

Cursos de Formación de Formadores “Gestión Energética Municipal”

Ahorro y Eficiencia Energética

Ponencia Nº 7

Madrid, 11 y 12 de enero de 2006

Carolina Casares Martín
Dpto. Energía, Medio Ambiente y Transporte
Responsable de Proyectos

BESEL, S.A.



1

Índice

Eficiencia Energética

1. **Introducción**
2. **Alumbrado Exterior**
3. **Bombeos**
4. **Edificios**
 - 4.1. **Edificación**
 - 4.2. **Calefacción**
 - 4.3. **Climatización**
 - 4.4. **A.C.S.**
 - 4.5. **Instalaciones de iluminación interior**



2

Introducción

- **BUENAS PRÁCTICAS**

- Inversión baja, sin reducir confort.
- Cambios en el comportamiento.

- **MEJORAS DE CARÁCTER ENERGÉTICO**

- Inversión media – alta.
- La implantación de la mejora puede suponer innovación tecnológica

Introducción

- **MEJORAS DE CARÁCTER ENERGÉTICO**

- **Sustitución de equipos**
- **Regulación de funcionamiento**
- **Mejoras en suministros energéticos**
- **Aprovechamiento y/o sustitución de fuentes energéticas**

Índice

1. **Introducción**
2. **Alumbrado Exterior**
3. **Bombes**
4. **Edificios**
 - 4.1. **Edificación**
 - 4.2. **Calefacción**
 - 4.3. **Climatización**
 - 4.4. **A.C.S.**
 - 4.5. **Instalaciones de iluminación interior**

Eficiencia Energética

1. Alumbrado Exterior

CARACTERIZACIÓN DEL PARQUE DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR EN ESPAÑA

- El 26% luminarias → rendimiento inferior al 60%
- **Tipos** de lámparas más empleadas
 - El 71% de las lámparas → sodio alta presión
 - El 23 % de las lámparas → vapor de mercurio
 - El 6% de las lámparas → otros tipos
- **Potencias** más usuales
 - Sodio alta presión → 150 W
 - Vapor de mercurio → 125 y 250 W

1. Alumbrado Exterior

CARACTERIZACIÓN DEL PARQUE DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR EN ESPAÑA

- **Sistemas de control**
 - El 52% de la potencia instalada → célula fotoeléctrica
 - El 43 % de la potencia instalada → reloj astronómico
 - El 5% de la potencia instalada → sistemas de control centralizado
- **Sistemas de ahorro energético**
 - El 27 % de la potencia instalada → regulación del flujo luminoso
 - El 73% restante → no dispone de este sistema

1. Alumbrado Exterior

OBJETIVOS DE LA OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA

- **Mayor eficiencia energética**
- **Reducción de emisiones de CO₂**
- **Reducción del resplandor luminosos nocturno (contaminación lumínica)**
- **Crear un ambiente visual nocturno agradable y uniforme**
- **Reducción del riesgo de accidentes**
- **Mejorar la fluidez de la circulación**
- **Mejorar la visibilidad de los peatones**
- **Mejorar la seguridad ciudadana**

1. Alumbrado Exterior

MEDIDAS TÉCNICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

- Sustitución de lámparas de **vapor de sodio** y equipo auxiliar a lámparas de **vapor de mercurio** y equipo auxiliar
- Sustitución de **luminarias** por otras con **mayor rendimiento** y **lámpara de menor potencia**.
- Instalación de sistemas de **regulación del nivel luminoso**.
- Instalación de **reloj astronómico programable** en cada cuadro de alumbrado.
- Sustitución de **semáforos** que utilicen tecnología convencional por otros que utilicen **tecnología LED**.

1. Alumbrado Exterior

SELECCIÓN DEL TIPO DE LÁMPARA

OBJETIVOS

- Mejorar la calidad de luz.
- Mejorar la uniformidad.
- Reducir el consumo energético.
- Reducir la potencia instalada.
- Reducir la contaminación lumínica.

TIPOS

- Incandescentes (convencionales y halógenas)
- Fluorescentes (tubulares y compactas)
- VMAP
- Halogenuros metálicos
- VSAP
- Inducción.

1. Alumbrado Exterior

SELECCIÓN DEL TIPO DE LUMINARIA

Clasificación en función de sus aplicaciones

- ◆ Luminarias para alumbrados comerciales y techos integrados
- ◆ Luminarias para alumbrado industrial
- ◆ Luminarias para alumbrado deportivo y de grandes áreas
- ◆ Luminarias para alumbrado viario
- ◆ Luminarias para alumbrado de oficinas
- ◆ Luminarias para alumbrado de acentuación y decorativo

Clasificación en función del control del flujo luminoso

- ◆ Reflectores
- ◆ Difusores
- ◆ Refractores
- ◆ Dispositivos de apantallamiento y filtros

1. Alumbrado Exterior

SELECCIÓN DEL TIPO DE LUMINARIA

Evolución Tecnológica

- Mejora en el diseño de sistemas ópticos, con factores de utilización más elevados
- Mejora en la conservación de materiales y estanqueidad, disminuyendo por tanto la depreciación de las instalaciones

La elección de las luminarias está condicionada principalmente por la lámpara utilizada y el entorno de trabajo

1. Alumbrado Exterior

EQUIPOS AUXILIARES

Cebadores

Balastos

Arrancadores

- “Revolución en la eficiencia” con el desarrollo de los equipos de tecnología electrónica.
- Los arrancadores y cebadores se utilizan únicamente con balastos electromagnéticos

1. Alumbrado Exterior

Ventajas Balastos Electrónicos

- Reducción del 25% de la energía consumida, respecto a un equipo electromagnético.
- Incremento de la eficiencia de la lámpara. y de la vida de las lámparas hasta el 50%, reduciendo los costes de mantenimiento.
- Factor de potencia corregido a 1.
- Encendido instantáneo y sin destellos.
- Desconexión automática de lámparas defectuosas.
- Luz más agradable, sin parpadeo ni efecto estroboscópico, mediante el funcionamiento a alta frecuencia.
- Protección del equipo eléctrico contra picos de tensión.

1. Alumbrado Exterior

REGULACIÓN Y CONTROL

- MEDIDAS FUNDAMENTALES DE AHORRO DE ENERGÍA
 - Ajustar al máximo las horas de funcionamiento del alumbrado.
 - Controlar la tensión de alimentación.



1. Alumbrado Exterior

REGULACIÓN Y CONTROL

- INTERRUPTOR FOTOELÉCTRICO
 - Encendido/Apagado automático cuando el nivel de iluminación llega a valores prefijados, funcionando únicamente durante el tiempo en que realmente se necesita.
 - Su funcionamiento no es totalmente exacto, ya que poseen una determinada inercia y sus características varían a lo largo del tiempo (deben de sustituirse regularmente).

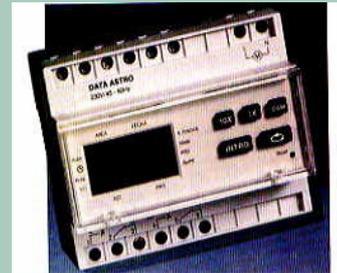


1. Alumbrado Exterior

REGULACIÓN Y CONTROL

• INTERRUPTOR HORARIO

- Para el mando de los equipos de doble nivel: por un lado, permite el encendido todo o nada, y por otro, su empleo mediante un circuito opcional independiente programable para producir un apagado parcial o una reducción del consumo.
- Los interruptores horarios con cuadrante astronómico van variando automáticamente, a lo largo del año, las horas de encendido y apagado, ajustándolas a las curvas astronómicas del lugar .



1. Alumbrado Exterior

REGULACIÓN Y CONTROL

• PROGRAMADOR ASTRONÓMICO

- Es el más utilizado para el mando de las instalaciones. Su funcionamiento se basa en que, a partir de los datos de longitud y latitud geográficas del lugar, crea un programa de encendidos y apagados, variables a lo largo del año, de acuerdo con los ortos y ocasos del lugar geográfico determinado.
- Su precio es más elevado que el de los sistemas con interruptor fotoeléctrico u horario, aunque el ahorro económico que consigue por su exactitud y por el bajo mantenimiento, hace que se amorticen en cortos periodos de tiempo -de uno a cuatro años-

1. Alumbrado Exterior

REGULACIÓN Y CONTROL

- SISTEMA CENTRALIZADO O INTELIGENTE
 - Equipos de telecontrol informático, adaptados a las peculiaridades de funcionamiento de las redes de alumbrado público.
 - **Ventajas**
 - Ahorro energético mediante la desconexión o regulación de la instalación de alumbrado.
 - Posibilidad de agrupar las luminarias, susceptibles de controlarse fácilmente.
 - Amortización rápida, debido al registro y almacenamiento de datos.
 - Ahorro en mantenimiento. Las lámparas se pueden sustituir al momento de detectarse la avería.
 - Posibilidad de reprogramar ante condiciones climatológicas anormales.

1. Alumbrado Exterior

REGULACIÓN Y CONTROL

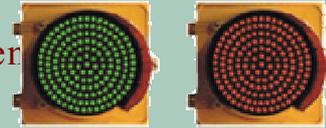
- ESTABILIZADOR REDUCTOR DE FLUJO
 - Estabilizan la tensión de alimentación y regulan el nivel luminoso por variaciones de tensión.
 - **Ventajas**
 - Disminuye el consumo hasta un 40%.
 - Ahorro en costes de mantenimiento Por la ausencia de sobrecargas, mayor duración de las lámparas.
 - Mantiene la uniformidad del alumbrado.
 - Mantiene el factor de potencia existente en la instalación.
 - Fácil incorporación: Se instala en cabecera de línea. No necesita modificar la instalación. No existen hilos de mando en la instalación.
 - Alto rendimiento - superior al 96% -.

1. Alumbrado Exterior

SEMÁFOROS

• SEMÁFOROS CON TECNOLOGÍA LED

- Constan de una placa de diodos formando la imagen
- Potencia: 7 W frente a los 70 W tradicionales
- Periodo de retorno inversión: 3,2 años
- En España existen unos 100.000 conjuntos de semáforos tradicionales → potencial de ahorro mediante sus sustitución = 89 %.



1. Alumbrado Exterior

SEMÁFOROS

• Mantenimiento. Comparativa

	Tradicional (bombilla)	Sistema diodos led
Limpieza externa/interna	Sí / sí	Sí / no (sellado)
Reemplazo de lámparas / unidad	6 meses	> 10 años
Sensibilidad vibraciones y choque	Alta	baja
Mantenimiento preventivo	Semestral	Ninguno

1. Alumbrado Exterior

SEMÁFOROS

- Seguridad. Comparativa

	Tradicional (bombilla)	Sistema diodos led
Duración bombilla / led	6 meses	10 años
Pérdida luminosidad	> 5.000 horas	> 10.000 horas
Luminosidad uniforme	No	Sí
Contraste con luz solar	Bajo	Alto
Efecto "fantasma" con reflejo de luz solar en parábola	Sí	No
Condición neutral por lentes coloreadas	No	Sí
Con bombilla/led quemado	Semáforo apagado	1 led: 0,5% pérdidas
Posibilidad de avería	Dañar controlador	1.500.000 horas

Índice

Eficiencia Energética

1. **Introducción**
2. **Alumbrado Exterior**
3. **Bombes**
4. **Edificios**
 - 4.1. **Edificación**
 - 4.2. **Calefacción**
 - 4.3. **Climatización**
 - 4.4. **A.C.S.**
 - 4.5. **Instalaciones de iluminación interior**

3. Bombeos

Optimización de bombeos

- Análisis de la demanda.
- Reducción del número de bombas y el de depósitos.
- Elección adecuada de la bomba.
- Instalación de variadores de velocidad permitiendo adecuar los regímenes de funcionamiento a la demanda mediante convertidores de frecuencia. Con ahorros del orden del 35%
- Instalación de arrancadores electrónicos. Regulan la tensión de alimentación en función del factor de potencia medido.
- Motores de alta eficiencia.

3. Bombeos

Arrancadores Electrónicos

Funciones

- Eliminación de puntas de arranque.
- Optimización del funcionamiento con carga parcial.

Los ahorros energéticos son debido:

- Índice de carga.
- Rendimiento nominal del motor.
- Horas de funcionamiento del motor a las distintas cargas.
- Factores de potencia reales y nominales

3. Bombeos

Eficiencia de los Motores

Clasificación

- EFF1: Motores de alta eficiencia
- EFF2: Motores de eficiencia mejorada.
- EFF3: Motores estándar.

Las ventajas de los motores eficientes son:

- Operan a temperaturas menores.
- Soportan mejor las variaciones de tensión y armónicos.
- Presentan factores de potencia sensiblemente mayores.
- Son más silenciosos.
- La mejor calidad de los materiales incrementa normalmente la vida útil del motor.

3. Bombeos

Eficiencia de los Motores

El ahorro económico que supone la adquisición de un motor de alta eficiencia energética es:

$$\text{Ahorro anual} = \text{hrs} \times \text{kW} \times \% \text{Pot} \times \text{€/kWh} \times (1/\eta_{\text{std}} - 1/\eta_{\text{hem}})$$

Donde:

hrs = tiempo de utilización anual (en horas)

kW = potencia del motor (en kW)

%Pot = fracción de plena carga a que trabaja el motor

€/kWh = costo de la electricidad (en €/kWh)

η_{std} = eficiencia de un motor estándar (EFF3)

η_{hem} = eficiencia de un motor de alta eficiencia

3. Bombes

Eficiencia de los Motores

Ejemplo

	Horas funcionamiento al año	Carga	Periodo de retomo (horas)	Ahorro económico anual (€)
Adquisición de un nuevo motor	8.760	100 %	4.935 (7 meses)	342,60
		75 %	6.580 (9 meses)	256,93
Reemplazamiento de un motor existente	4.500	100 %	9.607 (1 año)	175,99
		75 %	12.810 (1,5 años)	131,98
	8.760	100 %	25.441 (3 años)	342,60
		75 %	33.925 (4 años)	256,93
4.500	100 %	49.527 (6 años)	175,99	
	75 %	66.042 (8 años)	131,98	

Índice

Eficiencia Energética

1. **Introducción**
2. **Alumbrado Exterior**
3. **Bombes**
4. **Edificios**
 - 4.1. **Edificación**
 - 4.2. **Calefacción**
 - 4.3. **Climatización**
 - 4.4. **A.C.S.**
 - 4.5. **Instalaciones de iluminación interior**

4. Edificios-4.2 Edificación

Considerar las formas a priori adecuadas del edificio en función del:

- Tipo de clima.
- Entorno construido.
- Conseguir el máximo aprovechamiento de luz natural y de calor.
- Facilitar la ventilación natural.

Elementos de Construcción Básicos

Cimentación y Estructura

Aislar térmicamente el primer forjado o la solera en contacto con el suelo si el espacio superior es calefactado.

4. Edificios-4.1 Edificación

Cubiertas

- Mejorar el aislamiento mínimo exigido.
- Utilizar cubiertas con cámara de aire ventilada o cubiertas ajardinadas.
- Evitar que los pavimentos de cubierta estén adheridos o en contacto con la membrana impermeable

Fachadas

- Mejorar el aislamiento mínimo exigido.
- Utilizar cerramientos con cámara de aire ventilada o recubrimiento de acabado exterior.
- Usar carpintería exterior de madera resistente y tratada.
- Vidrios de doble acristalamiento con cámara de aire.

Índice

1. **Introducción**
2. **Alumbrado Exterior**
3. **Bombes**
4. **Edificios**
 - 4.1. **Edificación**
 - 4.2. **Calefacción**
 - 4.3. **Climatización**
 - 4.4. **A.C.S.**
 - 4.5. **Instalaciones de iluminación interior**

Eficiencia Energética

4. Edificios-4.2 Calefacción

Tipos de Sistemas de Calefacción

Según el fluido que realiza la transferencia de calor se tiene:

Sistemas de Agua

Ventajas: Sencillo y flexible.

Inconvenientes: Problemas de corrosión y de agresividad de sales en disolución

Sistemas por Vapor

Ventajas: Emisores más pequeños que en los sistemas de agua.

Inconvenientes: Regulación más complicada.

Sistemas por Aire

Ventajas: Se puede convertir en un Sistema de Aire Acondicionado.

Rápido calentamiento del aire del local.

4. Edificios-4.2 Calefacción

Tipos de Generadores de Calor

Calderas con hogar a depresión

- Funcionan con el tiro de la chimenea.
- Presión de quemado ligeramente inferior Patm.

Calderas con hogar a presión

- Inyección de la mezcla combustible en el hogar que se encuentra a sobrepresión.
- Alta velocidad en el proceso de combustión mejorando la transferencia de calor..

Calderas modulares a gas.

- Son un tipo de calderas a depresión.
- Recorrido de los gases de combustión muy sencillo, pocas pérdidas de carga.
- Equipos compactos y alto rendimiento.

4. Edificios-4.2 Calefacción

Tipos de Generadores de Calor

Calderas de condensación de gas

- De reciente aparición.
- Permite utilizar al máximo la energía calorífica de la combustión.
- Condensan la mayor parte del vapor de agua de los productos de la combustión y recuperan parte del calor sensible y latente de los humos.
- Los humos salen a temperatura más baja con respecto a las calderas tradicionales.
- Rendimientos oscilan entre 96-107% sobre el PCI y pueden entre 90-92% sobre el PCI cuando la caldera no trabaja a condensación.

4. Edificios-4.2 Calefacción

Ejemplo de instalación con calderas de condensación y alto rendimiento energético

Instalaciones existentes antes:

- Usuarios: 3x18 viviendas, 15000 m²
- Caldera calefacción: 600.000 kcal/h
- Caldera ACS: 130.000 kcal/h
- Combustible: gasóleo

Resultados

AHORRO: 12.500 €/año

INVERSION: 31.000 €.

Nueva Calefacción y ACS:

Calefacción: Pot.: 3x495000 kcal/h

Quemador modulante c/control continuo de relación aire/combustible

Rendimiento: 96%

T^a humos: 90°C (50%) 150° C (100%)

ACS: Potencia: 135000 Kcal/h

Condensación

Rendimiento: 105%

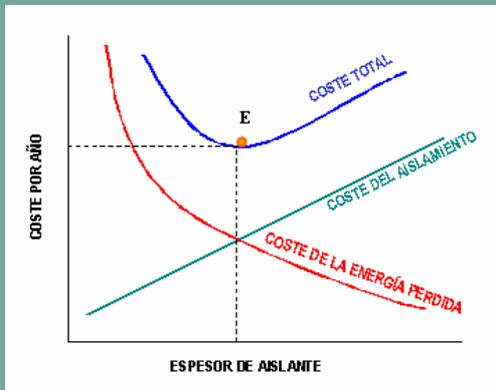
4. Edificios-4.2 Calefacción

Aislamientos

- Un aislamiento de espesor óptimo permite disminuir las pérdidas de energía en un 2-3%.
- Muy importante en las redes de vapor. La condensación de aire en una tubería desnuda es del orden de 4 a 5 kg/m²h, mientras que con un buen aislamiento se reduce a 0,5-1 kg/m²h.
- El valor óptimo de espesor de aislamiento es aquel para el cual el costo total de aislamiento resulta mínimo.
- Costo total de aislamiento es la suma del valor de la energía que se pierde cada año para un espesor determinado y el costo de la inversión correspondiente a dicho espesor, considerando distintos tipos de aislante.

4. Edificios-4.2 Calefacción

Aislamientos de tuberías



Una vez conocido el espesor óptimo que hay que instalar, sabremos el costo de la instalación por metro de tubería.

Recuperación de pérdidas (€/año) = Pérdidas totales sin aislamiento - Pérdidas totales con aislamiento

Amortización (años) = Inversión / Recuperación de pérdidas

4. Edificios-4.2 Calefacción

Mejoras en la Gestión de la Instalación

Control escalonado de Potencia

- Debido a que las **necesidades de calor** son marcadamente **estacionales**.
- Demanda de calor próxima a los **valores máximos** → sólo durante un **5% de la temporada** de calefacción.
- Durante un **75% de la temporada** → se requiere como **máximo un 60%** o menos de la **potencia máxima** calculada
- Demanda calor < capacidad generador → trabaja intermitentemente → desequilibrio entre capacidad de la caldera y potencia del quemador → **Disminución del rendimiento del generador**

4. Edificios-4.2 Calefacción

Mejoras en la Gestión de la Instalación

Control escalonado de Potencia

- Necesario que el **dimensionamiento de equipos** permita cierta **flexibilidad** en su **funcionamiento**
- Conseguir **variabilidad** de forma **gradual y continua** en condiciones de **máxima eficiencia energética** actualmente **no** se puede conseguir
- Alcanzar **rendimiento de explotación óptimo** → mediante el **fraccionado de potencia de generadores** en un determinado **nº de escalones**

4. Edificios-4.2 Calefacción

Mejoras en la Gestión de la Instalación

Control escalonado de Potencia

- Necesario disponer de **sistema de control, maniobra y regulación** que gobierne **conexión y desconexión en secuencia de diferentes etapas** (mantener T^a de salida en valores prefijados)
- Conveniente la **inversión periódica de la secuencia** en una central de calefacción compuesta por varios generadores dispuestos en secuencia → **equilibrar nº de horas de servicio** de cada generador

4. Edificios-4.2 Calefacción

Mejoras en la Gestión de la Instalación

Regulación de la temperatura del fluido caloportador

- **Demanda de calor** por calefacción es muy **variable** → **regulación** de la **capacidad de emisión** de los diferentes elementos suministradores de calor (radiadores, convectores, etc.). → **regulando la temperatura del fluido caloportador**
- Mantener **caudal constante en radiadores y variar T^a fluido caloportador**
- **Regulación por zonas** → **válvulas de 3 vías, gobernadas por termostato ambiente o por compensación exterior**
- **Eficiencia Energética más elevada** → **variando directamente la T^a del agua a la salida del generador**

4. Edificios-4.2 Calefacción

Modificaciones en la instalación

- **Sustitución de equipos** que no permiten obtener un rendimiento correcto de la instalación (sustitución de quemadores, sustitución de la caldera, etc.)
- **Recuperación del calor extraído**
- **Cambio sistema climatización** por otro más eficiente (en caso de rehabilitación o ampliación de instalaciones)
- **Recuperación de calor de los gases de combustión.** Pérdidas energéticas debidas al exceso de gases pueden reducirse hasta un 10% mediante la **instalación de economizadores**

4. Edificios-4.2 Calefacción

MEJORAS	AHORRO DE ENERGÍA (%)	AMORTIZACIÓN
Optimización del rendimiento de las instalaciones existentes:		
- Aislamiento de la caldera no calofigurada	3	PB < 1,5 años
- Mejora calofigurado insuficiente	2	PB < 3 años
Optimización del rendimiento de la red de distribución existente:		
- Aislamiento tuberías	5	PB < 1,5 años
- Descalcificación tuberías	5-7	PB < 3 años
- Desenfangado de la instalación	3	PB < 4,5 años
Cambio de elementos de regulación obsoletos o defectuosos	3-5	PB < 4,5 años
Cambio de elementos de calefacción obsoletos o defectuosos		
- Quemador	9	PB < 3 años
- Caldera	7	PB < 6 años
- Caldera y quemador	16	PB < 6 años

4. Edificios-4.2 Calefacción

Sustitución de combustible Ejemplo de cambio a gas natural

- **Factores comparativos:**
 - **Diferencia de precio**
 - **Ahorro energético debido a extracostes en la manipulación y combustión de gasóleo o fuel**

4. Edificios-4.2 Calefacción

Sustitución de combustible Ejemplo de cambio a gas natural

- **Extracostes**
 - **Pérdidas y mermas:** en descarga de combustible (ventilado, destilación, imprecisión medida, etc.) → $\approx 1\%$
 - **Fuelóleo: calentamiento previo** (necesaria fluidez) → consumo de energía adicional → $\approx 2\%$
 - **Bombeo:** energía extra → **máximo un 0,1%**
 - **Pulverización:** medios mecánicos o vapor → $\approx 0,4\%$
 - **Mantenimiento y reparaciones:** equipos manipulación → $\approx 0,85\%$
 - **Mejora rendimiento combustión:** excesos de aire inferiores → **mejor rendimiento de la caldera** → $\approx 2\div 3\%$
- **Total extracostes:** $\approx 5\div 7\%$

Índice

1. Introducción
2. Alumbrado Exterior
3. Bombeos
4. Edificios
 - 4.1. Edificación
 - 4.2. Calefacción
 - 4.3. Climatización
 - 4.4. A.C.S.
 - 4.5. Instalaciones de iluminación interior

Eficiencia Energética

4. Edificios-4.3 Climatización

Producción de frío

Parcialización de la producción de frío

Compresores: rendimiento óptimo para una producción → si se reduce → ↓ rendimiento
 Parcialización unidades refrigeración → producción frío → adaptada a demanda

Acumulación de frío

Reducir puntas consumo eléctrico
 Reducción dimensionamiento planta frigorífica
 Disminuir costes EE → acumulación frío horas valle o llano

Recuperación térmica de los condensadores

Para satisfacer otras demandas de calor (ejm, producción ACS)

4. Edificios-4.3 Climatización

Sistemas de distribución de aire acondicionado

Zonificación

- Debido a las diferentes condiciones ambientales en las áreas de un edificio → diferentes cargas internas y beneficios solares
- Necesario que cada zona tenga sus elementos de regulación y control
- Mediante:
 - Sistemas con unidades terminales (fan-coils, inductores, etc.)
 - Climatizadores

Dotados con controles individuales

Variación T^a interna de 2°C en verano → entre un 5 y 10% de ahorro energético

4. Edificios-4.3 Climatización

Sistemas de distribución de aire acondicionado

Ciclos economizadores

- Ciclos economizadores o **free-cooling** → dispositivos automáticos → **enfriamiento** gratuito de locales empleando **aire exterior** cuando su entalpía es inferior a la del aire de retorno

Transporte de fluidos

- **Dimensionado de equipos de impulsión** adecuado a las **condiciones nominales** de trabajo.
- Si la **capacidad** está **sobredimensionada** → ↑ **costes** de potencia contratada y por bajo rendimiento

4. Edificios-4.3 Climatización

Ejemplo de sistema informatizado de gestión energética

- **Control continuo de la red de climatización**
- El sistema **actúa sobre** →
 - componentes de la central térmica:** generadores de vapor para la lavandería y producción de A.C.S., calderas de agua caliente para calefacción y acumuladores de A.C.S.
 - los turbocompresores y las torres de refrigeración de la **central de frío**, así como sobre las bombas principales, inductores y climatizadores del **circuito de climatización**.
- El sistema informatizado está **formado por** →
 - **unidad central**, un conjunto de **unidades periféricas**, un **sistema de transmisión** entre ellas y los **elementos de información y manobra necesarios**.

4. Edificios-4.3 Climatización

Ejemplo de sistema informatizado de gestión energética

Los aspectos fundamentales de actuación del sistema son:

- La **optimización del uso de la entalpía**.
- La **optimización del consumo eléctrico** por desconexión de cargas no utilizadas puntualmente
- El **control de puntas de potencia** para evitar recargos al superar la máxima demanda fijada por el máxímetro.

4. Edificios-4.3 Climatización

Ejemplo de sistema informatizado de gestión energética

Principales programas de gestión:

1. **Control de la hora y tipo de día**
2. **Arranque/paro óptimos** (en base a las temperaturas exterior e interior)
3. **Banda de energía cero** (evita simultaneidad en el suministro de energía calorífica y frigorífica)
4. **Ventilación**. Permite ventilar en días calurosos
5. **Compensación autoajutable de las temperaturas**
6. **Cicleado de equipos con compensación ambiental**
7. **Regula el coste de refrigeración** → reduciendo el uso de grupos frigoríficos → aprovechamiento del aire con contenido entálpico más bajo
8. **Protección nocturna**
9. **Control de puntas de potencia**

4. Edificios-4.3 Climatización

Bomba de calor

- **Máquina térmica capaz de transferir calor desde una fuente de baja temperatura a otra a un nivel térmico superior, a través de un fluido frigorígeno en circuito cerrado.**
- **Presenta una eficiencia energética (relación entre la energía consumida y la energía cedida o útil) muy superior a la de los sistemas convencionales.**
- **Permiten suministrar calefacción y refrigeración**
- **Eficacia de una bomba de calor, se utiliza el coeficiente de operación teórico COP (Coeficient of Performance) → relación entre la cantidad de calor Q2 suministrado y la energía W que absorbe el sistema.**

$$\text{COP} = \text{Q2}/\text{W}$$

4. Edificios-4.3 Climatización

Bomba de calor

- **Si la temperatura del foco frío varía con las circunstancias meteorológicas → variación del COP a lo largo del año.**
- Información sobre la eficiencia media →
CRE, coeficiente de rendimiento estacional → relación entre la potencia calorífica suministrada por la bomba de calor y la absorbida (incluyendo el consumo de los equipos de calefacción auxiliares) a lo largo de un periodo determinado.

4. Edificios-4.3 Climatización

Cortina de aire

- **Puertas abiertas y entradas de locales** → **pérdida de energía** y crean problemas de **corriente de aire**.
- **Instalación de una cortina de aire** → **reducir la pérdida de energía y mejorar el nivel de confort**.
- **Factores** que influyen en la corriente de aire:
 - diferencia de presión interior y exterior** (puede eliminarse utilizando un ventilación equilibrada),
 - diferencia de temperatura interior y exterior** y
 - velocidad del viento contra la abertura**.

4. Edificios-4.3 Climatización

Cortina de aire

- Crea una **barrera efectiva** en la entrada, **evitando la penetración de aire frío o caliente exterior**.
 - La **velocidad de aire** de la cortina debe ser **suficiente** para que el aire resultante sea dirigido hacia abajo.
 - Debe ser colocada → **corriente de aire sea dirigida hacia fuera** de la abertura, mientras que el resto sopla hacia dentro.
 - Instalarse tan **cerca** como sea posible **de la abertura** y deben ocupar la anchura completa de la entrada.

4. Edificios-4.3 Climatización

Cortina de aire

- El **ahorro potencial de energía depende de la altura de la puerta.**
- Puertas de hasta **3,5 m** de alto → reducen la pérdida de energía sobre un **90%**.
- Para puertas de más de **3,5 m** de altura → los **ahorros decrecen de forma lineal** en proporción a la altura de la puerta.
- Instalando cortinas de aire en una puerta de **5 m de altura**, es posible reducir la pérdida de energía un **75%** aproximadamente.
- Para puertas de **7 m de altura** → el ahorro potencial de energía baja hasta un **30%** aproximadamente.

4. Edificios-4.3 Climatización

Cortina de aire

Ejemplo de ahorro de energía

Hipótesis de cálculo:

Anchura de cada puerta: 2 metros. Altura de las puertas: 3 metros.

Tiempo que la puerta está abierta: 1 hora/24 horas, 6 días a la semana.

Temperatura exterior media anual Benidorm: 18°C Temperatura interior: 22°C

Velocidad media anual del viento, $v = 4$ m/s.

Pérdidas: 12.405 kWh/año. **Ahorro de energía:** 11.165 kWh/año (reducción de pérdidas: 90%).

Inversión: dos cortinas de aire de tipo sólo aire de 2,15 m de longitud:

1.200 €. (Consumo anual de energía eléctrica de estos dos equipos en 1.200 kWh).

Ahorro económico 788,43 €/año. PB: 1 año y 7 meses.

Índice

1. **Introducción**
2. **Alumbrado Exterior**
3. **Bombes**
4. **Edificios**
 - 4.1. **Edificación**
 - 4.2. **Calefacción**
 - 4.3. **Climatización**
 - 4.4. **A.C.S.**
 - 4.5. **Instalaciones de iluminación interior**

Eficiencia Energética

4. Edificios-4.4 A.C.S.

- Primera medida de **ahorro de energía** → **limitar las temperaturas máximas de almacenado y distribución** → **reducir las pérdidas térmicas de la instalación**
- La **temperatura del suministro** depende de:
 - El **uso específico** de la misma
 - Del **sistema de producción y distribución**
- **Sistema centralizado**: usos sanitarios → **T^a máxima = 58°C** y **T^a máxima de distribución = 50°C** (a la salida depósitos acumuladores)
- En edificios públicos → **limitar consumo** (evitar suministro ACS a lavabos)

4. Edificios-4.4 A.C.S.

Acciones economizadoras

- **Reducir las pérdidas del intercambiador, del depósito de almacenaje y de las tuberías de distribución** → aislándose adecuadamente → reducción del 10-30% el consumo de energía
- **Individualizar la producción de ACS** mediante la instalación de un generador específico → las calderas utilizadas a la vez para calentar agua y para calefacción tienen un rendimiento energético más bajo debido a su potencia excesiva.
- **Dimensionar correctamente el depósito de almacenado** → capacidad de acumulación → el calentamiento de todo el volumen se produzca en tres horas → el generador de calor trabaja a la máxima potencia durante un periodo de tiempo más largo → se reduce el número de paradas y arranques.

4. Edificios-4.4 A.C.S.

Acciones economizadoras

- **Individualizar la producción y distribución de agua caliente de los locales** que se encuentren alejados de la central térmica (habitaciones, internado de enfermeras, etc.).
- **Sustituir las partes obsoletas de la instalación** (calderas, quemadores, intercambiadores),
- **Limpiar las superficies de intercambio y evitar la obstrucción de los intercambiadores.**
- **Utilizar técnicas de recuperación del calor** del agua una vez utilizada (recuperadores de placas, de tubos, etc.) y considerar la aplicación de técnicas energéticas avanzadas (bomba de calor, energía solar, etc.).

4. Edificios-4.4 A.C.S.

Acciones economizadoras

- En cuanto a la **recuperación de calor**, hay que considerar las siguientes posibilidades de aprovechamiento de calores residuales:
 1. **Recuperación del calor de los condensadores de las máquinas de frío.**
 2. **Aprovechamiento del calor de retorno de los condensados** de la instalación de vapor saturado, con la incorporación de un serpentín adicional,
 3. **Recuperación del calor de los humos de las chimeneas** de los generadores de agua caliente o vapor mediante economizadores.

Índice

1. **Introducción**
2. **Alumbrado Exterior**
3. **Bombes**
4. **Edificios**
 - 4.1. **Edificación**
 - 4.2. **Calefacción**
 - 4.3. **Climatización**
 - 4.4. **A.C.S.**
 - 4.5. **Instalaciones de iluminación interior**

Eficiencia Energética

4. Edificios-4.5 Iluminación interior

Factores que influyen en el consumo eléctrico

- Niveles de iluminación deseados,
- Régimen de funcionamiento,
- Rendimiento de las lámparas,
- Eficiencia de las luminarias,
- Pérdidas de los equipos auxiliares
- Dispositivos de regulación y control.

4. Edificios-4.5 Iluminación interior

Medidas técnicas a adoptar

- Instalación y/o sustitución de lámparas por otras más eficientes.
- Instalación y/o sustitución de luminarias por otras con mayor rendimiento.
- Instalación de sistemas de regulación del nivel luminoso.
- Instalación de sistemas de control.
- Otras medidas: mejorar el factor de potencia, disminuir la potencia contratada, etc.

4. Edificios-4.5 Iluminación interior

Ejemplo: Sustitución de lámparas incandescentes por lámparas de bajo consumo

- **Inversión** sustituir las 22 bombillas incandescentes de 60 W y 9 de 100 W por lámparas compactas de 11 W = **150 €**.
- **Ahorro energético** = N° lámparas x (Potencia incandescentes – Potencia compactas) x N° horas año encendidas = **3.946 kWh / año**.
- **Ahorro económico**, siendo el coste medio del kWh del edificio de 7,912 cent€/ kWh, = **312,21 €/año**.
- **Periodo de amortización simple de la inversión** = **6 meses**.

4. Edificios-4.5 Iluminación interior

Ejemplo: Sustitución de balastos electromagnéticos por balastos electrónicos

- **Inversión** al sustituir 902 balastos electromagnéticos = **26.000 €**.
- **Ahorro energético (reducción del 25% de la energía consumida)** = **25.648 kWh / año**.
- **Ahorro económico** = **2.030 €/año**.
- **Periodo de amortización simple de la inversión** = **12 años**.
- **Aunque el periodo de amortización es elevado, deben tenerse en cuenta las ventajas explicadas anteriormente.**

Muchas Gracias por su atención

Carolina Casares
Dpto. Energía, Medio Ambiente y Transporte
carolina.casares@besel.es