios, pero no al momento, sino tras un tiempo de espera (configurable desde la interfaz gráfica) para garantizar que se podrá salir de forma segura de la habitación incluso en el poco probable caso que el lector de tarjetas esté alejado de la puerta.

Esta funcionalidad tiene un carácter opcional, por lo que es posible realizar la instalación de los módulos en habitaciones que no tengan un lector de tarjetas disponible.

La Fig. 7 muestra de forma resumida las diferentes pantallas de control que puede realizar el *Software* modular K2Hotel.



Figura 7. Pantalla del software del sistema K2 Hotel.

9.5.2.1. Arquitectura del sistema

Este sistema se compone de tres elementos principales:

- ❁ Módulos *embedded* K2Hotel: encargados de la monitorización y el control de cada una de las habitaciones. Los módulos *embedded* pueden controlar más de una habitación mediante las extensiones K2Hotel, que permiten controlar una habitación y se conectan mediante un bus RS-485.
- ❁ Un ordenador central con la interfaz gráfica: permite visualizar el estado de cada una de las habitaciones y cambiar los parámetros de trabajo de los diferentes módulos (habilitación / inhabilitación de sistemas, consignas de temperatura, etc.) o recibir y almacenar datos históricos.

- Una red *Ethernet*: el medio por el que se comunican los módulos y el ordenador central.

Los módulos *embedded* son los elementos críticos de la arquitectura, ya que son los que realmente gestionan las habitaciones del hotel.

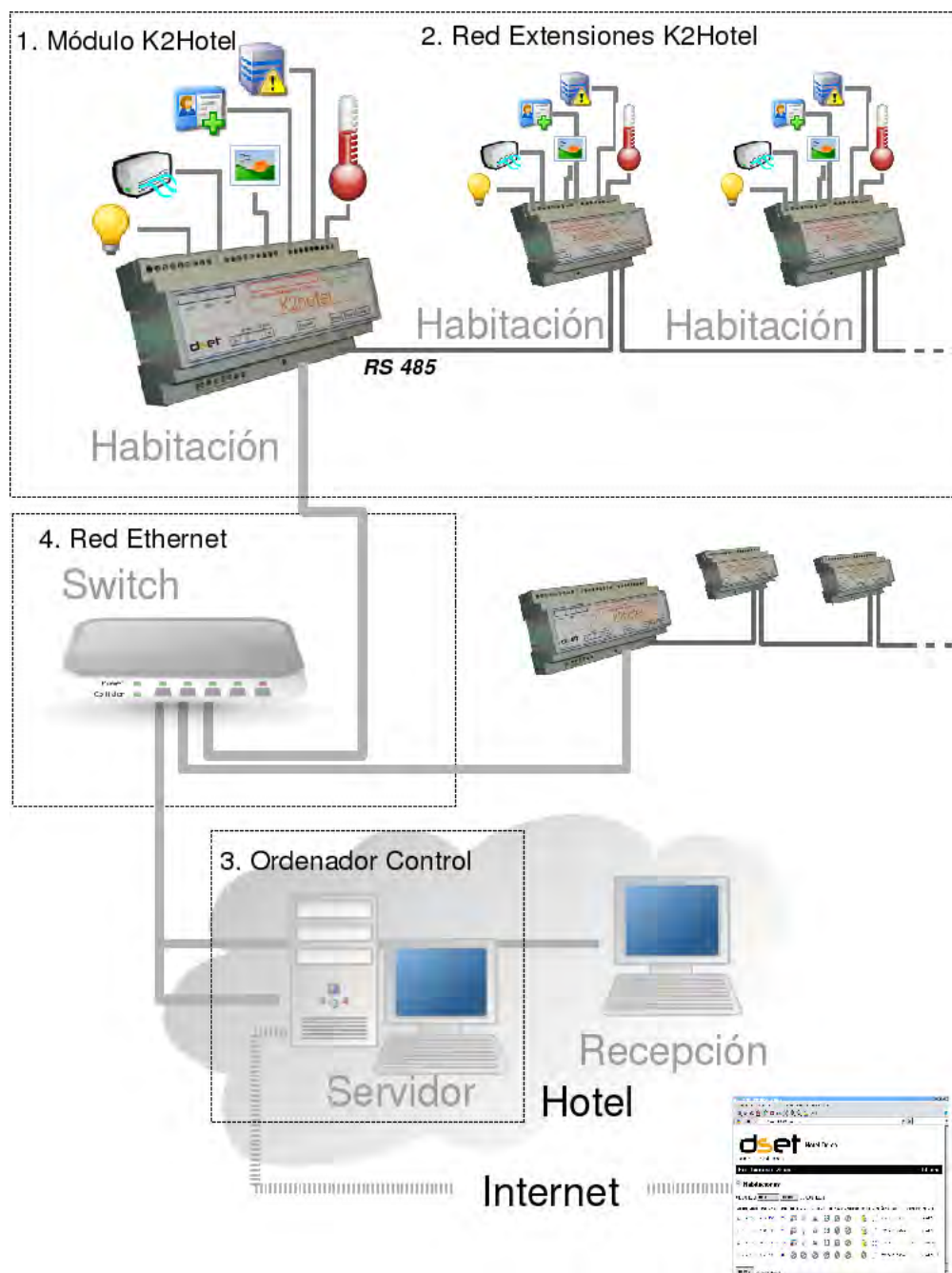


Figura 8. Arquitectura del sistema K2 Hotel.

9.5.3. El sistema inmótico de la empresa Schneider Electric

Schneider Electric, empresa de distribución eléctrica y automatización industrial, mediante la empresa escandinava TAC, líder en *Building Automation*, ofrece diferentes soluciones al sector hotelero.

Los sistemas de control de TAC posibilitan la interoperabilidad total de los distintos subsistemas (HVAC, iluminación, detección automática de incendios, distribución eléctrica, CCTV y control de accesos, etc.), con independencia de la procedencia de sus componentes y, además, ofrecen flexibilidad a futuras ampliaciones. Facilitan la integración, pues están basados en arquitecturas estándar *LonWorks* huyendo así de sistemas propietarios y centralizados.

Para afrontar con éxito la automatización de un hotel, TAC adopta la siguiente filosofía estableciendo un SGT (Sistema de Gestión Técnica del Edificio).

El SGT:

- ✿ Es una herramienta formada por un conjunto de elementos conectados entre sí.
- ✿ Capta las constantes vitales de la instalación.
- ✿ Analiza los datos obtenidos.
- ✿ Toma decisiones para llegar a una situación de seguridad, ahorro energético, confort.
- ✿ Facilita todas las variables informativas que facilitan el trabajo de explotación del edificio y su mantenimiento.

Todo esto es necesario para:

- ✿ Responder a las necesidades básicas que se derivan del uso del edificio.

- ✿ Aumentar la sensación de seguridad y confort.
- ✿ Reducir los tiempos de arranque y parada.
- ✿ Conseguir los ajustes precisos en la regulación de las instalaciones en el menor tiempo.
- ✿ Que el personal de mantenimiento pueda prever actuaciones sobre las instalaciones y evitar fallos.
- ✿ Crear ahorro y disminuir costes de explotación.

TAC/Schneider Electric dispone de la tecnología que permite controlar y supervisar los siguientes subsistemas, que forman parte del SGT:

- ✿ Sistema de Detección Automática de Incendios.
- ✿ Sistema de Control de Accesos.
- ✿ Sistema de CCTV.
- ✿ Sistema de Detección de CO en Garajes.
- ✿ Sistemas de Control de Clima.
- ✿ Sistemas de Control de Iluminación

El SGT permite:

- ✿ Registro de datos.
- ✿ Gestión de alarmas.
- ✿ La generación de informes.

9.5.3.1. Control de climatización

A través del Control de Climatización, se consigue mantener los parámetros de temperatura, humedad y calidad del aire dentro de los márgenes adecuados para satisfacer las necesidades de los usuarios según las diferentes actividades que se llevan a cabo en el edificio.

TAC dispone de una amplia gama de productos de control, que cubren la actuación sobre parámetros de temperatura, humedad, velocidad de impulsión, etc.

HVAC es más que controlar Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado:

- ✿ Crea un entorno interior óptimo para mejorar la calidad de vida de las personas que viven y trabajan en el edificio.
- ✿ Posibilita el funcionamiento eficaz del edificio, contribuyendo al ahorro energético y bienestar medioambiental.
- ✿ Mantiene el valor del edificio durante su ciclo de vida aportando ventajas al propietario.



Figura 9. Controladores TAC, con sus módulos de ampliación y de comunicación.

Para todo ello es necesario contar con:

- ✿ Una familia de controladores de zona parametrizables, preconfigurados y programables, con posibilidad de ampliación. Además, una amplia gama de elementos de comunicación para ofrecer la solución más adecuada a sus necesidades.
- ✿ Una amplia gama de sensores que miden los parámetros a controlar para conseguir el más alto grado de confort.
- ✿ Válvulas y actuadores para distintas aplicaciones según las necesidades de la instalación.

9.5.3.2. Control de iluminación

Es imprescindible controlar y gestionar el grado de iluminación de una estancia, para conseguir el máximo grado de confort. A través del Control de Iluminación, se consigue adecuar el nivel de luminosidad a las necesidades de los usuarios.

A través del Control de Iluminación se consigue optimizar el control del alumbrado para ofrecer:

- ✿ Flexibilidad.
- ✿ Confort del usuario.
- ✿ Ahorro energético.
- ✿ Integración del sistema de control de un edificio (avanzado).

El Sistema de Control de Iluminación, debe estar adaptado y ser aplicable a las dos principales arquitecturas y estrategias de iluminación:

- ✿ Alto nivel de iluminación ambiente, aproximadamente 600 lux, en iluminación no individual.

- ✿ Bajo nivel de iluminación ambiente, aproximadamente 250 lux, en iluminación individual de despacho.

Todo ello gracias a las funciones avanzadas que ofrece TAC para el Control de Iluminación:

- ✿ Interruptor general manual ON/OFF.
- ✿ Interruptor general.
- ✿ Fácil estructuración y configuración iniciales.
- ✿ Mínimos costes de operación.
- ✿ Fácil adaptación a espacios abiertos y a espacios compartimentados.
- ✿ Fácil ahorro energético (sensores de luz natural, programadores horarios).
- ✿ Confort del usuario (control de luz natural, escenarios, control remoto).
- ✿ Sistema basado en LON para control del edificio.

Para todo ello, la tecnología actual nos ofrece una gama completa de:

- ✿ Mecanismos basados en tecnología LON, de hasta cuatro pulsadores y posibilidad de control remoto por IR. Los objetos a controlar se muestran mediante iconos representativos.
- ✿ Unidades de detección de movimiento e indicación de presencia, así como del nivel de iluminación según el grado de iluminación según el grado de luminosidad natural.
- ✿ Dispositivos parametrizables para el control y regulación de todo tipo de cargas. Tecnología de corte y apertura “*zero crossing*” para una mayor duración de los dispositivos.
- ✿ Relés, para cualquier tipo de aplicación de conmutación de alimentación.
- ✿ *Dimmers*, que nos facilitan la memoria de escenas integrada y el tiempo de atenuación ajustable entre escenas, así como cambios suaves en los niveles de iluminación.
- ✿ Fuentes de alimentación.



Figura 10. Mecanismos.

9.5.3.3. Detección automática de incendios

Los incendios suponen una de las mayores amenazas para los ocupantes y los bienes de un edificio. Normalmente se traducen en grandes pérdidas materiales, aunque sin duda, el peor de sus efectos es la pérdida de vidas humanas.

Para enfrentarnos a este riesgo debemos contar con tecnologías avanzadas, que nos permitan la detección del incendio en su fase más incipiente, para minimizar las pérdidas.



Figura 11. Central de Detección Automática de Incendios, FX.

La posibilidad de gestionar el Sistema de Detección de Incendios junto al resto de sistemas de control del edificio, se traduce en un sistema de seguridad integral y permite la supervisión centralizada de toda la información, optimizando el tiempo de reacción frente a procedimientos de emergencia.

Sabemos que no existe el confort sin seguridad, y que el confort sin seguridad no tiene sentido.

El reto es conseguir altos niveles de seguridad mediante la integración de los diferentes subsistemas al control centralizado del edificio, sumando control y seguridad para conseguir el mayor grado de confort.

La solución nos debe permitir controlar la detección de incendios desde el mismo *software* en el que se supervisan el resto de instalaciones.

Desde el proyecto de Detección de Incendios hasta su puesta en marcha, debemos contar con expertos que nos aporten la solución que se adapte a las necesidades de nuestra instalación.

Empresas como TAC ponen a disposición de sus clientes la estructura de una empresa líder en la automatización de edificios, así como el *know-how* y experiencia contrastada.

Esto nos proporciona:

- ✿ Disminución del tiempo de programación del sistema y formación de los usuarios.
- ✿ Optimización de costes en *software* y *hardware* de control. Un solo *software*, una única licencia, un solo PC.
- ✿ Optimización en recursos de instalación. Menos cableado y módulos de control.
- ✿ Ahorro en recursos de mantenimiento.

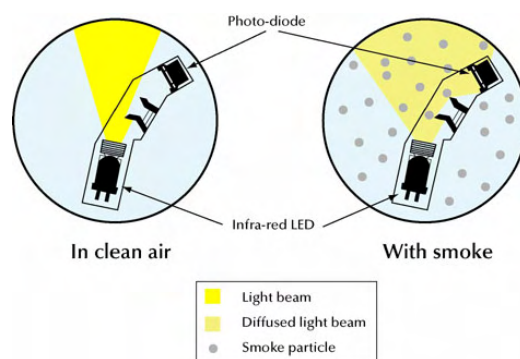


Figura12. Principio de funcionamiento de un detector óptico de humos.



Figura 13 y Figura 14. Detectores de humos.

Las Centrales de Detección de Incendios analógicas, nos permiten crear una red de hasta 128 centrales con 521 detectores/pulsadores por panel. Estos sistemas están diseñados para ofrecer la máxima flexibilidad en la instalación y la máxima facilidad en la programación y puesta en servicio.

La gama de detección analógica cuenta con la última tecnología del mercado y los más altos niveles de calidad. Detectores de humo, de temperatura, de llama, multicriterio, etc., que permiten conectar a un detector una base con sirena incorporada e incluso un indicador luminoso.

Existen dos tipos de pulsadores analógicos: con rotura de cristal y rearmables, que pueden ser usados como iniciadores de una alarma de incendios o como confirmación de la alarma.

El lazo analógico, permite conectar hasta 128 módulos que pueden ser: módulos monitores, módulos controladores, módulos de control de sirenas

supervisados, módulos de zona convencional e incluso módulos de maniobras de 3 entradas y 3 salidas. Además están disponibles en versión carril DIN o minimódulo.



Figura 15. Pulsador de alarma de incendios.

9.5.3.4. Circuito cerrado de televisión – CCTV

Los sistemas de seguridad dentro del edificio juegan un papel vital en el concepto de control del edificio. En el mercado podemos encontrar productos que nos permitan aumentar la interoperabilidad entre los sistemas de seguridad y el resto de subsistemas del edificio.

Los Sistemas de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), son capaces de comprimir y digitalizar video sin perder calidad, así como visualizar y grabar imágenes captadas por las cámaras en tiempo real.

Este sistema soporta cualquier tipo de cámara desde las cámaras IP hasta las cámaras analógicas, pasando por las cámaras motorizadas, permitiendo su gestión y visualización remota.

La posibilidad de grabar con sistemas IP y con sistemas analógicos, permite al usuario orientado a un futuro, en el que las cámaras IP adquieren cada vez más protagonismo.

La flexibilidad de las soluciones de CCTV que el mercado nos ofrece, permite que el sistema se adapte a las necesidades de una instalación, así como a su evolución temporal. Esto es debido a su capacidad en aumentar el número de

cámaras, la cantidad de memoria, así como el número de imágenes por segundo que posee. Actualmente, hay equipos que nos pueden proporcionar hasta 25 imágenes por segundo en cada cámara, independientemente del número de cámaras conectadas al video grabador digital.

Debido a las exigencias y necesidades de las instalaciones de seguridad, proponemos el uso de tecnologías de gestión inteligente de video que simplifican las tareas de vigilancia.



Figura 16. Vídeo Grabador Digital.

Los video-grabadores digitales disponen de memoria de grabación de hasta 14 TB, y son capaces de gestionar las imágenes captadas hasta por 640 cámaras, en un sistema de grabación distribuido.

9.5.3.5. Control de accesos

El Control de Accesos contempla actualmente el uso de modernos sistemas electrónicos y digitalizados para el control de acceso de personas, vehículos, vigilantes, barreras, etc.

Permite a los encargados de seguridad poder controlar, permitiendo y/o denegando el acceso, a cada una de las personas que acceden a una instalación, mejorando de esta forma la seguridad de las áreas a proteger.

Permite a los encargados de personal, de mantenimiento o de riesgos laborales, conocer en todo momento dónde está cada uno de los usuarios de la instalación, dando la posibilidad a dichos encargados de determinar, en caso de accidente, evacuaciones de emergencia, quién estaba en la zona a evacuar, en caso de un incidente grave.

Estos sistemas proporcionan una solución completa para el control de accesos, gestión de alarmas, detección de intrusos y control de los ascensores, entre otras aplicaciones. Todas estas aplicaciones son posibles mediante el uso de un *software* de gestión y configuración muy completo, que permite crear gráficos de gestión de las instalaciones.

Se podrán utilizar pasarelas *Ethernet*, que nos permitirán además, la creación de una página *web* dedicada a la supervisión de una instalación completa de Control de Accesos, elementos basados en LON o *Modbus*.

Los Controladores de Red, nos permiten la gestión y configuración de los módulos de campo. Pueden gestionar hasta 25 nodos.

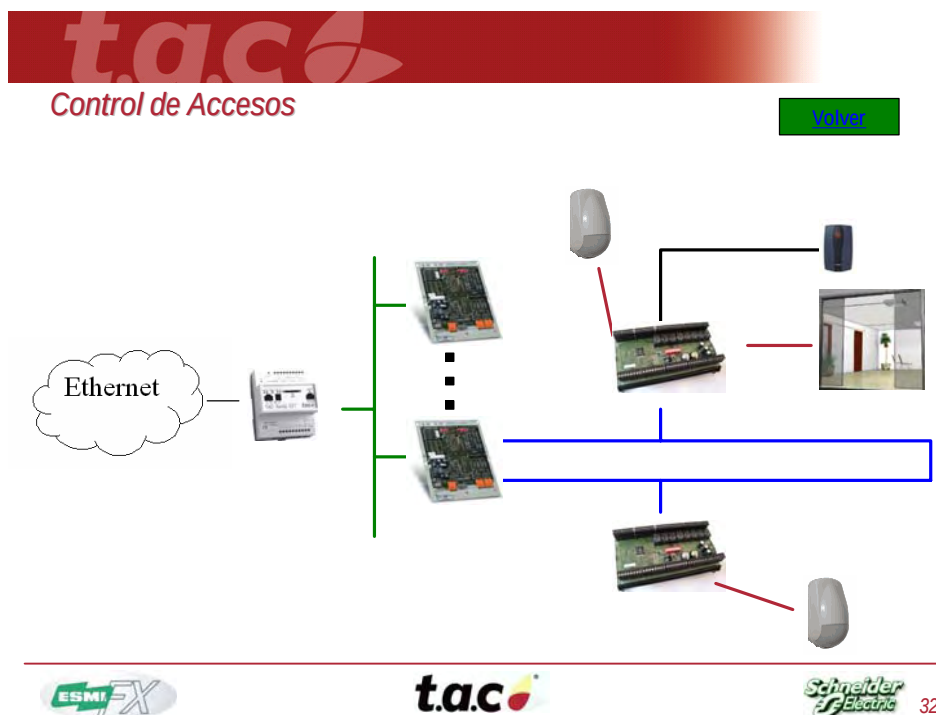


Figura 17. Arquitectura de un Sistema de Control de Accesos.

En el lazo, formado a partir del Controlador de Red, se pueden situar:

- ✿ Controladores de Puertas, que permiten el control de cuatro puertas, cuatro lectores, doce entradas digitales supervisadas y ocho salidas digitales.
- ✿ Módulos de campo, que permiten doce entradas digitales supervisadas y ocho salidas digitales.
- ✿ Módulos de campo, que permiten doce entradas digitales supervisadas.

9.5.3.6. Sistema de gestión técnica

Hoy en día y debido a los avances tecnológicos, la mayoría de los edificios no residenciales, disponen de algún sistema de supervisión y control.

Tradicionalmente, en estos edificios se han hecho coexistir distintos sistemas (HVAC, Iluminación, CCTV, Detección Automática de Incendios, Control de Accesos, Distribución Eléctrica, etc.) de manera independiente, con su propia red de dispositivos, protocolos, arquitecturas de comunicación, etc., sin ninguna posibilidad de interconexión entre ellos. Todo esto bajo reglas y modos de funcionamiento de sistemas propietarios, con los cuales, toda modificación o ampliación debe ser realizada por los implementadores del sistema.



Figura 18. Interoperabilidad.

La coexistencia de tantos sistemas no nos garantiza el óptimo funcionamiento del edificio y con ello se nos plantean dudas sobre la necesidad de tantas redes y tantos protocolos propietarios.

Todas estas inquietudes desaparecen con la utilización de un único estándar o protocolo abierto. Por definición propia, los sistemas de Gestión Técnica Centralizada integran las diferentes instalaciones presentes en los edificios en un único sistema. El objetivo es permitir la automatización, supervisión y control de cada una de dichas instalaciones, posibilitando su interoperabilidad y el intercambio de información necesaria mediante un protocolo de comunicación abierto. Este protocolo permitirá que todos los sistemas estén interconexionados, asegurando una transmisión de datos fiable y, por tanto, podamos optimizar y rentabilizar nuestras aplicaciones.



Figura 19. Conectividad.

Las redes *LonWorks* son reconocidas mundialmente como un estándar de comunicación en el control y la automatización del edificio. La razón para ello es que es posible construir sistemas abiertos y flexibles en instalaciones complejas que pueden comunicarse e intercambiar información entre productos de más de 4.500

fabricantes mediante variables y funciones estandarizadas. Además *LonWorks* es independiente del medio físico.

La finalidad de empresas como TAC/Schneider Electric no es otra que optimizar los recursos del edificio a través de sistemas abiertos, aportando confort, bienestar y seguridad a los usuarios, así como la de disponer de una mejor gestión de la instalaciones y la de desarrollar el mantenimiento correctivo idóneo para cubrir las necesidades de un edificio, que alberga en su interior, una instalación hotelera.