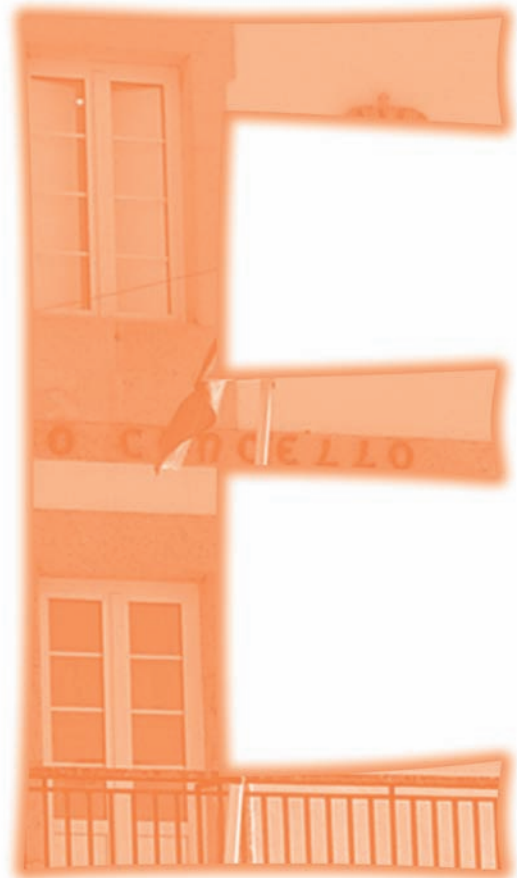
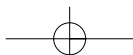
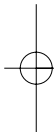
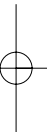
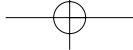


Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos





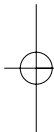
ÍNDICE

1. GUÍA PARA A ADQUISICIÓN DE EQUIPOS.....	7	1.2.5. Caldeiras e equipos de aire acondicionado.....	50
1.1. PREGO DE PRESCRICIÓN TÉCNICAS E ADMINISTRATIVAS.....	8	1.2.5.1. Criterios de deseño	50
1.2. CATÁLOGO DE EQUIPOS	9	1.2.5.2. Elección dos equipos.....	52
1.2.1. Semáforos.....	9	1.2.5.2.1. Equipos de calefacción	52
1.2.2. Iluminación pública	13	1.2.5.2.2. Equipos de refrixeración	61
1.2.2.1. Criterios de deseño	13	1.2.5.2.3. Ventilación	64
1.2.2.2. Elección de equipos.....	16	1.2.6. Vehículos oficiais, recollida de lixo e de transporte público.....	65
1.2.2.2.1. Lámpadas.....	16	1.2.6.1. Turismos.....	66
1.2.2.2.2. Equipos auxiliares: balastros.....	18	1.2.6.2. Camións e autobuses.....	71
1.2.2.2.3. Luminarias.....	20	1.2.6.3. Mantemento	71
1.2.2.2.4. Mantemento dos equipos e das prestacións.....	24	2. DESEÑO DE EDIFICIOS	73
1.2.2.2.5. Automatización das instalacións	25	2.1. CONTRATACIÓN DO PROXECTO.....	75
1.2.3. Iluminación interior de edificios.....	34	2.2. FASES DO DESEÑO	77
1.2.3.1. Criterios que se deben considerar no deseño.....	35	2.2.1. Orientación da edificación.....	77
1.2.3.2. Elección dos equipos: lámpadas, luminarias, auxiliares.....	37	2.2.2. A envolvente térmica.....	80
1.2.3.4. Sistemas de regulación e control da iluminación	44	2.2.2.1. Fachadas.....	82
1.2.3.5. Mantemento	46	a) Acabado exterior	82
1.2.4. Equipos ofimáticos	48	b) Elemento illante	83
1.2.4.1. Recomendacións para a adquisición de equipos informáticos.....	48	Fibra de vidro.....	84
		La de rocha	84
		Polistirenos.....	85
		Poliuretanos.....	85

c) Elementos de control do fluxo de aire e vapor de auga.....	86	2.2.3.3.1. Utilización de equipos de aforro de auga.....	116
d) Elementos estruturais.....	86	2.2.3.3.2. Recomendacións xerais.....	117
e) Revestimento interior.....	86	2.2.4. Instalacións de refrixeración.....	118
2.2.2.2. Outros tipos de fachadas.....	87	2.2.4.1. Clasificación por tipo de compresión.....	120
Muros cortina.....	87	2.2.4.2. Clasificación segundo a construción.....	122
Cerramentos sándwich.....	87	2.2.4.3. Clasificación segundo o funcionamento.....	123
2.2.2.3. Ocos.....	88	2.2.4.4. Sistemas "free-cooling" e acumulación de frío.....	128
2.2.2.4. Cubertas.....	89	2.2.4.5. Recuperación da calor de condensación dos equipos de frío.....	129
a) Acabado exterior.....	92	2.2.5. Ventilación.....	131
b) Elementos impermeabilizantes e illantes térmicos.....	93	2.2.5.1. Recuperación da calor do aire de ventilación.....	133
c) Elementos estruturais.....	93	2.2.6. Instalacións de iluminación artificial.....	133
2.2.2.5. Divisións horizontais.....	94	2.2.6.1. Lámpadas.....	134
2.2.2.6. Particións interiores.....	95	2.2.6.2. Equipos de regulación e control.....	135
2.2.3. Instalacións de calefacción e AQS.....	96	2.2.6.3. Importancia da cor.....	136
2.2.3.1. Sistemas de calefacción.....	97	2.2.6.4. Elección das lámpadas.....	136
2.2.3.2. Medidas de optimización enerxética.....	108	2.2.6.4.1. Lámpadas fluorescentes compactas (baixo consumo).....	137
2.2.3.2.1. Control dos sistemas de calefacción.....	108	2.2.6.4.2. Lámpadas de descarga.....	138
2.2.3.2.2. Mellora do rendemento das caldeiras.....	109	2.2.6.4.3. Melloras das lámpadas fluorescentes.....	139
2.2.3.3.3. Ventilación da sala de caldeiras.....	111		
2.2.3.2.4. Fontes enerxéticas.....	112		
2.2.3.3. Auga quente sanitaria.....	113		

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

2.2.6.4.4. Iluminación exterior.....	139	3.2.6. Instalacións de iluminación artificial.....	167
2.3. ANÁLISE DE VIABILIDADE.....	141	3.3. EDIFICIOS PARA OFICINAS.....	170
2.3.1. Sistemas solares activos.....	141	3.3.1. Orientación da edificación.....	170
2.3.2. Sistemas de calefacción central ou urbana.....	145	3.3.2. Envolverte térmica.....	170
2.3.3. Sistemas de coxeración.....	147	3.3.3. Instalacións de calefacción e AQS.....	171
2.4. REVISIÓN DO PROXECTO.....	151	3.3.4. Instalacións de refrixeración.....	172
2.5. FASE DE CONSTRUCCIÓN.....	153	3.3.5. Ventilación.....	173
		3.3.6. Instalacións de iluminación artificial.....	173
3. CATÁLOGO DE EDIFICACIÓNS.....	154		
3.1. INSTALACIÓNS DEPORTIVAS.....	154	ANEXO: Tipos de lámpadas. Lámpadas e equipos auxiliares	
3.1.1. Orientación da edificación.....	154	1. Lámpadas incandescentes.....	181
3.1.2. Envolverte térmica.....	154	2. Lámpadas de descarga de vapor de mercurio.....	183
3.1.3. Instalacións de calefacción e auga quente sanitaria.....	155	3. Lámpadas de descarga de vapor de sodio.....	188
3.1.4. Instalacións de refrixeración.....	160	4. Lámpadas de descarga por indución.....	190
3.1.5. Ventilación.....	160	5. Díodos emisores de luz (LED).....	193
3.1.6. Instalacións de iluminación artificial.....	161		
3.2. AGRUPACIÓNS ESCOLARES.....	164	GLOSARIO DE TERMOS TÉCNICOS.....	195
3.2.1. Orientación da edificación.....	164	Envolverte.....	196
3.2.2. Envolverte térmica.....	165	Climatización.....	203
3.2.3. Instalacións de calefacción e de auga quente sanitaria.....	165	Iluminación.....	205
3.2.4. Instalacións de refrixeración.....	166		
3.2.5. Ventilación.....	167	BIBLIOGRAFÍA.....	209



Edita:

Instituto Enerxético de Galicia (INEGA)

Realiza:

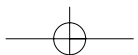
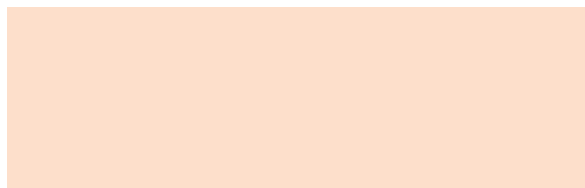
Tórculo Artes Gráficas, S.A.

D.L.:

C xxxx-2007

ISBN:

XXX



01

GUÍA PARA A ADQUISICIÓN DE EQUIPOS

Na actualidade, en demasiadas ocasións, as contratacións fanse primando principalmente aspectos tales como estética, prezo ou prazo de execución e moi pouco ou nada os aspectos enerxéticos do ben ou o servizo que se vai adquirir.

A presente guía pretende ser unha ferramenta de apoio para os responsables municipais encargados da adquisición de equipamento e da contratación de proxectos e construción de novas edificacións, para que inclúan na súa toma de decisións as repercusións enerxéticas que derivan delas.

Nesta primeira parte, inclúense consellos e especificacións técnicas mínimas que hai que aplicar na compra de equipamento (equipos de iluminación, semáforos, caldeiras, vehículos, etc), citando as distintas tecnoloxías existentes e as vantaxes e mais os inconvenientes de cada unha. Nos casos nos que foi posible incluíronse os investimentos estimativos asociados e o período de retorno simple do sobreinvestimento de cada opción respecto á situación de menor investimento tendo en conta os aforros de enerxía previstos.

A segunda parte da guía dedícase a dar recomendacións sobre solucións para novos edificios tendentes a alcanzar o máximo aproveitamento da enerxía solar e a máxima eficiencia enerxética das edificacións.

01.01 Prego de prescricións técnicas e administrativas

O funcionamento de calquera equipo implica un consumo de enerxía que haberá que pagar durante toda a vida deste. Por isto, resulta fundamental que cando unha administración pública adquira un equipo teña en conta a demanda de enerxía que este terá.

Neste senso, todas as administracións públicas deben ter en conta criterios enerxéticos á hora de adquirir un equipo máis alá das esixencias mínimas legais.

Evidentemente, non todos os concellos dispoñen dun equipo técnico cualificado para definir expresamente os requisitos particulares de eficiencia enerxética esixibles ao equipamento que van adquirir. Ademais, aínda naqueles organismos que teñen persoal técnico, as solucións consideradas por estes posiblemente non sexan as únicas existentes ou incluso poden non ser as mellores posibles compatibles coa aplicación que se persegue. Por este motivo, recoméndase incluír sempre no prego de condicións técnicas unha cláusula que indique que se avaliará como mellora o incremento xustificando da eficiencia enerxética do equipo que se vai adquirir. Desta forma serán os licitadores os que se vexan obrigados a presentar equipos de elevada eficiencia.

No prego das cláusulas administrativas debe especificarse o peso da valoración da eficiencia enerxética, xunto cos outros aspectos que se consideren de interese como prezo, estética, funcionalidade, prazo de execución... Recoméndase que a porcentaxe correspondente á eficiencia enerxética non baixe do 20% da puntuación máxima total.

Considérase necesario insistir no carácter exemplarizante que debe ter a administración, o que xustifica os eventuais sobrecustos que poida ocasionar a esixencia de acadar unha elevada eficiencia enerxética.

RESUMO APARTADO 1.1.

- A xeración e o consumo de enerxía supón un forte impacto ambiental.
- A compra dun equipo condiciona o consumo de enerxía durante toda a súa vida útil.
- As administracións públicas están na obriga de dar exemplo no uso racional da enerxía.
- Nos pregos de condicións para a compra de equipos dunha administración pública debe esixirse a máxima catalogación en eficiencia enerxética. Adicionalmente debe incluírse un sistema de puntuación obxectiva para primar as melloras xustificadas en eficiencia enerxética ofertadas polos licitadores.
- O exemplo administrativo en eficiencia enerxética xustifica lixeiros sobrecustos.

01.02

Catálogo de equipos

01.02.01. Semáforos

Para a sinalización vertical nas cidades, existen dúas tecnoloxías aplicables:

- Sistema lumínico tradicional baseado en lámpadas incandescentes formado por:
 - Lámpadas de filamento (incandescentes ou halóxenas).
 - Reflector parabólico.
 - Difusor de vidro ou metacrilato tinguido.
- Sistema lumínico baseado nunha óptica LED formada por:
 - Circuito impreso con LED soldados e electrónica situada no interior dun sistema envolvente de protección.
 - Tapa de metacrilato transparente.

As seguintes características principais dos semáforos con lámpadas incandescentes e halóxenas son as seguintes:

- Consumo elevado. A potencia unitaria das lámpadas vai desde os 25 ata os 100 watts, e a máis habitual é a de 70 W.
- Baixa fiabilidade. A vida útil das lámpadas utilizadas nos semáforos é inferior ás 8.000 horas (varía desde as 2.000 ata as 8.000 horas dependendo do tipo de lámpada).
- Baixa seguridade operativa. O fallo dunha lámpada deixa sen iluminación a sinalización correspondente.
- Elevado mantemento. É necesario substituír as lámpadas como mínimo unha vez ao ano (cada trimestre nas de menor vida útil) e facer unha limpeza anual interna (reflector e lente) e externa (lente).
- Existencia do “efecto pantasma” causado pola luz solar. Reflexo da luz solar nos reflectores das lámpadas apagadas que provoca a aparencia de que están prendidas.
- Baixo contraste con luz solar. Baixa visión a elevadas distancias.
- Sinalización luminosa non uniforme.
- Sensibles ás vibracións e ao vandalismo. As vibracións provocadas polo vento e polo tráfico soen provocar avarías nas lámpadas. Ademais, os equipos presentan baixa resistencia ao vandalismo (roturas).

As características principais dos semáforos con LED respecto aos que utilizan lámpadas incandescentes son as seguintes:

- Consumo moito menor. Os semáforos con LED presentan un consumo do 5 ao 15% respecto aos semáforos con lámpadas incandescentes ou halóxenas: aforros enerxéticos do 85 ao 95%.
- Maior fiabilidade. A vida útil das lámpadas utilizadas nos semáforos actuais é inferior ás 8.000 horas fronte ás 100.000 horas de vida dos LED (o número de fallos é inferior ao 3% despois de 100.000 horas de funcionamento).
- Maior seguridade operativa. O fallo dun LED representa unha perda da luz total moi pequena (menores ao 5%).
- Mínimo mantemento. Redución dos custos de mantemento debido á maior vida de funcionamento do dispositivo óptico e á non existencia de reflector. Só se require unha limpeza anual externa da lente. Substitución da tarxeta de LED despois de máis de 10 anos.
- Simple recambio. As unidades ópticas poden substituír directamente ás que utilizan lámpadas incandescentes.
- Desaparición do “efecto pantasma” causado pola luz solar. Os semáforos de LED non necesitan de ningún elemento reflector no interior para emitir a luz (o elemento reflector causa o “efecto pantasma” nos semáforos de lámpadas cando lles dá a luz do sol).
- Condición neutral cando está apagado. Lente incolora, co que se evitan confusións.
- Unidade óptica a proba de luz solar. Os raios ultravioleta non afectan a coloración dos discos ópticos.
- Alto contraste con luz solar. Mellor visión a elevadas distancias.
- Sinalización luminosa uniforme.
- Maior seguridade viaria. Os semáforos de LED ofrecen maior brillantez e luminosidade. Maior resistencia ás vibracións provocadas polo vento e polo tráfico.
- Maior resistencia ao impacto. Redución dos efectos do vandalismo.

10



Semáforo de peóns con indicación do tempo que resta para cruzar



Semáforo de vehículos



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

A continuación indícanse os investimentos correspondentes aos semáforos con tecnoloxía LED e a recuperación dos investimentos adicionais respecto a semáforos con lámpadas incandescentes. Os semáforos de tecnoloxía LED requiren maiores investimentos ca os semáforos con lámpadas incandescentes (ou halóxenas) pero como consecuencia do seu menor consumo de enerxía, do seu baixo mantemento e da súa longa vida útil, o sobreinvestimento pode recuperarse nuns 5 anos.

FICHA SEMÁFOROS CON ÓPTICA LED

Vantaxes:

- Baixo consumo: 4 – 15 W/óptica.
- Elevada fiabilidade: vida útil de 100.000 horas (uns 20 anos de funcionamento normal).
- Baixo mantemento: vida moi elevada e inexistencia de reflector (só se require unha limpeza exterior anual).
- Eliminación do “efecto pantasma” creado pola luz solar: semáforos sen reflector e con lentes incoloras.
- Alto contraste e sinalización uniforme.
- Mellora da seguridade viaria: elevada brillantez, luminosidade e resistencia ás vibracións provocadas polo vento e polo tráfico.

Inconvenientes:

- Elevado custo.

Sobrecustos:

- Estímanse os custos e o período de retorno do sobreinvestimento respecto a un semáforo con lámpadas incandescentes ou halóxenas (man de obra e IVE incluído):
- (Semáforo de vehículos con funcionamento de 48,33% en vermello, 3,33% en ámbar e 48,33% en verde. Semáforo de peóns con funcionamento ao 50% verde – vermello).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Óptica LED verde 200 mm	210 euros	7 anos
Óptica LED ámbar 200 mm	80 euros	> 10 anos
Óptica LED vermello 200 mm	80 euros	3 anos
Óptica LED verde 100 mm	80 euros	3 anos
Óptica LED ámbar 100 mm	70 euros	> 10 anos

Óptica LED vermello 100 mm	70 euros	3 anos
Óptica LED verde peóns	160 euros	8 anos
Óptica LED vermello peóns	140 euros	7 anos

Especificacións técnicas recomendadas para semáforos LED

- | Tamaño (diámetro): 100, 200 o 300 mm.
- | Normativa de referencia: EN12368.
- | Intensidade luminosa: clase A2/1.
- | Distribución de intensidade luminosa: clase W.
- | Uniformidade luminosa (min : máx.): 1:10
- | Efecto pantasma máximo: clase 1.
- | Tensión de alimentación: de 24 a 250 V – 50 Hz, ou 12 V DC
- | Tolerancia de tensión admitida (mínima): $\pm 10\%$
- | Caixa estabilizada e protexida contra radiación UV
- | Protección contra picos e transitorios da tensión de alimentación
- | Protección contra a sobreintensidade.
- | Temperatura de operación: Clase A s/ EN12368 (-40 °C a 60 °C). Ensaio s/ EN600068-2.
- | Humidade relativa de operación: 95%. Ensaio s/ EN60068-2.
- | Resistencia á vibración: Ensaio s/ EN60068-2.
- | Grao de protección: IP66 s/ IEC60529.
- | Factor de potencia superior a 0,9.
- | Consumo semáforo vehículos:
- | 200 mm: ≤ 10 W
- | 300 mm: ≤ 20 W
- | Consumo semáforo peóns: ≤ 6 W
- | Lonxitude de onda dominante:
- | Vermello ≥ 618 nm., Ámbar: 586 a 596 nm, Verde: 490 a 510 nm.
- | Número de LED:
- | Óptica 200 mm – 300 mm: verde, ámbar e vermello ≥ 100 u.
- | Óptica peóns: ≥ 30 u.
- | Perda de brillo debido ao fallo dun LED: $\leq 4\%$
- | Garantía: ≥ 5 anos.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

RESUMO APARTADO 1.2.1

■ Nos semáforos deben utilizarse tecnoloxías enerxeticamente eficientes baseadas en ópticas con díodos LED.

01.02.02. Iluminación pública

Na maioría dos concellos, a maior parte do consumo de enerxía eléctrica corresponde á iluminación pública, e isto implica un custo elevado neste campo (ata o 70% do gasto total en enerxía) polo que é necesario un axeitado deseño e unha boa xestión destas instalacións.

Diferentes estudos realizados confirman que o nivel de seguridade nas vías públicas aumenta considerablemente cun correcto deseño dos sistemas de iluminación. Segundo datos da Comisión Internacional de Iluminación (CIE), a correcta iluminación das vías de tráfico rodado reduce o número total de accidentes nun 30% durante as horas nocturnas.

Neste capítulo inclúense consellos de optimización enerxética e características de equipos, que se deben considerar tanto cando se renoven as instalacións de iluminación coma cando se fagan novas instalacións. Estes consellos teñen en conta as regulamentacións e mais as normas que establecen os niveis máximos e mínimos de iluminación e buscan compatibilizar unha óptima calidade do servizo de iluminación pública cun uso racional da enerxía. Para isto, débese realizar unha abordaxe adecuada desde dous puntos de vista:

- Fase de deseño: á hora de iniciar a realización dun proxecto de iluminación pública é necesario axustar o deseño ás necesidades de utilización, introducindo as tecnoloxías máis adecuadas. Dos tipos de instalacións que cubran as necesidades deben elixirse aqueles que teñan un custo mínimo (incluíndo neste os gastos derivados do funcionamento ao longo da vida útil da instalación).
- Xestión e mantemento: o correcto funcionamento dunha instalación de iluminación pública, e polo tanto unha maior eficiencia enerxética desta, conséguese cun bo labor de xestión e mantemento, que consiste en xeral en realizar un seguimento constante dos parámetros de luminosidade e de seguridade.

01.02.02.01. Criterios de deseño

A continuación, expóñense os parámetros que cómpre ter en conta para a realización de proxectos de iluminación pública baixo os condicionantes de maior eficiencia e aforro enerxético,

sen perder de vista os niveis mínimos de iluminación esixidos regulamentariamente para cada utilización.

Estas recomendacións baséanse en normas establecidas pola Comisión Internacional de Iluminación (CIE), pola Comisión Europea de Normalización (CEN) e pola Comisión Electrotécnica Internacional (CEI), así como en normas europeas EN.

■ Criterios de deseño segundo o tipo de vía.

O principal obxectivo dunha iluminación pública é proporcionar fiabilidade de percepción, máxima seguridade e comodidade visual.

Os parámetros que inflúen na fiabilidade de percepción son os seguintes:

- Luminancia media da superficie da calzada: L_m
- Uniformidade global, U_0 : L_{min}/L_m
(luminancia mínima / luminancia media)
- Cegamento perturbador

E os parámetros que inflúen na comodidade visual son:

- Uniformidade lonxitudinal, U_1 : $L_{min}/L_{máx}$
(luminancia mínima / luminancia máxima)
- Cegamento molesto: G
- Guía visual

(No glosario que se xunta inclúese a definición de cada un destes termos).

Estes parámetros deben de terse en conta para conseguir unha óptima instalación da iluminación pública. Previamente, e seguindo os criterios da Comisión Internacional de Iluminación (CEI), para fixar os niveis de calidade dunha iluminación pública deben establecerse e diferenciarse as distintas zonas que se van iluminar.

A continuación amósase, a modo de referencia, unha táboa indicativa da clasificación das vías públicas:

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Clase de vía	Tipo de densidade do tráfico	Tipo de vía	Exemplos	
Tráfico motorizado	A	Vías con calzadas separadas, libres de cruzamentos a nivel e accesos totalmente controlados	Autoestradas Autovías	
	B	Tráfico motorizado denso e de alta velocidade	Vías importantes para tráfico motorizado que só pode ter calzadas separadas para vehículos lentos e/ou peóns	Estradas nacionais Estradas principais e circunvalacións Estradas radiais
	C	Tráfico motorizado denso de velocidade moderada ¹ ou tráfico mixto denso de velocidade moderada e de alta velocidade	Vías públicas importantes para calquera uso, rurais ou urbanas	
Tráfico mixto	D	Tráfico mixto lento do cal a maior parte é tráfico lento ou de peóns	Vías públicas urbanas ou de centros comerciais. Todas as vías con tráfico mixto denso e lento ou gran circulación de peóns	Estradas Rúas comerciais Rúas industriais, etc.
	E	Tráfico mixto de velocidade limitada e densidade moderada	Vías de unión de zonas residenciais coa rede xeral de vías (de clase A á D)	Estradas de unión Rúas locais, etc.

En función das diferentes vías públicas, o tratamento que se debe aplicar para realizar o proxecto de iluminación é distinto. A modo de resumo, indícanse na seguinte táboa os estándares e os niveis mínimos de calidade luminotécnica que se establecen para cada tipo de vía:

¹ Límite da velocidade 70 km/h.

Clases de vía	Zonas próximas	Nivel de luminancia(*)	Uniformidade		Limitación do cegamento	
		Luminancia media (cd/m ²)	Uniformidade global U ₀	Uniformidade lonxitudinal U ₁	Índice de control de cegamento (G)	Incremento do limiar (%)
A	Calquera	2	0,4	0,7	6	10 (**)
B	Claras	2		0,7	5	10
	Escuras	1		6	10 (**)	
C	Claras	2		0,5	5	20 (**)
	Escuras	1		6	10	
D	Claras	2		0,5	4	20
E	Claras	1		0,5	4	20
	Escuras	0,5		5	20 (**)	

(*) A luminancia recomendada é a luminancia media en servizo da calzada. Co fin de manter o devandito nivel debe considerarse un factor de depreciación non maior ca 0,8, dependendo do tipo de luminaria e do grao de contaminación do aire. Para máis detalles véxase a publicación CIE núm. 33. "Depreciación e mantemento das instalacións de iluminación pública".

(**) En vista da pouca experiencia que se ten respecto á aplicación do concepto "incremento do limiar" é preferible non chegar a valores que sexan superiores a 0,7 veces o valor na táboa.

16



En xeral e a modo de referencia pódense tomar os seguintes niveis de iluminación para os distintos tipos de vía que se indican:

	Nivel medio de iluminación (lux)
Zonas peonís	8-15
Zonas peonís e de vehículos a baixa velocidade	10-25
Zonas de vehículos a velocidade moderada	15-30

01.02.02.02. Elección dos equipos

01.02.02.02.01. Lámpadas.

Para reducir custos (instalación, funcionamento e mantemento), a elección das lámpadas debe facerse tendo en conta principalmente:

- Eficacia luminosa (lum/W): deben utilizarse as lámpadas de maior eficacia luminosa (igual ou superior a 100 lum/W). A maior eficacia luminosa menor número de lámpadas, luminarias e apoios, e isto implica un menor investimento inicial e menores custos de funcionamento.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

- Vida útil:** a maior vida útil menores custos de mantemento. Convén instalar lámpadas cunha vida útil superior ás 12.000 horas.
- Calidade da iluminación:** a maior índice de reprodución cromática máis capacidade para reproducir as cores “verdadeiras” dos obxectos. En iluminación pública debe elixirse o índice estritamente necesario para a zona que se vai iluminar.

A continuación inclúese unha táboa comparativa dos diferentes tipos de lámpadas que se utilizan en iluminación exterior na que se indica tamén o seu campo de utilización recomendado. No anexo que se acompaña inclúese máis información sobre elas.

Principais características das lámpadas de iluminación exterior

Tipo lámpada	Eficacia (lumen/W)	Vida útil (horas)	IRC (*)	Reprendido en quente	Uso recomendado
Halóxena	13 a 25	2.000-5.000	100	Instantáneo	Iluminación de seguridade e de monumentos (**)
Fluorescentes tubulares	40 a 100	6.000-79.000	60 - 90	Instantáneo	Túneles, pasos inferiores, pontes
Indución	65-80 (***)	60.000	80 - 89	Instantáneo	Rúas urbanas
Vapor de mercurio	35 a 60	8.000-16.000	50 - 60	10 minutos	Parques e xardíns
Haloxenuros metálicos	70 a 120	10.000 - 16.000	60 - 95	15 minutos	Rúas urbanas, zonas comerciais, monumentos
Vapor de sodio de alta presión	66 a 150	12.000 - 18.000	20 - 65	1 a 15 minutos	Rúas urbanas, estradas e autoestradas, grandes espazos, monumentos
Vapor de sodio de baixa presión	100 a 200	12.000	NULO	0,2 minutos	Estradas e autoestradas, túneles, pasos inferiores, balizamento
LED	10 a 20	100.000	75 - 80	instantáneo	Balizamento, sinalización

*IRC: índice de rendemento da cor.

**Debido ao seu baixo rendemento este tipo de lámpada so convén utilizala para iluminacións de curta duración (iluminación de monumentos -de prendido con moedas-; iluminación de seguridade acompañando a lámpadas de descarga -funcionamento só durante o tempo de reprendido das de descarga-).

***Tendo en conta o consumo do sistema (lámpada, antena, xerador de HF)

Especificacións técnicas recomendadas para lámpadas:

- Marca CE.
- Rendemento: ≥ 100 lumen/watt
- Vida útil: ≥ 12.000 horas.
- Índice de reprodución cromática: igual ou superior ao recomendado para o tipo de zona que se vai iluminar.
- Tolerancia máxima da tensión de arco: ± 10 volts.

01.02.02.02.02. Equipos auxiliares: balastros

As lámpadas de descarga necesitan dispoñer dalgún dispositivo estabilizador da corrente (balastros) e ademais, nalgúns casos é necesario un elemento de arranque (arrancador) e un elemento para corri-xir o factor de potencia (condensador). Nos balastros prodúcense unhas perdas de enerxía que dependen do tipo de balastro (electromagnético ou electrónico) e do tipo e mais da potencia das lámpadas.

18

Na seguinte gráfica obsérvase a porcentaxe de perdas destes equipos, sobre a potencia da lámpada, en función destes factores:

Tipo de lámpada	Tipo de balastro		
	Electromagnético estándar	Electromagnético de baixas perdas	Electrónico
Fluorescencia	20-25%	14-16 %	8-11 %
Descarga	14-20%	8-12 %	6-8 %
Halóxenas de baixa tensión	15-20%	10-12 %	5-7 %

Como se pode observar no cadro anterior, os balastros electrónicos teñen menores perdas ca os electromagnéticos. Ademais, os balastros electrónicos estabilizan e regulan a tensión co que contribúen a alongar a vida das lámpadas e manter as súas características ao longo do tempo, e aseguran o corte automático da alimentación cando a lámpada está defectuosa.

Nunha instalación con balastros electromagnéticos un 1% de sobretensión implica un 3% de consumo adicional e un funcionamento permanente cunha subtensión do 7% pode aumentar a mortalidade das lámpadas e dos equipos nun 50%. Isto evítase cos balastros electrónicos.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

A diferenza de prezo entrambos os tipos (os electrónicos son máis caros) amortízase nuns seis anos de funcionamento das instalacións.

FICHA BALASTROS ELECTRÓNICOS

Vantaxes:

- ▮ Redución do consumo superior ao 25% respecto a un electromagnético de baixas perdas.
- ▮ Incremento da eficacia da lámpada (hai que instalar menos lámpadas para obter o mesmo nivel de iluminación) .
- ▮ Incremento da vida da lámpada ata un 50%. Redución dos custos de mantemento.
- ▮ Non se necesita arrancador para prender a lámpada, e isto implica outra redución dos custos de mantemento.
- ▮ Non se necesita condensador para a corrección do factor de potencia, posto que a demanda de enerxía reactiva dos balastros electrónicos é desprezable.
- ▮ Elimínanse os ruídos producidos polos equipos.
- ▮ Nivel de iluminación constante, non afectado polas variacións de tensión.
- ▮ Incorporan protección contra as sobretensións.
- ▮ Desconexión automática das lámpadas defectuosas ou esgotadas.
- ▮ Posibilidade de regular o nivel de iluminación.

Inconvenientes:

- ▮ Custo máis elevado ca os balastros electromagnéticos.

Sobrecustos:

- ▮ Inclúense os sobrecustos e mais o período de retorno do sobreinvestimento respecto a un balastro electromagnético de baixas perdas (man de obra e IVE incluído): (valores medios para un funcionamento de 4300 horas/ano).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Balastro electrónico para lámpada de haloxenuros metálicos	100 euros	6 anos
Balastro electrónico para lámpada de vapor de sodio a alta presión		
Balastro electrónico para lámpada de vapor de sodio a baixa presión		
Balastro electrónico para lámpada de vapor de mercurio cor corrixida		

Especificacións técnicas recomendadas para balastros:

– Conforme ás normas:

- | RFI: (Conducida) EN 55015
(Radiado) EN 55022
- | Inmidade EN 61547
- | Humidade EN 60068-2-3-Ca
- | Seguridade EN 60928 (Balastros electromagnéticos EN 60922)
- | Harmónicos EN 61000-3-2
- | Funcionamento: EN 60929 (Balastros electromagnéticos EN 60923)
- | Marca CE.
- | Perda de potencia (W) < 10% Potencia Nominal da lámpada
- | Tensión Nominal(V): 220 - 240
- | Frecuencia (Hz): 50/60
- | Factor de potencia (Potencia Nominal) > 0,95
- | Fugas a terra por balastro (mA) < 0,5
- | Protección contra lámpada avariada.
- | Rango de temperatura(°C): -40...50
- | Ratio de fallo a temperatura nominal da carcasa(%/1000h): 0.35
- | Vida útil a temp.nominal da carcasa. (Max. 5% fallos) horas: 60,000

20

Existen tamén balastros, tanto electrónicos coma electromagnéticos, con posibilidade de redución da potencia e do fluxo luminoso emitido pola lámpada (balastros de dobre nivel) que se tratan no apartado "1.2.2.2.5. Automatización das instalacións".

Por outra parte, as lámpadas de indución requiren un xerador de alta frecuencia adaptado ao tipo de lámpada, que se debe adquirir conxuntamente coa lámpada.

01.02.02.02.03. Luminarias

Defínese luminaria como todo equipo que reparte, filtra ou transforma a luz dunha ou de varias lámpadas e que comprende todos os dispositivos necesarios para a súa fixación e protección. En definitiva, a luminaria é o aparello que distribúe a luz proporcionada pola lámpada.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Desde o punto de vista enerxético, para a selección dunha luminaria deben terse en conta tres criterios principais:

■ Rendemento da luminaria: $\eta = \text{Fluxo luminaria} / \text{Fluxo lámpada} (\%)$

Debe observarse o rendemento da luminaria no hemisferio inferior e no superior. Para evitar contaminación lumínica debe reducirse ao máximo a emisión no hemisferio superior (convén elixir luminarias de rendemento no hemisferio superior nulo ou próximo a cero) e para maximizar o aproveitamento da luz emitida pola lámpada deben elixirse luminarias de elevado rendemento no hemisferio inferior.

A elección de luminarias de alto rendemento permite reducir a potencia e o número dos puntos de luz, co conseguinte aforro de enerxía.

■ Factor de depreciación e mantemento:

A diminución da iluminancia co tempo está motivada principalmente pola diminución do fluxo emitido polas lámpadas debido ao seu envellecemento e debido a factores como o ensuciamento da lámpada e da luminaria, humidade, etc.

A utilización de luminarias de elevado índice de protección contra o po e a auga permite manter os niveis de iluminación co tempo e reduce os custos de mantemento.

■ Cegamento:

Para reducir os efectos de cegamento e implantar instalacións de iluminación eficientes, aconséllase limitar as potencias das fontes de luz en función da altura de implantación, segundo se recolle na seguinte táboa.

Altura implantación (m)	Fluxo luminoso recomendado (lm)	Tipo de lámpada			
		v.s.a.p. (W)	h.m. (W)	v.m. (W)	v.s.b.p. (W)
5	5.000	50 - 70	70	50 - 80 - 125	18 - 35
8	7.500 - 17.000	100 - 150	100 - 150	250	55-90
10	17.000 - 32.000	150 - 250	150 - 250	400	135
12	32.000 - 56.000	250 - 400	250 - 400	700	180
15	56.000 - 90.000	400 - 600	400 - 600	1.000	---
20	90.000 - 130.000	600 - 1.000	600 - 1.000	---	---

v.s.a.p.: vapor de sodio de alta presión.

v.s.b.p.: vapor de sodio de baixa presión.

v.m.: vapor de mercurio.

h.m.: haloxenuros metálicos.

A elección da altura dos soportes (báculos, postes) debe ter en conta en primeiro lugar criterios enerxéticos e ambientais e despois criterios estéticos.

Especificacións técnicas recomendadas para luminarias:

- Mercado CE.
- Conforme ás normas: EN 60598
- Luminaria: IP 66 (EN 60598), \geq IK 08 (EN 50102).
(óptica e luminaria, para poder empregar balastos electrónicos).
- Carcasa e base de fixación en aliaxe lixeira inxectada.
- Reflector de aluminio anodizado.
- Parafusos: AISI 316
- Sistema de fixación: aceiro galvanizado en quente.
- Rendemento no hemisferio superior:
 - Luminarias de distribución asimétrica $\leq 0,7\%$
 - Luminarias de distribución simétrica (tipo globo ou cogomelo) $\leq 2,5\%$
- Rendemento no hemisferio inferior:
 - Luminarias de distribución asimétrica $\geq 80\%$
 - Luminarias de distribución simétrica (tipo globo ou cogomelo) $\geq 75\%$

22

As luminarias deben elixirse en función das súas prestacións fotométricas e o control da contaminación lumínica.

Exemplo comparativo de dous tipos de luminarias.

A continuación amósase un exemplo comparativo dunha instalación cunha luminaria tipo globo, cun índice de protección IP-55 e un fluxo da lámpada ao hemisferio superior (F.H.S.inst.) dun 40%, por outra luminaria de índice IP-66 e cun FHS-inst. de 0%.

■ Características da rúa:

Ancho: 10 m
Lonxitude: 500 m
Vía peonil con tráfico rodado.
Nivel de iluminación recomendado: 10 – 25 lux

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Opción 1:

Luminaria tipo globo. IP 55 FHSinst 40%

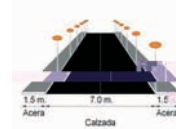
Altura: 3 m

Distancia entre luminarias: 15 m

Instalación: en paralelo, intercaladas

Lámpada: VSAP 100 W

Fluxo luminoso da lámpada: 9.600 lm.



Opción 2:

Luminaria: con IP 66 e un FHSinst de 0%.

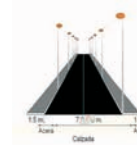
Altura: 7 m

Distancia entre luminarias: 30 m

Instalación: en paralelo, intercaladas

Lámpada: VSAP 100 W

Fluxo luminoso da lámpada: 9.600 lm



Resultados opción 1:

Nivel medio en servicio: 9,15 lux

Uniformidade media: 0,28

Uniformidade extrema: 0,08

Grao de cegamento: 2

Núm. de puntos de luz necesarios: 33

O consumo enerxético, para este caso, é de 11.253 kWh (tendo en conta que a instalación dispón dun sistema de acendido intelixente e dun sistema de dobre nivel).

Resultados opción 2:

Nivel medio en servicio: 11,85 lux

Uniformidade media: 0,46

Uniformidade extrema: 0,21

Grao de cegamento: 7

Núm. de puntos de luz necesarios: 17

Para este caso, o consumo enerxético diminúe ata 5.797 kWh (tendo en conta que a instalación dispón dun sistema de acendido intelixente e dun sistema de dobre nivel).

CONCLUSIÓNS:

A utilización dunha luminaria máis eficiente suporá:

- Unha mellora dos niveis de iluminación coa mesma lámpada e menos puntos de luz (incremento dun 23%).
- Un aforro enerxético e, en consecuencia, económico (uns 5.456 kWh/ano e uns 475€/ano) .
- Un aforro económico por redución dos custos de mantemento e reposición duns 300€/ano.
- Unha redución da contaminación lumínica da zona.
- Redución do grao de cegamento ata 5 puntos.

O investimento da instalación, no caso de a realizar nova, para as dúas opcións sería:

Investimento opción 1 (€)	45.000
Investimento opción 2 (€)	35.000

A diferenza de prezo para o investimento supón unha diminución de 10.000 € na opción 2, xa que:

- Aínda que a luminaria da opción 2 sexa máis cara, como leva un menor número de puntos de luz, suporá unha redución do investimento final que hai que realizar.
- A menor cantidade de puntos de luz que se van instalar suporá unha menor potencia instalada, e isto posibilita a utilización de condutores de menor sección coa conseguinte redución dos custos.
- A menor potencia instalada na opción 2 permitirá instalar equipos de dobre nivel na cabeceira de liña de menor potencia e menor custo.
- Así mesmo, a utilización de menos puntos a máis altura, suporá unha redución dos custos en apoios (columnas) e en arquetas coas correspondentes tomas de terra.

01.02.02.02.04. *Mantemento dos equipos e das prestacións*

É necesario efectuar un mantemento periódico das instalacións para conservar a eficacia enerxética das mesmas: limpar luminarias, cambiar lámpadas e condensadores, controlar os soportes.

Nos contratos de mantemento das instalacións debe figurar o nivel de iluminación medio que hai que manter e a periodicidade das operacións de mantemento que se realizarán co obxectivo de manter ese nivel de iluminación.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

01.02.02.02.05. Automatización de instalacións

■ Sistemas de acendido.

Existen dous sistemas principais de prendido das instalacións de iluminación pública:

- Interruptor crepuscular
- Interruptor con reloxo astronómico

O interruptor crepuscular permite o prendido e o apagado das instalacións en función do nivel de iluminación natural, pero ten como inconveniente principal a perda de sensibilidade coa sucidade. Cando se ensucian, as instalacións funcionan máis tempo do debido e isto implica un consumo de enerxía innecesario.

O interruptor con reloxo astronómico é un aparello deseñado para o acendido e o apagado da iluminación pública, coincidindo exactamente coas saídas e coas postas do sol do lugar no que se atope, calquera día do ano, utilizando como dato de situación a lonxitude e a latitude do lugar.

Respecto a unha instalación con prendido e apagado mediante interruptor crepuscular, o reloxo astronómico permite reducir o tempo de funcionamento das instalacións nun 5%, polo que o período de retorno do investimento neste equipo (uns 300 euros) amortízase en menos dun ano.

Especificacións técnicas recomendadas para interruptores crepusculares:

- Conforme ás normas: EN 60669-2-1
- Tensión nominal: 230 Vc.a.
- Frecuencia nominal: 50 Hz
- Poder de ruptura 10 A / 250 Vc.a.
- Retardo de conexión/desconexión: 60 segundos.
- Consumo propio: ≤ 8 VA
- Temperatura de funcionamento: de -30 °C a $+50$ °C
- Sensibilidade: 5 - 300 lux logarítmico
- Clase de protección II segundo EN 60335
- Tipo de protección IP 65 segundo EN 60529



Custos (man de obra e IVE incluído):

Equipo	Investimento
Interruptor crepuscular	100 euros

Especificacións técnicas recomendadas para reloxos astronómicos:

- | Conforme ás normas: EN 60730-2-7
- | Axuste por zonas xeográficas.
- | Corrección de prendido-apagado de ± 99 minutos.
- | Actualización do horario astronómico cada 4 días.
- | Bloqueo da programación mediante unha clave de acceso.
- | Cambio horario verán-inverno automático.
- | Programas especiais para fins de semana e festivos.
- | Tensión nominal: 230 Vc.a.
- | Frecuencia nominal: 50 Hz
- | Poder de ruptura: 10 A / 250 Vc.a.
- | Reserva de marcha: ≥ 4 anos sen alimentación a 23 °C
- | Precisión de marcha: ± 1 s/día entre 20 °C e 30 °C
- | Consumo propio: ≤ 6 VA
- | Temperatura de funcionamento -20 °C a +45 °C
- | Clase de protección II segundo EN 60335
- | Tipo de protección (mínima): IP 52 segundo EN 60529

Sobrecustos

Inclúense os custos e o período de retorno do sobreinvestimento respecto a un interruptor crepuscular (man de obra e IVE incluído):

(valores medios para un funcionamento de 4300 horas/ano).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Interruptor astronómico	300 euros	1 ano

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

■ Sistemas de regulación do nivel de iluminación.

Nas instalacións de iluminación pública con lámpadas de descarga pode reducirse o consumo enerxético nas horas de madrugada ou en circunstancias de menor esixencia visual mediante a redución do fluxo luminoso.

Para facer esta redución existen tres sistemas principais:

- Balastros electromagnéticos de dobre nivel.
- Reguladores da tensión na cabeceira da liña.
- Sistemas baseados en balastros electrónicos.

■ Balastros electromagnéticos de dobre nivel

Estes equipos actúan independentemente sobre cada lámpada (precísase instalar un equipo por cada lámpada), reducindo a tensión de alimentación á lámpada cando reciben un sinal programado, e isto tradúcese nunha redución do consumo e da cantidade de luz emitida.

Dentro destes equipos existen:

- Unidades reductoras de consumo con fío de mando.

Estes equipos precisan dunha liña de mando adicional á liña da iluminación pública para poder actuar sobre as lámpadas. Ademais, soen levar un reloxo e un contactor no cadro de mando onde se programa a hora de entrada en funcionamento do dobre nivel. A través da programación do reloxo, pódese elixir cando se realiza a redución de consumo.

- Unidades reductoras de consumo sen fío de mando.

Este tipo de equipos actúa sobre as lámpadas a través da programación que ten cada equipo. Esta programación pódese realizar a través de microinterruptores que leva o propio equipo ou pode vir programado de fábrica.

O inconveniente deste tipo de unidades reside na dificultade de cambiar nun momento dado a programación, xa que tería que realizarse a actualización punto por punto, e isto representa un elevado custo.

A vantaxe engadida dos balastros de dobre nivel é a maior duración das lámpadas, posto que, xeralmente, as sobretensións prexudiciais prodúcense nas liñas nas horas nas que se conecta a iluminación ao nivel reducido.



FICHA BALASTROS ELECTROMAGNÉTICOS DE DOBRE NIVEL

Vantaxes:

- ▮ Redución do consumo dun 35 ao 40% cunha redución de fluxo do 45 ao 55%.
- ▮ Diminución do efecto das sobretensións nas lámpadas durante os períodos nocturnos de baixa carga xeral.

Inconvenientes:

- ▮ Requiren unha instalación en cada punto, e isto dificulta a súa aplicación en instalacións existentes.

Sobrecustos:

Inclúense os custos e o período de retorno do sobreinvestimento respecto a un balastro electromagnético dun só nivel (man de obra e IVE incluído):

(valores medios para un funcionamento de 4300 horas/ano).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Balastro electromagnético de dobre nivel e fío de mando	60 euros	4 anos
Balastro electromagnético de dobre nivel de programación mediante microinterruptores	45 euros	3 anos

Especificacións técnicas recomendadas para balastros electromagnéticos de dobre nivel:

– Conforme ás normas:

- ▮ RFI: (Conducida) EN 55015
(Radiado) EN 55022
- ▮ Inmidade EN 61547
- ▮ Humidade EN 60068-2-3-Ca
- ▮ Seguridade EN 60922

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

- Harmónicos EN 61000-3-2
- Funcionamento: EN 60923
- Marca CE.
- Perda de potencia (W) < 10% Potencia Nominal da lámpada
- Voltage (V): 230 V.
- Temperatura máxima nos bobinados dos balastos(T_w): 130°C
- Redución da potencia da lámpada: 35 – 40%.
- Redución do fluxo da lámpada: 45 – 55%
- Frecuencia (Hz): 50/60
- Fugas a terra por balastro (mA) < 0,5
- Rango de temperatura(°C): -20...50
- Ratio de fallo a temperatura nominal da carcasa(%/1000h): 0.35
- Vida útil a temp.nominal da carcasa. (Max. 5% fallos) horas: 60,000

■ Redutores de fluxo na cabeceira da liña

Estes equipos, instalados xunto ao cadro de mando, protección e medida, actúan da mesma forma ca as unidades reductoras de consumo, coa diferenza de que, en vez de realizar a modificación da tensión de forma independente sobre cada lámpada, actúan sobre o conxunto da instalación. É dicir, o reductor de fluxo baixa a tensión de alimentación ao conxunto lámpada - balastro, para obter diminucións de potencia en torno ao 40% para reducións do fluxo luminoso do 50%.

Estes equipos están constituídos basicamente por un transformador de saídas múltiples, un reloxo para establecer o período de redución e conmutadores para elixir a tensión de saída.

O reductor de fluxo debe estar dotado de estabilización da tensión e regulación independentemente por fase.

O principio de funcionamento deste equipo baséase nun autotransformador que se alimenta directamente da tensión da rede no seu circuíto primario. As súas tomas no circuíto secundario van unidas á saída a través dos interruptores estáticos da unidade electrónica. Os interruptores estáticos son semicondutores gobernados por un sistema electrónico de xeito que, en todo momento, haxa un só semiconductor activo (o da toma que naquel instante proporcione a tensión de saída desexada).

A unidade electrónica de control é a encargada de xestionar as decisións (a través dunha tensión de referencia que ten gravada nunha memoria), vixía constantemente a tensión de saída do equipo



co fin de activar un tiristor ou outro dependendo da toma que deba conmutar para compensar a saída. Cando se activa a orde de aforro nun momento dado, o microprocesador, en cada fase, irá diminuíndo lentamente esta tensión de referencia en rampla, de forma que a saída permaneza estabilizada, incluso, durante o transcurso da mesma.

FICHA REDUTOR ESTABILIZADOR EN CABECEIRA DE LIÑA (estático)

Vantaxes:

- ▮ Redución do consumo dun 40% cunha redución de fluxo do 50%.
- ▮ Diminución do efecto das sobretensións sobre as lámpadas (tanto a nivel máximo de potencia coma a nivel reducido): non existe sobreconsumo nin redución da vida útil das lámpadas derivadas das sobretensións.
- ▮ Instalación sinxela. En instalacións existentes é máis recomendable ca a montaxe de balastos de dobre nivel.

Inconvenientes:

- ▮ Os puntos de luz máis afastados do redutor reciben menor tensión ca os máis próximos (devido á caída da tensión nas liñas), e isto pode implicar o apagado destes puntos se se baixa en exceso a tensión durante o período de redución.

Sobrecustos:

Inclúense os custos e o período de retorno do sobreinvestimento respecto a balastos de dobre nivel (man de obra e IVE incluído):

(valores medios para un funcionamento de 4300 horas/ano).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Equipo redutor estabilizador de 10 kVA	2.400 euros	6 anos
Equipo redutor estabilizador de 15 kVA	2.700 euros	5 anos
Equipo redutor estabilizador de 20 kVA	2.800 euros	4 anos
Equipo redutor estabilizador de 25 kVA	2.900 euros	3 anos
Equipo redutor estabilizador de 30 kVA	3.000 euros	3 anos
Equipo redutor estabilizador de 40 kVA	4.400 euros	3 anos
Equipo redutor estabilizador de 50 kVA	5.000 euros	3 anos
Equipo redutor estabilizador de 60 kVA	5.300 euros	3 anos

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Especificacións técnicas recomendadas para reducores estabilizadores en cabeceira de liña:

- Marca CE.
- Regulación independente por fase.
- Perdas (W) < 3% Potencia total das lámpadas
- Tensión (V): 230/400 (tres fases e neutro)
- Tolerancia de Funcionamento: $\pm 8\%$
- Regulación máxima da tensión de saída: -20%
- Frecuencia (Hz): 50 ± 2
- Rango de temperatura de funcionamento ($^{\circ}\text{C}$): -40 ... +45
- Humidade (máx): 95%
- Ruído a 1 m.: < 35 dB(A).

■ Balastros electrónicos.

■ *Balastros electrónicos de dobre nivel.*

Son equivalentes aos balastros electromagnéticos de dobre nivel, pero con tecnoloxía electrónica. Existen modelos con fío de mando, con microinterruptores e con ambas as posibilidades de regulación.

Caracterízanse porque teñen menores perdas ca os electromagnéticos, estabilizan a tensión de saída e non requiren corrección do factor de potencia nin arrancador.

Deben situarse en luminarias con protección IP66 na zona onde se colocan os equipos.

FICHA BALASTROS ELECTRÓNICOS DE DOBRE NIVEL

Vantaxes:

- Redución do consumo superior ao 50% respecto a un electromagnético.
- Incremento da vida da lámpada ata un 50%. Redución dos custos de mantemento.
- Non se necesita arrancador para o prendido da lámpada, e isto implica outra redución dos custos de mantemento.

- ▮ Non se necesita condensador para a corrección do factor de potencia, posto que a demanda de enerxía reactiva dos balastos electrónicos é desprezable.
- ▮ Elimínanse os ruídos producidos polos equipos.
- ▮ Nivel de iluminación constante, non afectado polas variacións de tensión.
- ▮ Incorporan protección contra as sobretensións.
- ▮ Desconexión automática das lámpadas defectuosas ou esgotadas.

Inconvenientes:

- ▮ Custo máis elevado ca os balastos electromagnéticos.

Sobrecustos:

Inclúense os custos e o período de retorno do sobreinvestimento respecto a un balastro electromagnético de dobre nivel (man de obra e IVE incluído):

(valores medios para un funcionamento de 4300 horas/ano, a metade das cales se realiza a redución de potencia).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Balastro electrónico de dobre nivel	120 euros	7 anos

Especificacións técnicas recomendadas para balastos electrónicos de dobre nivel:

– Conforme ás normas:

- ▮ RFI: (Conducida) EN 55015
(Radiado) EN 55022
- ▮ Inmunidade EN 61547
- ▮ Humidade EN 60068-2-3-Ca
- ▮ Seguridade EN 60922
- ▮ Harmónicos EN 61000-3-2
- ▮ Funcionamento: EN 60923
- ▮ Marca CE.
- ▮ Nivel de redución: 40% ou 50% da potencia nominal
- ▮ Modo de programación do nivel de redución: microinterruptores / liña de mando
- ▮ Perda de potencia (W) < 5% Potencia Nominal da lámpada (nominal power and reduced power)



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

- | Tensión (V): 230
- | Tolerancia de Funcionamento (V): 190 - 253
- | Frecuencia (Hz): 50 / 60
- | Factor de potencia (Potencia Nominal) > 0,95
- | Fugas a terra por balastro (mA) < 0,5
- | Protección contra lámpada avariada.
- | Rango de temperatura(°C): -20...+50
- | Protección IP (mín): IP 40
- | Ratio de fallo a temperatura nominal da carcasa(%/1000h): 0.35
- | Vida útil a temp.nominal da carcasa. (Max. 5% fallos) horas: 60,000

■ Sistemas de xestión centralizada.

Estes sistemas teñen como obxectivo reducir os custos de mantemento e o consumo das instalacións.

Existen moitos sistemas de xestión diferentes. O máis completo está constituído polas seguintes unidades:

- | Unidade de punto de luz. Recolle a información do estado da lámpada (e mide a súa tensión de arco), dos equipos auxiliares e da apertura da porta do soporte (se existe) e transmitella á unidade do cadro de mando.
- | Unidade do cadro de mando. Mide as tensións de subministración, as intensidades, a potencia activa e reactiva, a enerxía consumida (diariamente e acumulada). Controla o prendido e o apagado da instalación. Transmite e recibe información da unidade de control remoto mediante modem telefónico, telefonía móbil ou radio.
- | Unidade de control remoto. PC con software de control específico. Recibe a información das unidades do cadro de mando e envía ordes de funcionamento. Emite diariamente os partes de avaría derivados da información recompilada.
Permite configurar os parámetros de funcionamento da instalación e coñecer en calquera momento o estado dos distintos compoñentes.
Con balastos electrónicos pódese regular o nivel de iluminación entre un 20% e un 100% (regulación da potencia da lámpada entre un 35% e un 100%).

Debido á gran variedade de sistemas que existen non se entra a tratar máis en profundidade este modo de control.

RESUMO APARTADO 1.2.2

- ▮ No prego de contratación das instalacións de iluminación exterior debe solicitarse unha estimación do consumo enerxético das distintas alternativas ofertadas.
- ▮ Deben requirirse lámpadas de elevada eficiencia luminosa e longa vida útil. En xeral, utilizaranse lámpadas de vapor de sodio, e se é necesario un maior índice de reprodución cromática lámpadas de haloxenuros metálicos.
- ▮ Os balastos electrónicos son mais eficientes ca os electromagnéticos
- ▮ As luminarias deben ter un baixo rendemento no hemisferio superior (isto é, non iluminar para arriba), e un elevado índice de protección contra a auga e o po, para que a sucidade non diminúa en exceso a súa efectividade.
- ▮ O control de acendido máis eficiente realízase mediante reloxos astronómicos.
- ▮ Na maioría dos casos pode realizarse unha redución do nivel de iluminación durante a madrugada, para iso, preferentemente, empregaranse sistemas de dobre nivel con redutores de fluxo na cabeceira da liña.

34



01.02.03. Iluminación interior de edificios

(Para máis información sobre iluminación interior consúltese o apartado 2.2.6, para máis información sobre lámpadas consúltese o anexo I)

A importancia dunha correcta iluminación en calquera tipo de ambiente é fundamental e atende a dous obxectivos:

- ▮ Boa visibilidade.
- ▮ Satisfacción visual.

Este capítulo contén información relativa aos equipos utilizados en iluminación que se debe considerar tanto cando se fagan instalacións novas coma cando se renoven as existentes. Para a súa elaboración tiveronse en conta as regulamentacións e as normas que establecen os niveis de iluminación máximos e mínimos que deben existir en cada edificación segundo o seu uso.

Un sistema de iluminación debe conciliar unha adecuada calidade da iluminación cun uso racional da enerxía para o que se require actuar durante a fase de deseño (deseño eficiente) e na xestión e no mantemento das instalacións (de acordo co previsto na fase de deseño).

- ▮ Fase de deseño: o deseño debe axustarse ás necesidades de utilización, introducindo as tecnoloxías máis adecuadas. Dos tipos de instalacións que cubran as necesidades deben elixirse

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

aqueles que teñan un custo mínimo ao longo da vida útil da instalación (deben compararse os custos totais de investimento e funcionamento durante a vida das instalacións de iluminación).

- I Xestión e mantemento: a maior eficiencia dunha instalación de iluminación conséguese cun bo labor de xestión e mantemento, que consiste en xeral en realizar un seguimento constante dos parámetros de luminosidade e de seguridade.

01.02.03.01. Criterios de deseño

No deseño dunha instalación de iluminación interior deben considerarse os seguintes aspectos:

- a) Espazo que se vai iluminar.

Os espazos deben clasificarse segundo a actividade visual que se vai desenvolver: biblioteca, laboratorios, oficinas, aulas, piscinas, corredores,... o tempo anual de utilización e a achega de luz natural que presenten.

- b) Parámetros de iluminación recomendados.

Para cada espazo existen niveis de iluminación recomendados que deben seguirse:

- I iluminancia media (lux).
- I Rendemento da cor (Ra, IRC).
- I Clase de cegamento.

Na seguinte táboa poden observarse os valores recomendados para distintos locais:

Tipo de dependencia		Iluminancia media (lux)	Clase de cegamento*	Índice de reprodución cromática (Ra, IRC)
Aula de ensino	Xeral	300	B	70 - 80
	Lousa			
Aula de informática	Xeral	500	A	70 - 80
	Lousa	300		
Aula de debuxo	Xeral	750	A	90 - 100
	Lousa	300		
Aula de laboratorio	Xeral	500	B	70 - 80
	Lousa	300		
Biblioteca	Zona lectura	500	B	70 - 80
	Ambiental	200		
Salón de actos	Xeral	200	C	70 - 80
	Escenario	700	—	
Ximnasio	Xeral	300	C	80 - 90
Aula de profesores	Xeral	300	B	70 - 80

Tipo de dependencia	Iluminancia media (lux)	Clase de cegamento*	Índice de reproducción cromática (Ra, IRC)
Cartografía	700	B	70 - 85
Debuxo técnico	700	B	80 - 90
Sala de ordenadores	400	B	70 - 85
Secretaría	500	B	70 - 85
Compras- vendas	500	B	70 - 85
Administración	500	B	70 - 85
Contabilidade	500	B	70 - 85
Publicidade	500	B	70 - 85
Facturación	500	B	70 - 85
Oficina persoal	500	B	70 - 85
Servizos xurídicos e financeiros	500	B	70 - 85
Cálculo	500	B	70 - 85
Organización	500	B	70 - 85
Despachos de xerencia e dirección	500	B	70 - 85
Sala de conferencias	300	C	70 - 85
Recepción	300	C	70 - 85
Despachos de atención ao publico	300	C	70 - 85
Laboratorios	500	B	70 - 85
Talleres	500	B	70 - 85
Cámaras acoirazadas	400	C	70 - 85
Arquivo	200	C	70
Centraliña	300	C	70
Correos	300	C	70
Cocina	300	C	70 - 85
Locais auxiliares	150	C	70
Áreas de servizo	150	C	70
Recepción / expedición	150	C	70
Sala de exposicións	200	-	90
Sala de demostracións	100 - 1000	-	90
Sala de conferencias	300	C	70 - 85
Sala de visitas	300	C	70 - 85
Sala de descanso	200	C	70 - 85
Cafetaría/comedor	200	C	70 - 85
Vestíbulos	200	C	70 - 85
Corredores	150	C	70 - 85
Aseos	150	D	70 - 85
Almacéns	100	D	70

*Segundo CIE

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

A continuación, expóñense algunhas recomendacións para o deseño das instalacións:

- Agrupar nunha mesma zona as actividades semellantes e, no caso en que isto non sexa posible, adoptar unha solución de iluminación media.
- As actividades que requiran dunha maior iluminación deben situarse nas zonas próximas á iluminación natural.
- En interiores de traballo, o factor máis importante é proporcionar iluminación axeitada no plano de traballo.

01.02.03.02. Elección de equipos: lámpadas, luminarias, auxiliares

Á hora de seleccionar o tipo adecuado de luminaria, lámpada e equipo auxiliar, é necesario determinar, en primeiro lugar, a dependencia obxecto de estudo, tendo en conta a actividade que se vai realizar nela.

Lámpadas. Para reducir os custos (instalación, funcionamento e mantemento), a elección das lámpadas debe facerse considerando as seguintes características:

- Índice de reprodución cromática: a maior índice de reprodución cromática máis capacidade para reproducir as cores “verdadeiras” dos obxectos.
Entre as lámpadas que cumpran o rendemento de cor mínimo recomendado para a actividade que se vai desenvolver, debe elixirse aquela que teña maior eficiencia (lum/W) e maior vida útil.
- Eficacia luminosa (lum/W): deben empregarse lámpadas dunha eficacia luminosa igual ou superior a 90 lum/W. A maior eficacia luminosa menor número de lámpadas e de luminarias, e isto supón un menor investimento inicial e menores custos de funcionamento.
- Vida útil: a maior vida útil menores custos de mantemento. Convén instalar lámpadas cunha vida útil superior ás 12.000 horas.

A continuación inclúese unha táboa comparativa dos diferentes tipos de lámpadas utilizadas en iluminación interior na que se indica tamén o seu campo de utilización recomendado. No anexo que se acompaña inclúese máis información sobre elas.



Tipo lámpada	Eficacia (lumen/W)	Vida útil (horas)	IRC (*)	Reprendido en quente	Uso recomendado
Halóxena	13 a 25	2.000-5.000	100	Instantáneo	Iluminación localizada, decorativa
Fluorescentes tubulares	40 a 100	6.000 - 79.000	60 - 90	Instantáneo	Xeral
Fluorescentes compactas	65 a 90 decorativa	6.000 - 15.000	80	Instantáneo	Xeral, localizada,
Indución	65-80 (***)	60.000	80 - 89	Instantáneo	Xeral
Vapor de mercurio	35 a 60	8.000 - 16.000	50 - 60	10 minutos	Xeral
Haloxenuros metálicos	70 a 120	10.000 - 16.000	60 - 95	15 minutos	Xeral, localizada
Vapor de sodio de alta presión	66 a 150	12.000 - 18.000	20 - 65	1 a 15 minutos	Xeral
LED	10 a 20	100.000	75 - 80	Instantáneo	Balizamento, sinalización

38

*IRC: índice de rendemento da cor.

**Debido ao seu baixo rendemento este tipo de lámpada só convén utilizalo para iluminacións de curta duración.

***Tendo en conta o consumo do sistema (lámpada, antena, xerador de HF)

No referente á temperatura de cor, o tipo que se vai empregar depende da actividade que se realice, tal e como se reflicte a continuación:

Temperatura de cor da lámpada	Actividade
Tons cálidos: < 3.000 K	Áreas de descanso. Salas de espera. Áreas de recreo.
Tons neutros: 3.300-5.000 K	Áreas cunha importante achega de luz natural Tarefas visuais medias
Tons fríos: 5.000 K	Tarefas visuais de alta concentración

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Especificacións técnicas recomendadas para lámpadas de interior:

- Mercado CE.
- Rendemento: ≥ 90 lumen/watt
- Vida útil: ≥ 12.000 horas.
- Índice de reprodución cromática: igual ou superior ao recomendado para o tipo de actividade que se vai desenvolver.

En liñas xerais, pódese indicar que nas zonas de altura reducida (inferior a 5 metros), convén empregar lámpadas fluorescentes de elevado rendemento, mentres que nas zonas de maior altura convén empregar lámpadas de vapor de sodio a alta presión ou de haloxenuros metálicos.

■ Luminarias.

A luminaria é o aparello de iluminación que reparte, filtra ou transforma a luz emitida por unha ou varias lámpadas e que comprende todos os dispositivos necesarios para o soporte, a fixación e a protección das lámpadas e os seus equipos auxiliares.

- As luminarias caracterízanse polos seguintes parámetros:
- Distribución fotométrica. Segundo a porcentaxe de fluxo no hemisferio superior e inferior (C.E.I.): directa, semidirecta, directa-indirecta, semiindirecta, indirecta.
- Rendemento da luminaria
- Sistema de montaxe: teito, parede, superficie,...
- Grao de protección
- Clase eléctrica
- Cumprimento da normativa específica.

Entre as luminarias que cumpran a clase de cegamento elixíranse aquelas que teñan un maior rendemento, utilizando sempre que sexa posible iluminación directa.

Especificacións técnicas recomendadas para luminarias de interior:

- Mercado CE.
- Conforme ás normas: EN 60598
- Clase I ou superior.



- Rendemento no hemisferio inferior $\geq 70\%$
- Clase de cegamento: igual ou mellor ca o recomendado segundo o tipo de actividade que se vai desenvolver.
- IP mínimo:
 - Ambientes limpos: 20
 - Ambientes sucios: 43
- Cumprimento da normativa particular relativa á dependencia na que vai instalarse.

■ Equipos auxiliares.

As lámpadas incandescentes, halóxenas (excepto as de baixa tensión) e de luz de mestura non precisan ningún equipo auxiliar para se conectar á rede, pero as lámpadas de descarga, requiren balastros e algunhas tamén arrancadores:

A continuación resúmense brevemente os diferentes equipos auxiliares das lámpadas de descarga.

40



- Lámpadas fluorescentes:
 - Requiren un balastro electromagnético, un arrancador e un condensador ou ben un balastro electrónico que fai a función deses tres elementos.
- Lámpadas de vapor de mercurio de alta presión:
 - Requiren un balastro indutivo e un condensador para compensar o factor de potencia ou ben un balastro electrónico.
- Lámpadas de haloxenuros metálicos:
 - Requiren un balastro electromagnético, un arrancador e un condensador ou ben un balastro electrónico.
- Lámpadas de sodio de alta presión:
 - Requiren un balastro electromagnético, un arrancador e un condensador ou ben un balastro electrónico.

■ Selección dos balastros.

A eficiencia enerxética dos balastros varía en función do tipo de balastro, da potencia e mais do tipo de lámpada, e do número de lámpadas asociadas ao equipo. Na seguinte gráfi-

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

ca obsérvase a porcentaxe de perdas dos balastros, sobre a potencia da lámpada, en función destes factores:

SELECCIÓN DO BALASTRO			
Tipo de lámpada	Tipo de balastro		
	Electromagnético estándar	Electromagnético de baixas perdas	Electrónico
Fluorescencia	20-25%	14-16 %	8-11 %
Descarga	14-20%	8-12 %	6-8 %
Halóxenas de baixa tensión	15-20%	10-12 %	5-7 %

A Directiva 2000/55/CE regula os requisitos de eficiencia enerxética dos balastros das lámpadas fluorescentes e clasifícaos nos 7 niveis de eficiencia que se indican (de mellor a peor):

- A1, electrónicos regulables
- A2, electrónicos de baixas perdas
- A3, electrónicos estándar
- B1, electromagnéticos de moi baixas perdas
- B2, electromagnéticos de baixas perdas
- C, electromagnéticos perdas moderadas
- D, electromagnéticos de altas perdas.

En xeral, recoméndase a utilización de balastros electrónicos de baixas perdas ou electrónicos regulables debido a que ofrecen múltiples vantaxes en comparación cos electromagnéticos.

Nas lámpadas fluorescentes, convén utilizar balastros electrónicos con precaldeamento (estes son imprescindibles naquelas que teñen tres ou máis prendidos ao día, se non se quere reducir drasticamente a vida útil da lámpada).

FICHA BALASTROS ELECTRÓNICOS

Vantaxes:

- Redución do consumo superior ao 25% respecto a un electromagnético de baixas perdas.

- ▮ Incremento da eficacia da lámpada (hai que instalar menos lámpadas para obter o mesmo nivel de iluminación).
- ▮ Incremento da vida da lámpada ata un 50%. Redución dos custos de mantemento.
- ▮ Non se necesita cebador para o arranque da lámpada, e isto implica outra redución dos custos de mantemento.
- ▮ Non se necesita condensador para a corrección do factor de potencia, posto que a demanda de enerxía reactiva dos balastros electrónicos é desprezable respecto aos electromagnéticos.
- ▮ Eliminación do efecto estroboscópico (intermitencia da luz). Auméntase a calidade da luz da lámpada (redución das dores de cabeza e cansazo na vista por mor do pestanexo producido polos balastros electromagnéticos).
- ▮ Aumento do confort xeral, eliminándose os ruídos producidos polos equipos.
- ▮ Nivel de iluminación constante, non afectado polas variacións de tensión ao longo do día.
- ▮ Incorporan protección contra as sobretensións.
- ▮ Redución da carga térmica do edificio debido ao seu menor consumo.
- ▮ Desconexión automática das lámpadas defectuosas ou esgotadas.
- ▮ Posibilidade de conexión á corrente continua para iluminación de emerxencia.

Vantaxes adicionais dos balastros electrónicos con regulación:

- ▮ Maior confort dado que permiten axustar o nivel de iluminación ás necesidades.
- ▮ Posibilidade de conectar con sensores de luz e axustar automaticamente a intensidade da luz da lámpada en función da achega de luz natural, mantendo un nivel de luz constante.
- ▮ Redución do consumo de ata un 70% respecto a un sistema con balastros electromagnéticos.

Inconvenientes:

- ▮ Custo máis elevado ca os balastros electromagnéticos.

Sobrecustos:

Inclúense os custos e mais o período de retorno do sobreinvestimento respecto a un balastro electromagnético de baixas perdas (man de obra e IVE incluído):
(valores medios para un funcionamento de 4000 horas/ano).



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Balastro electrónico de baixas perdas (A2) para lámpada fluorescente	18 euros	2 anos
Balastro electrónico regulable (A1) para lámpada fluorescente	60 euros	4 anos
Balastro electrónico para lámpada de haloxenuros metálicos	100 euros	6 anos
Balastro electrónico para lámpada de vapor de sodio a alta presión	100 euros	6 anos

Especificacións técnicas de balastos:

– Conforme ás normas

- RFI: (Conducida) EN 55015
 - (Radiado) EN 55022
 - clase A
 - Inmunidade EN 61547
 - Humidade EN 60068-2-3-Ca
 - Seguridade EN 60926 / EN 60928 (Balastos electromagnéticos EN 60922)
 - Harmónicos EN 61000-3-2
 - Funcionamento: EN 60927 / EN 60929 (Balastos electromagnéticos EN 60923)
 - Test de vibración e impacto: IEC 68-2-6 FC, IEC 68-2-29 Eb
 - Marca CE.
- Perda de potencia (W) < 10% Potencia Nominal da lámpada
- Tensión Nominal(V): 220 - 240
- Tolerancia de funcionamento (V): 202 - 230 - 254
- Tolerancia de operación (V): 198 - 230 - 264
- Frecuencia (Hz): 50/60
- Factor de potencia (Potencia Nominal) > 0,95
- Fugas a terra por balastro (mA) < 0,5
- Protección contra lámpada avariada.
- Rango de temperatura(°C): -15...50
- Ratio de fallo a temperatura nominal da carcasa(%/1000h): 0.35
- Vida útil a temp.nominal da carcasa. (Max. 5% fallos) horas: 60,000
- Protección de sobretensión: 48 hr at 320 V AC, 2 hr at 350 V AC

01.02.03.03. Sistemas de regulación e control da iluminación

A implantación de sistemas de control reduce os custos enerxéticos e de mantemento das instalacións e incrementa a flexibilidade do sistema de iluminación. Este control permite realizar prendidos selectivos e regulación das luminarias durante diferentes períodos de actividade, ou segundo o tipo cambiante de actividade, e permite acadar aforros de enerxía de ata un 65%.

■ Existen catro tipos fundamentais:

- ▮ Regulación e control polo usuario mediante un interruptor manual, un botón, un potenciómetro ou un mando a distancia.
- ▮ Regulación da iluminación artificial segundo a achega de luz natural.
- ▮ Prendido e apagado segundo a presenza na sala.
- ▮ Regulación e control por un sistema de xestión centralizado.

a) Control da iluminación mediante interruptores manuais ou temporizados.

O control manual polo usuario é unha ferramenta boa e sinxela, pero por desgraza non soe funcionar ben (moitas veces as luces están prendidas innecesariamente).

44



Cando se empreguen interruptores manuais, convén seguir estes consellos:

- ▮ Os interruptores deben estar etiquetados, indicando sobre que instalación ou circuíto actúan.
- ▮ Os interruptores deben estar separados entre si para evitar que o usuario active varios cun só movemento da man.
- ▮ As luminarias próximas ás ventás deben accionarse de forma independente das outras.
- ▮ Convén limitar o máis posible o número de luminarias accionadas por cada interruptor. Nun local ou nunha sala, o número de interruptores non debe ser menor á raíz cadrada do número de luminarias instaladas.

Os interruptores temporizados poden empregarse naquelas dependencias onde a permanencia de persoas ten un tempo limitado (por exemplo, aseos).

Os interruptores horarios (de programa diario ou semanal), poden utilizarse para apagar as lámpadas desde un cadro de control nos períodos nos que as dependencias non se utilicen.

b) Control da iluminación artificial mediante controladores de luz natural.

Na maioría dos locais, pode aproveitarse a luz natural ata unha distancia duns 4 metros desde as ventás e durante a maior parte do ano, permitindo reducir o fluxo das luminarias instaladas nesta zona.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Este sistema de control basease nun sensor de luz, colocado habitualmente no teito, que mide a cantidade de luz natural que penetra no local e permite axustar automaticamente a luz artificial necesaria para manter o nivel de iluminación.

■ Existen dous tipos de sistemas de regulación:

- **Todo / nada:** a iluminación préndese ou apágase por debaixo ou por enriba dun nivel de iluminación prefixado. O sistema debe ter certa inercia para evitar prendidos e apagados das lámpadas motivados por variacións transitorias da achega de luz natural. Este modo de regulación pode causarlles molestias aos usuarios.
- **Regulación progresiva:** a iluminación vaise axustando progresivamente segundo a achega de luz exterior para manter o nivel de luz prefixado. Isto faise de forma sinxela mediante balastos electrónicos regulables controlados por unha fotocélula.

Recoméndase a instalación de sistemas de regulación progresiva en todas as luminarias próximas ás ventás e naquelas zonas onde se requira variar o nivel de iluminación segundo a tarefa que se realiza en cada momento (por exemplo, salas de reunión).

c) Control da iluminación artificial mediante detectores de presenza.

Os detectores de presenza apagan a iluminación artificial cando non hai ninguén no local que controlan.

Hai catro tipos de detectores: de infravermellos, por ultrasóns, por microondas, e híbridos ultrasóns-microondas.

Este sistema recoméndase para zonas con ocupación intermitente, por exemplo aseos.

d) Regulación e control mediante un sistema centralizado de xestión.

■ Vantaxes deste sistema:

- Posibilidade de prendido e apagado de zonas mediante ordes centrais, ben sexan manuais ou automáticas (apagado nos períodos de non utilización dos locais).
- Modificación dos circuitos de prendido sen obras eléctricas (só modificación da programación).
- Control do estado e do consumo dos distintos circuitos.

O control centralizado debe dispoñer simultaneamente de control local.



Sobrecustos

Inclúense os custos e mais o período de retorno do sobreinvestimento en sistemas de regulación e control da iluminación (man de obra e IVE incluído):
 (valores medios para un funcionamento de 4000 horas/ano).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Detector de presenza	30 euros	2 anos
Balastro electrónico regulable (A1) + fotocélula (regulación en función da achega de luz natural)	65 euros	4 anos
Temporizador	80 euros	4 anos
Interruptor horario	90 euros	3 anos

46



Exemplo dun sistema de xestión centralizado para a iluminación dun edificio de oficinas mediante un sistema de control local.

O sistema consta dunha rede de compoñentes intelixentes que se comunican entre si mediante un bus de dous fíos (EIB,...), e isto elimina a necesidade dunha unidade central de control, e limita considerablemente a área afectada por un fallo do sistema.

Os dispositivos do sistema clasifícanse en tres categorías:

- ▮ Sensores: son os receptores de infravermellos, detectores de movementos, sensores de luz e reloxo do sistema. Transmiten mensaxes de estado polo bus.
- ▮ Actuadores: traducen as mensaxes de estado en saídas para os controladores de luz.
- ▮ Xenéricos de xestión da rede: *routers*, *repeaters*, fontes de alimentación do bus, e tarxetas de interface para o ordenador.

01.02.03.04. Mantemento

Co paso do tempo, a sucidade vaise depositando nas luminarias e isto, unido á diminución do fluxo luminoso das lámpadas, fai que o nivel de iluminación inicial descenda sensiblemente.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Os valores iniciais de iluminancia poden volver a acadarse limpando as luminarias e as lámpadas periodicamente e cambiando as lámpadas ao final da súa vida útil.

Ademais, os vidros das ventás deben limpase para manter a transmisión de luz natural. O mesmo pode dicirse das superficies dos teitos e das paredes para manter a reflectancia.

Cando se realice o proxecto de iluminación, debe preverse a diminución de iluminancia provocada pola sucidade entre períodos de limpeza: hai que aplicar un factor de depreciación segundo o mantemento realizado sobre a instalación.

Para reducir esta depreciación, nos locais cun alto grao de contaminación convén empregar luminarias estancas.

Factores de reflexión recomendados	
	Reflexión
Paredes	0,5-0,7
Teitos	0,7-0,8
Solos	0,15-0,20
Mobiliario e equipos	0,20-0,40
Cortinas	0,50-0,70

RESUMO APARTADO 1.2.3

- ▮ No deseño da instalación de iluminación debe adaptase o nivel de iluminación de cada zona á actividade que se vai realizar, adecuándoa especialmente á zona de traballo.
- ▮ A instalación debe ir adecuadamente seccionada para evitar o consumo en zonas non utilizadas.
- ▮ Deben requirirse lámpadas de elevada eficiencia luminosa e cunha longa vida útil. En xeral, utilizaranse lámpadas de fluorescentes de elevado rendemento en alturas inferiores a 5 m, e vapor de sodio a alta presión ou haloxenuros metálicos en zonas de máis altura.
- ▮ Os balastos electrónicos son mais eficientes ca os electromagnéticos. Nas lámpadas fluorescentes deben empregarse balastos electrónicos con prequentamento.
- ▮ As luminarias deben ter un baixo rendemento no hemisferio superior (isto é, non iluminar para arriba).
- ▮ O control do acendido en zonas nas que non exista un claro responsable convén que se realice de xeito automático.
- ▮ Recoméndase a instalación de sistemas de regulación progresiva en todas as luminarias próximas ás ventás.

01.02.04. Equipos ofimáticos

Na sociedade actual resulta imprescindible a existencia de sistemas informáticos nas oficinas. Todas as persoas que realizan tarefas técnico-administrativas teñen un ordenador como ferramenta no seu posto de traballo e isto contribúe ao gasto enerxético nos edificios, tanto de forma directa debido ao consumo dos propios equipos coma de xeito indirecto polo aumento da carga térmica que isto implica (aumento do consumo enerxético dos sistemas de aire acondicionado).

Aproximadamente un 4% da electricidade que se consome no sector servizos débese ao consumo dos equipos ofimáticos, aínda que para un edificio administrativo, pode chegar a ser superior ao 20%. Neste consumo, os principais responsables son os ordenadores persoais con arredor do 55% do consumo, correspondendo o resto ás impresoras, fotocopiadoras, fax e demais servizos auxiliares.

É útil dispoñer de equipos con sistemas de apagado “bookmark” ou marcador. Estes sistemas permiten, mediante a secuencia de teclas adecuada, desconectar o equipo gravando a posición última na que se apagou e isto posibilita que cando arranca de novo, este o faga na posición de traballo na que o deixamos antes de apagalo.

48



01.02.04.01. Recomendacións para a adquisición de equipos informáticos

Recoméndaselles aos compradores de sistemas ofimáticos a adquisición de equipos que estean dotados con características de aforro de enerxía. Debe solicitarselles aos subministradores que os equipos veñan identificados polo fabricante mediante logotipos facilmente recoñecibles indicativos das súas características de aforro de enerxía.

Tamén deberán incorporar instrucións claras sobre a súa instalación e mais a configuración, así como a súa compatibilidade con outros dispositivos e software. Debe esixirse o acompañamento de *drivers* compatibles co sistema operativo de código aberto Linux.

Os equipos deben posuír o logo “Energy Star” da EPA (Environmental Protection Agency) que fai referencia entre outras cousas á capacidade dos equipos de pasar a un estado de repouso transcorrido un tempo determinado, estado no que a potencia se reduce a menos dun 10% da nominal.

O tamaño dos equipos inflúe notablemente no seu consumo enerxético, polo que é necesario avaliar as necesidades reais e elixir un equipo que as satisfaga pero non maior. Isto pódese aplicar principalmente aos monitores, nos que o consumo vai estreitamente ligado ao tamaño.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

■ Adquisición de ordenadores.

Debe especificarse nos pregos de adquisición de equipos informáticos que teñen que incorporar sistemas de aforro de enerxía (cumprimento de Energy Star), os programas adecuados e a documentación precisa para realizar a configuración de forma sinxela.

Tamén debe figurar a listaxe de incompatibilidades dos sistemas de aforro con algúns sistemas SCSI (escáneres, gravadores, etc.).

■ Adquisición de impresoras.

As impresoras e as fotocopiadoras son os equipos de oficina que máis enerxía consomen e ambos están a maior parte do tempo sen actividade. Por este motivo é imprescindible que as impresoras dispoñan de sistemas de aforro de enerxía que reduzan o consumo a un mínimo nos tempos de inactividade (cumprimento de Energy Star).

Deben adquirirse equipos coa posibilidade de impresión a dobre cara xa que se traducirá nun aforro de papel e de enerxía.

Os equipos deben incorporar instrucións detalladas para a súa correcta configuración e *drivers* para Linux.

■ Adquisición de fotocopiadoras.

A fotocopiadora debe dispoñer do modo de aforro de enerxía (cumprimento de Energy Star) e posibilidade de fotocopia a dúas caras.

■ Adquisición doutros equipos

O resto dos equipos ofimáticos como escáneres, faxes, modems, etc. teñen un consumo máis reducido, aínda así, deben adquirirse con sistemas de aforro de enerxía (cumprimento de Energy Star) e con *drivers* para Linux.

RESUMO APARTADO 1.2.4

! No prego das condicións para a compra de equipos ofimáticos deben esixirse etiquetaxes enerxéticas do tipo "Energy Star", adicionalmente deben primarse os licitadores que xustifiquen que os equipos ofertados son de alta eficiencia.



- ▮ Recoméndase a compra de equipos coa opción de apagado *bookmark*, que permiten gravar a última posición e recuperala cando acenden de novo.
- ▮ As pantallas do tipo TFT consomen moito menos ca as de tubo. Ademais, non se deben mercar pantallas inxustificadamente grandes.
- ▮ As impresoras e as fotocopiadoras deben permitir a impresión polas dúas caras dun folio, o que contribuirá ao aforro de papel, e polo tanto de enerxía.

01.02.05. Caldeiras e equipos de aire acondicionado

(Para máis información sobre instalacións de calefacción e AQS consúltese o apartado 2.2.3, para máis información sobre instalacións de refrixeración consúltese o apartado 2.2.4., para máis informacións sobre sistemas de ventilación consúltese o apartado 2.2.5)

Antes de definir os equipos máis axeitados para un determinado edificio é necesario determinar as condicións ambientais requiridas polos usuarios, que dependerán fundamentalmente das características do propio edificio que se queira climatizar (forma, tamaño, tipo de cerramentos, orientación, uso,...) e das necesidades de AQS derivadas da súa utilización.

50



As instalacións de climatización constan basicamente de:

- ▮ Equipo xerador – transmisor da enerxía térmica a un fluído.
- ▮ Rede de transporte do fluído
- ▮ Intercambiador da enerxía térmica co ambiente.

Neste apartado do documento vaise facer referencia principalmente ao equipo xerador.

01.02.05.01. Criterios de deseño

Para reducir o consumo das instalacións de climatización é necesario que as características construtivas do edificio sexan o máis adaptadas posibles ás condicións ambientais exteriores e que se faga un deseño adecuado da distribución das estancias por uso.

No deseño das instalacións de acondicionamento térmico é imprescindible considerar o grao de ocupación e a funcionalidade dos locais do edificio. Neste senso, é necesario utilizar sistemas que permitan controlar o modo de operación en función das demandas de cada momento e en cada zona ou local, e isto implica que o sistema elixido debe ter as seguintes características:

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

- ▮ Regulación das velocidades dos ventiladores.
- ▮ Regulación das bombas para circulación dos fluídos portadores da calor.
- ▮ Zonificación dos sistemas de control.
- ▮ Regulación automática das temperaturas de consigna.

Outra característica que deben presentar os sistemas de climatización é a incorporación de mecanismos de recuperación da calor contida no aire eliminado, que permiten reducir o consumo de enerxía asociada á renovación de aire, e sistemas de arrefriamento *gratuito* (*free cooling*), que refrixeran con aire exterior cando a súa temperatura é inferior á do aire interior (reduce o tempo de funcionamento dos equipos de refrixeración).

Débase incorporar un sistema de control central para poder planificar o funcionamento da instalación (planificar o funcionamento e a parada dos compresores, dos ventiladores e mais das bombas de circulación), para evitar o funcionamento dos equipos nos períodos nos que non se utilice o edificio (noites, fins de semana).

Para evitar perdas de enerxía hai que incorporar interruptores nas ventás para deter o funcionamento do sistema cando estean abertas.

Por outra parte, o sistema terá que manter a temperatura das distintas zonas dentro duns niveis de confort determinados polos usuarios e, en xeral, debe ser capaz de atender as necesidades de calor e de frío de forma simultánea.

Deben limitarse as perdas por distribución illando os condutos (debe calcularse o illamento económico segundo o prezo da enerxía que se vai utilizar, os custos de illar e o tempo de funcionamento das instalacións).

Debese elaborar e aplicar un plan de mantemento preventivo, que inclúa os seguintes puntos:

- ▮ Limpeza dos condensadores (unidades exteriores) posto que a obturación diminúe a súa eficiencia.
- ▮ Limpeza dos evaporadores (unidades interiores) ou intercambiadores interiores.
- ▮ Limpeza e cambio dos filtros.
- ▮ Comprobación das conexións eléctricas.
- ▮ Verificación do illamento dos condutos.
- ▮ Verificación do estado e das condicións de funcionamento dos equipos xeradores (temperaturas e presións do circuío).

Una vez indicadas as liñas xerais que deben cumprir os sistemas de climatización imos ver as características particulares dos distintos sistemas de calefacción e de refrixeración utilizables nun edificio, aínda que os dous poden coincidir.

■ Elección do sistema de climatización e AQS

A elección do sistema de climatización e auga quente sanitaria dependerá en primeiro lugar das fontes enerxéticas dispoñibles na zona, e despois da rendibilidade das que se poidan empregar.

Resulta tremendamente complicado establecer uns criterios xerais que se poidan aplicar a todas as rexións europeas posto que as fontes de enerxía dispoñibles en cada zona son distintas e os prezos asociados a cada enerxía tamén. Por este motivo, para elixir un determinado sistema de calefacción e climatización convén contratarlle un estudo comparativo das distintas alternativas a unha empresa especializada en asesoramento enerxético. Debe elixirse o sistema que presente os menores custos ao longo da vida da instalación, tendo en conta a amortización do investimento inicial.

01.02.05.02. Elección dos equipos

A continuación indícanse os distintos equipos utilizables como equipo xerador.

01.02.05.02.01. Equipos de calefacción

(Para máis información sobre instalacións de calefacción consúltese o apartado 2.2.3)

■ Caldeira.

A caldeira é un equipo destinado a lle transmitir á auga a calor liberada pola combustión dun combustible sólido, líquido ou gasoso.

■ Caldeiras estándar.

As caldeiras estándar esixen que a temperatura da auga de retorno (de entrada á caldeira) sexa superior a 60 °C para evitar a aparición de ácidos procedentes dos gases de combustión e impedir a súa corrosión.

Os rendementos destes equipos andan polo 90% sobre PCI (poder calorífico inferior), sendo lixeiramente máis altos no caso de combustibles gasosos e máis baixos no caso de combustibles sólidos.



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Existen dous tipos especiais de caldeiras cun rendemento máis elevado ca as estándar: as de baixa temperatura e as de condensación.

A Directiva 92/42/CEE, do Consello do 21 de maio de 1992, relativa aos requisitos de rendemento para as caldeiras novas de auga quente alimentadas con combustibles líquidos o gasosos, define este tipo de caldeiras do seguinte xeito:

I Caldeira de baixa temperatura: caldeira que pode funcionar continuamente cunha temperatura de auga de alimentación de 35 a 40 °C e que en determinadas circunstancias pode producir condensación (sen lle afectar á caldeira); inclúense as caldeiras de condensación que utilizan combustibles líquidos;

O rendemento destas caldeiras é superior ao 93% (sobre PCI).

FICHA CALDEIRA DE BAIXA TEMPERATURA

Vantaxes:

- I Poden traballar con temperaturas de retorno da auga baixas (35°C)** sen producir condensación e sen que se deteriore a caldeira.
- I Pódese regular a temperatura da auga de impulsión** en función das condicións climáticas e das esixencias térmicas, e isto repercute nunha redución de consumo.
- I Menor mantemento.** Non se require bomba anticondensación e os materiais que se utilizan teñen unha vida máis elevada.
- I Menor consumo de combustible.** Prodúcese reducións do consumo superiores ao 5% respecto a unha caldeira convencional.

Inconvenientes:

- I Custo máis elevado ca o dunha caldeira convencional.**

Sobrecostos:

Inclúense os custos e o período de retorno do sobreinvestimento respecto a unha caldeira convencional (man de obra e IVE incluído):

(prezos medios para un funcionamento de 2.000 horas/ano).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Caldeira de baixa temperatura	+ 43%	3 anos

Especificacións técnicas recomendadas para caldeiras de baixa temperatura

- I Combustible: gas / gasóleo
- I Queimador modulante.
- I Rendemento mínimo: $\geq 93\%$

- I **Caldeira de condensación:** caldeira deseñada para poder condensar de forma permanente unha parte importante dos vapores de auga que conteñen os gases de combustión; A técnica de condensación permite recuperar a calor latente do vapor de auga que conteñen os gases de combustión e permite así obter rendementos que poden ir ata máis do 110 % sobre o Poder Calorífico Inferior (PCI).

FICHA CALDEIRA DE CONDENSACIÓN

Vantaxes:

- I **Poden traballar con temperaturas de impulsión e retorno da auga baixas (40 - 30°C)** sen que se deteriore a caldeira.
- I **O rendemento mellora cando se reduce a carga.** Ao contrario do que sucede coas caldeiras convencionais.
- I **Menor consumo de combustible.** Prodúcese reducións de consumo superiores ao 20% respecto a unha caldeira convencional.

Inconvenientes:

- I **Custo máis elevado ca o dunha caldeira convencional e ca unha de baixa temperatura.**

Sobrecustos:

Inclúense os custes e o período de retorno do sobreinvestimento respecto a unha caldeira convencional (man de obra e IVE incluído):

(prezos medios para un funcionamento de 2.000 horas/ano).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Caldeira de condensación	+ 350%	6 anos

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Especificacións técnicas recomendadas para caldeiras de condensación

- | Combustible: gas / gasóleo
- | Queimador modulante.
- | Rendemento mínimo:
 - A plena carga: $\geq 106\%$
 - Ao 30% de carga: $\geq 109\%$

Para incrementar o rendemento dunha instalación con caldeiras e para obter unha mellor regulación, convén utilizar caldeiras modulantes e dividir a potencia total necesaria en varias unidades (mellor varias caldeiras ca unha soa).

■ Bomba de calor

A bomba de calor é unha máquina destinada a quentar ou refrixerar un local, a partir dunha fonte externa, cunha temperatura que pode ser inferior á do local que se vai quentar ou superior á do local que se vai refrixerar.

Para realizar as dúas funcións (quentar ou refrixerar) deben de ser bombas de calor reversibles, é dicir que invertan o seu ciclo e pasen de producir calor a frío, cando as necesidades o requiran.

- | Os compoñentes básicos dunha bomba de calor reversible son:
 - | Compresor.
 - | Intercambiador (condensador ou evaporador segundo o ciclo).
 - | Válvula de expansión.
 - | Intercambiador (condensador ou evaporador segundo o ciclo).
 - | Válvulas de 4 vías.

O medio de onde se extrae a calor denomínase “foco frío” e ao medio ao que se transfire a calor chámase “foco quente”. En función do tipo de foco frío e quente, as bombas clasifícanse en:

- | **Bombas de calor aire-aire:** o foco frío e o quente son aire. Este tipo de bombas son as máis utilizadas, principalmente en climatización.
- | **Bombas de calor aire-auga:** utilízanse para producir auga fría para refrixeración ou auga quente para calefacción e auga quente sanitaria, cedendo ou tomando enerxía do aire exterior.



- | **Bombas de calor auga-aire:** permiten aproveitar a enerxía que contén a auga de ríos, mares, etc. Teñen uns rendementos enerxéticos mellores ca as que utilizan aire exterior, debido á maior uniformidade da temperatura da auga ao longo do ano.
- | **Bombas de calor auga-auga:** son similares ás anteriores, excepto que lle ceden a enerxía a un circuíto de auga que despois se transmite ao ambiente mediante radiadores a baixa temperatura, *fan-coils* ou chan radiante.
- | **Bombas de calor terra-aire e terra-auga:** aproveitan a calor que contén o terreo. Son instalacións pouco habituais, debido ao seu elevado custo.

En función das cargas térmicas, pódese encontrar unha gama ampla de potencias neste tipo de equipos. Para seleccionar un modelo hai que partir da carga térmica maior que se vai demandar no edificio, xa sexa de calefacción ou de refrixeración.

Estes equipos poden acadar un COP (coeficiente de operación) superior a 4, é dicir, por cada kWh consumido pola bomba de calor, esta subministra catro en calefacción ou refrixeración.

■ Acumulador eléctrico

56



O acumulador é un aparello que funciona almacenando durante a noite (ás horas nas que a electricidade é máis barata) a enerxía calorífica que se xera nas resistencias eléctricas que, inmersas nun núcleo refractario, permiten que este acumule calor que logo proporciona ao longo do día ao recinto que se vai queentar, acondicionando este á temperatura desexada.

Partes dun acumulador:

- | **Núcleo termoacumulador:** formado por ladrillos de material refractario, cunha calor específica elevada e densidade alta, para facilitar o almacenamento de enerxía. As temperaturas que poden alcanzar oscilan entre os 600 °C e os 700 °C.
- | **Illamento térmico:** rodea o núcleo e limita as temperaturas superficiais que poden alcanzarse.
- | **Resistencias eléctricas:** de aceiro inoxidable e con illamento de magnesio, están situadas no interior do núcleo. Poden alcanzar temperaturas entorno aos 900 °C.
- | **Elementos de seguridade ou limitadores térmicos:** utilízanse para evitar os posibles aumentos de temperatura excesivos e anómalos. Son independentes do termóstato de fin de carga e do termóstato de temperatura ambiente.
- | **Elementos para conexión e control:** o seu cometido é a regulación da carga e descarga.
- | **Moble:** onde se aloxan todos os elementos que forman parte do sistema de acumulación. Habitualmente son de chapa de aceiro galvanizado e adaptable ao contorno, no que se refire á forma, cor, tamaño, etc.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Os acumuladores poden clasificarse nos seguintes tipos:

- I Estáticos:** a cesión de calor realízase a través dunha superficie interna e por convección natural.
 - *Estáticos puros:* nestes a cesión da enerxía térmica realízase a través do fenómeno de radiación.
 - *Estáticos convencionais:* ademais da radiación, tamén existe convección a través dunha entrada de aire pola parte inferior e saída superior. A regulación realízase mediante unha comporta. A descarga pode facerse de forma manual, ou de forma automática en función da temperatura interior do cuarto (mediante un mando que controla a comporta).
 - *Estático compensado:* son unha mestura entre os acumuladores estáticos puros e os convecutores tradicionais, como apoio. É o sistema menos aconsellable dado que presenta maiores custos de funcionamento.
- I Dinámicos:** nestes equipos forzáse unha corrente de aire a través do seu interior mediante un ventilador. Ofrecen potencias maiores ca os estáticos.

A distribución típica destes aparatos é a seguinte:

- I** Acumuladores estáticos en estancias onde se quere manter unha temperatura constante ou con poucas variacións (por exemplo nos corredores e nas salas de espera)
- I** Acumuladores dinámicos en dependencias nas que se necesitan variacións de temperatura considerables (por exemplo nos salóns e nas bibliotecas) debidas á posible achega enerxética doutras fontes (persoas, sol, etc).



ACUMULADORES ESTÁTICOS	
VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> I Prezo baixo (150 – 200 euros/kW). I Instalación sinxela. I Axudan a estabilizar a curva de carga do sistema eléctrico do país (incrementan a demanda en horas val) 	<ul style="list-style-type: none"> I Posibilidade de regulación baixa (só nos convencionais)

ACUMULADORES DINÁMICOS	
VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ▮ Prezo baixo (160 – 300 euros/kW). ▮ Instalación e regulación sinxelas. ▮ Axudan a estabilizar a curva de carga do sistema eléctrico do país 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ Prezo elevado para potencias pequenas (300 euros/kW).

ACUMULADOR ACONSELLADO PARA CADA DEPENDENCIA	
ESTÁTICO	DINÁMICO
Vestíbulo de entrada	Aulas
Recepción	Bibliotecas
Administración	Despachos
Secretaría	Salas de reunións
Salas de espera	Salón de plenos
	Salón de actos

En xeral, o sistema de calefacción por acumulación resulta interesante en todos aqueles edificios onde o consumo de calefacción é reducido.

■ Caldeira de acumulación

O sistema é similar ao caso anterior, pero utiliza a auga como fonte de emisión de calor en vez de aire.

Hai dous tipos de caldeiras de acumulación:

- ▮ *De vía seca.* O núcleo onde se almacena a enerxía térmica está formado por ladrillos refractarios, que quentan a auga do circuíto de calefacción a través dun intercambiador de calor.
- ▮ *De vía húmida.* O núcleo está formado por acumuladores de auga onde se quenta esta.

Os elementos terminais son radiadores de auga.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

■ Fío radiante

Consiste na utilización do chan, das paredes ou do teito como elementos acumuladores da enerxía térmica. A súa instalación consiste en distribuír en toda a superficie resistencias eléctricas.

É un sistema pouco utilizado na actualidade debido á súa pouca capacidade de acumulación de enerxía, e isto implica custos de funcionamento elevados (non se pode acumular suficiente enerxía durante a noite como para non funcionar polo día). Ademais, co tempo soe presentar problemas derivados da necesidade de substitución dalgúns elementos, o que resulta difícil e custoso.

■ Chan radiante

Consiste nunha rede de tubos encaixada no chan do local que conduce auga quente a baixa temperatura (40-45 °C) procedente dunha caldeira, dunha bomba de calor ou dunha instalación de colectores solares. A auga cédelle calor ao chan a través dos tubos, e este transmítella ao ambiente do local.

Os tubos son de material plástico, xeralmente utilízase polietileno reticulado.

É o sistema no que a achega de calor se realiza da maneira máis parecida á ideal, de abaixo cara arriba, e de forma homoxénea en toda a superficie do local que se quere climatizar.

CHAN RADIANTE	
VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ■ Limpeza: ao eliminar a humidade no chan dificulta a reprodución de microbios, ácaros e fungos. ■ Sistema oculto: non se ve nin ocupa espazo. ■ Moi adecuado para superficies grandes e alturas do teito elevadas. ■ Non crea correntes de aire ■ Mínimo mantemento ■ Cunha bomba de calor pode utilizarse para refrixerar no verán. ■ Pode utilizarse para aproveitar a enerxía solar (calor procedente de colectores solares térmicos) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prezo elevado. ■ Require persoal especializado para que non xurdan problemas de instalación. ■ Elevadas inercias térmicas que reducen a capacidade de resposta e dificultan a regulación. ■ Pouco flexible a cambios de distribución.

■ Colectores solares térmicos

A enerxía solar térmica aproveita a luz solar para lle achegar calor a un fluído, xeralmente, auga. Un sistema deste tipo consiste nun ou máis colectores solares conectados a un circuito de circulación que transporta o fluído á temperatura desexada ata o punto de utilización.

Nun edificio pode utilizarse para quentar a auga quente sanitaria, apoio ao sistema de calefacción convencional, quentamento da auga do vaso das piscinas, ou incluso refrixeración mediante unha máquina de absorción.

COLECTORES SOLARES TÉRMICOS	
VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ▮ Custos de funcionamento moi reducidos. ▮ Permite reducir ás emisións de CO₂ derivadas da demanda de climatización e AQS. 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ Investimento e períodos de retorno elevados ▮ Require unha gran superficie de captación con orientación próxima ao sur.

60



Un sistema solar térmico está constituído por tres subsistemas:

a) Colectores solares.

Hai tres tipos

1. **Colectores sen vidro:** apropiados para temperaturas pouco elevadas, como no quentamento das piscinas. Son sinxelos e baratos.
2. **Colectores planos:** adecuados para auga quente sanitaria e calefacción de vivendas, así como de distritos pois a maioría producen temperaturas de ata 70 °C. É o tipo que máis se usa.
3. **Colectores de tubos de baleiro:** apropiados para aplicacións de alta temperatura posto que poden chegar a quentar auga a 90-100 °C.

b) Sistemas de circulación

Son os encargados de transferir a calor desde o colector ata o punto de utilización.

c) Sistemas de control

Controlan que a operación do sistema sexa eficiente e que se manteña a temperatura desexada no punto de uso. Constan de sensores de temperatura que proporcionan información da operación do sistema e unha unidade central que vixía o funcionamento do conxunto.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

01.02.05.02.02. Equipos de refrixeración

(Para máis información consúltese o apartado 2.2.4)

A refrixeración dun local faise mediante máquinas frigoríficas, ou o que é o mesmo unha bomba de calor reversible traballando no ciclo frigorífico.

Para refrixerar un edificio hai dúas posibilidades: utilizar unidades autónomas en cada local, ou ben utilizar un sistema central para todo o edificio. As unidades autónomas son mellores para arrefriar un ou dous locais en climas que teñen poucos meses ao ano moi calorosos. Os sistemas centrais de refrixeración permiten conseguir aforros de potencia instalada respecto ás unidades autónomas equivalentes, ademais de facilitar o mantemento.

Existen tres tipos de sistemas de refrixeración: o sistema de arrefriamento do aire, o sistema de arrefriamento da auga e o sistema de expansión directa dun fluído refrixerante no local.

■ Sistema de arrefriamento do aire.

Consiste en arrefriar aire cunha arrefriadora central e distribuílo mediante tubos por todo o edificio. Requírese un conduto de impulsión de aire frío aos locais e outro de retorno de aire quente destes (deben estar ben illados para evitar perdas de enerxía elevadas).

O aire entra aos locais a través de reixas ou difusores.

SISTEMA CENTRAL DE ARREFRIAMENTO DE AIRE	
VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ■ Alta velocidade de arrefriamento, polo que é moi adecuado para locais con gran capacidade ou cunha carga térmica interna elevada. ■ O sistema pode incluír unha batería para quentar o aire no inverno. ■ Pódese incluír un sistema de arrefriamento gratuito (<i>free-cooling</i>): cando a temperatura do aire exterior é menor ca a do aire do local que se vai climatizar pode introducirse nel directamente aire exterior sen ter que gastar enerxía en arrefriar. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Espazo necesario para instalar os condutos de aire (grandes seccións). ■ Pouca flexibilidade para un uso por zonas.

■ Sistema de arrefriamento da auga

Consiste en arrefriar auga cunha arrefriadora central e distribuila mediante tubos illados por todo o edificio (tubo de impulsión de auga fría e tubo de retorno). En cada local existe unha batería para arrefriar o aire coa auga (un intercambiador auga-aire tipo *fancoil*).

SISTEMA CENTRAL DE ARREFRIAMENTO DE AUGA	
VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ■ O sistema pode utilizarse tamén para calefacción incluíndo un intercambiador adicional para quentar o aire no inverno (sistema de catro tubos: dous para frío e dous para calor) ou ben mediante unha bomba de calor reversible (sistema de dous tubos). ■ Permite un control preciso das condicións de cada un dos locais que se van acondicionar. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ A presenza dun convector en cada local incrementa os custos de mantemento: limpeza e cambio de filtros, etc. ■ O funcionamento do ventilador xera ruído (o ventilador é necesario para facer pasar o aire que se quere quentar a través do intercambiador auga-aire).

62



■ Sistema de expansión directa

Son sistemas de pequena potencia para o acondicionado de locais de ata uns 100 m².

Estes sistemas de aire acondicionado para un local ("*room air-conditioner*" RAC) clasifícanse en:

■ **Unidades compactas split e multi-split.**

O sistema *split* consta dunha unidade situada no exterior (a unidade condensadora na que se lle cede a calor ao ambiente) e outra no interior (o evaporador que toma calor do aire do local).

As unidades *multi-split* comprenden varias unidades interiores conectadas a unha unidade exterior.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

SISTEMA DE EXPANSIÓN DIRECTA: <i>SPLIT E MULTI-SPLIT</i>	
VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ▮ Elevado rendemento do sistema. ▮ Bo control da temperatura cos equipos dotados de tecnoloxía “inverter” (regulación da potencia frigorífica variando a velocidade de rotación do compresor) que permiten acadar aforros de enerxía de ata un 30% respecto aos tradicionais. ▮ Posibilidade de dispoñer de calefacción e isto evita duplicar sistemas (unha bomba de calor reversible só custa un 10% máis ca unha arrefriadora). 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ As unidades interiores xeran ruído no local que se vai climatizar.

▮ *Unidades individuais compactas.*

Equipo de pequena potencia (<10 kW) no que o evaporador, o compresor e o condensador están montados nunha soa estrutura (unha cara do equipo –o condensador- está en contacto co exterior mentres que a outra cara –o evaporador- está en contacto co local). Estes equipos soen instalarse nas ventás dos locais que se van climatizar.

As dúas caras do aparato están separadas por unha parede divisoria, que está illada para evitar a transferencia de calor entre as dúas zonas.

SISTEMA DE EXPANSIÓN DIRECTA: UNIDADES INDIVIDUAIS COMPACTAS (Equipos de ventá)	
VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ▮ Fácil instalación 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ Xeran ruído no local que se vai climatizar (o compresor e o ventilador) -máis ca os <i>split</i>. ▮ Baixa eficiencia.

01.02.05.02.03. Ventilación

(Para máis informacións sobre sistemas de ventilación consúltese o apartado 2.2.5)

A ventilación en calquera local é necesaria para manter un ambiente salubre, é dicir, repoñer aire limpo (procedente do exterior) e evacuar o sucio do interior cunha elevada concentración dos subprodutos da actividade humana (suor, anhídrido carbónico, compostos químicos que se evaporan do mobiliario e dos demais elementos constituíntes do edificio).

Dependendo da actividade, existen uns valores de ventilación recomendados en función do tipo de actividade que se desenvolva no local. Estes valores indicados na normativa de cada país son os que se deben seguir para calcular e realizar as renovacións de aire.

A ventilación dun local pode ser natural ou forzada.

A ventilación natural é aquela que se logra sen necesidade de achegar enerxía e que se consegue deixando aberturas no local (portas, ventás, etc.) que comunican co ambiente exterior.

A ventilación forzada utiliza ventiladores para conseguir a renovación do aire (cos ventiladores impúlsase aire do exterior ao interior do local).

64



VENTILACIÓN NATURAL	
VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> Non demanda enerxía 	<ul style="list-style-type: none"> Insuficiente se no local hai máis focos de contaminación ca as persoas ocupantes. Dificultade de regulación (a renovación depende das condicións climatolóxicas e da superficie das aberturas co exterior).

VENTILACIÓN FORZADA	
VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> Necesita achega de enerxía 	<ul style="list-style-type: none"> Fácil regulación (a taxa de renovación é facilmente axustable e controlable). Pode aplicarse a locais interiores de edificios (sen comunicación directa co exterior)

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

No caso de que se xere unha contaminación alta nalgún punto do local que se vai ventilar é necesario realizar unha extracción localizada que capte o fume, o po, os vapores, etc. e que evite a súa dispersión no ambiente.

RESUMO APARTADO 1.2.5

- No deseño das instalacións de climatización debe optarse por sistemas cun bo rendemento a cargas parciais, e isto maximízase con sistemas centralizados.
- As tecnoloxías máis eficientes para a xeración de calor para calefacción son a bomba de calor xeotérmica e as caldeiras de alta eficiencia (baixa temperatura ou condensación).
- As zonas que se van climatizar irán zonificadas, e en cada zona instalaranse equipos de medición, regulación e control que permitan adaptar as condicións ambiente ás recomendables, evitando o uso irresponsable dos usuarios.
- O deseño da edificación no seu conxunto tratará de evitar as cargas térmicas, en épocas estivais, previndo elementos de protección solar, como toldos, persianas, cortinas, e reducindo a carga interna con lámpadas de alta eficiencia,...
- As tecnoloxías máis eficientes en refrixeración serán as de compresión mecánica con motor eléctrico ou ben os ciclos de absorción por chama directa nos casos nos que non se dispoña da potencia eléctrica necesaria, ou por exemplo se desexa aplanar a curva de consumo de gas natural ao longo do ano.
- O proxecto de edificación debe prever o illamento das conducións de transmisión de calor e de frío.
- As zonas que se van refrixerar irán zonificadas, e en cada unha instalaranse equipos de medición, regulación e control que permitan adaptar as condicións ambiente ás recomendables, evitando o uso irresponsable dos usuarios.
- O sistema de refrixeración debe permitir o aproveitamento da entalpía do aire exterior. Ademais debe permitir o aproveitamento da enerxía do aire renovado mediante sistemas rexenerativos.
- Ademais o sistema de ventilación artificial debe permitir regular o caudal de ventilación en función da ocupación.
- Recoméndase que nas zonas con ventilación artificial se limite o número de ventás practica-
bles.

01.02.06. Vehículos oficiais, recollida de lixo e de transporte público

No presente apartado analízase a adquisición de vehículos para as administracións públicas.

01.02.06.01. Turismos

Desde 1992 a Comisión Europea vén aprobando diversas directivas que establecen os requisitos de rendemento enerxético de diferentes equipos consumidores de enerxía, o que se concreta na súa **etiquetaxe enerxética**.

A etiquetaxe enerxética clasifica os equipos en sete clases, representadas cada unha delas cunha letra (A, B, C, D, E, F, G); a clase enerxética "A" é a máis eficiente e a clase "G" a menos eficiente.

A Directiva 1999/94 CE, publicada no Diario Oficial das Comunidades Europeas do 18 de xaneiro do 2000, ten por obxectivo informar sobre o consumo de carburante e as emisións de CO₂ dos turismos novos, para que os compradores consideren a adquisición de coches máis eficientes.

Tendo en conta esta directiva e as súas transposicións á lexislación de cada país, **recoméndase que no momento de renovar o parque móbil se considere a etiquetaxe enerxética como referencia do consumo de combustible e das emisións contaminantes dos distintos vehículos** e se adquiren vehículos de clase enerxética A.

66



FICHA VEHÍCULOS CON CLASIFICACIÓN ENERXÉTICA "A"

Vantaxes:

- I **Baixo consumo:** son os de menor consumo da súa categoría. Para cada tipo de vehículo (utilitario, berlina,...) existen varios modelos con clasificación enerxética "A" que son os de menor consumo.
- I **Menores custos de utilización** derivados do seu menor consumo e **menores custos de adquisición** debido a que presentan potencias de motor moderadas.

Inconvenientes:

- I Ningún.

Son vehículos máis baratos ca os menos eficientes polo que a súa adquisición está xustificada tanto desde o punto de vista económico coma enerxético

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Especificacións técnicas recomendadas de vehículos con motor de explosión (gasolina ou diésel).

- I Clasificación enerxética "A".
- I Consumo medio ponderado:

Vehículos pequenos (< 3,75 m)

- Gasolina: ≤ 5 litros / 100 km
- Gasóleo: $\leq 4,5$ litros / 100 km

Berlinas e familiares medios (< 4,5 m)

- Gasolina: $\leq 6,5$ litros / 100 km
- Gasóleo: ≤ 5 litros / 100 km

Berlinas e familiares grandes (> 4,5 m)

- Gasolina: ≤ 8 litros / 100 km
- Gasóleo: $\leq 5,5$ litros / 100 km

Monovolumen medios (< 4,5 m)

- Gasolina: ≤ 8 litros / 100 km
- Gasóleo: ≤ 6 litros / 100 km

Monovolumen grandes (> 4,5 m)

- Gasolina: $\leq 8,5$ litros / 100 km
- Gasóleo: ≤ 7 litros / 100 km

Furgonetas pequenas (< 4,5 m)

- Gasolina: $\leq 6,5$ litros / 100 km
- Gasóleo: $\leq 5,2$ litros / 100 km

Furgonetas grandes (> 4,5 m)

- Gasolina: ≤ 10 litros / 100 km
- Gasóleo: ≤ 8 litros / 100 km

Progresivamente téndese a utilizar vehículos cada vez de máis peso e potencia, na maioría dos casos para o desprazamento dunha única persoa, e en moitas ocasións para percorridos limitados a zonas xeográficas reducidas. Á hora de mercar un ou varios vehículos convén analizar os seus usos máis probables.

Se o que se necesita é un coche para desprazarse polo municipio e os arredores para asistir a reunións, recoméndase a compra dun coche de reducido tamaño, peso e potencia (inferior a 70 CV). Este vehículo será máis doado de manexar e aparcarse no lugar de destino e reducirá substancialmente o consumo enerxético. Para desprazamentos nos que non se coñece o lugar de destino ou o camiño para chegar, recoméndase a compra de vehículos ou a posterior instalación de sistemas de navegación, pois contribúen a optimizar as rutas reducindo o tempo e a distancia do desprazamento, e consecuentemente o consumo enerxético.

Actualmente, son ben coñecidas unha serie de técnicas de condución que reducen de forma considerable o consumo enerxético na condución. Estas basicamente consisten en aproveitar as inercias do vehículo e circular a baixas revolucións. Como medida para contribuír á autoaprendizaxe, e para reforzar os coñecementos adquiridos, recoméndase a compra de vehículos con pantallas de consumo instantáneo. Estes equipos indican en cada momento o consumo por cada cen quilómetros, no caso de que se manteñan as condicións de circulación, e isto contribúe a unha condución cada vez máis eficiente. Estas técnicas de condución eficiente, ademais contribúen a un menor desgaste do vehículo.

Outro complemento que se considera de interese son os mecanismos de control da velocidade (*Cruise Control*). Estes permiten programar unha velocidade de circulación que se manterá automaticamente constante ata que o condutor a modifique. A regulación automática consegue manter unha media de velocidade sen altos nin baixos con aceleracións progresivas, e isto reduce o consumo enerxético debido á maior suavidade das aceleracións e a un coeficiente de rozamento máis constante. Ademais, á hora de mercar un novo vehículo deben terse en conta tamén as novas tecnoloxías, máis limpas e eficientes, que se están a desenvolver (vehículos de gas natural, vehículos híbridos, eléctricos), así como a importancia do carácter demostrativo das administracións en temas de aforro e eficiencia enerxética.

O menor consumo dos coches híbridos fundaméntase na adecuada combinación dun motor eléctrico e doutro térmico. No momento do arranque apróveitase o elevado par do motor eléctrico, deixándolle lugar ao motor térmico a medida que se aumenta a velocidade. Na freada apróveitase a enerxía que convencionalmente se perde en forma de calor para recargar as baterías do motor eléctrico.



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

VEHÍCULOS HÍBRIDOS (con clasificación enerxética "A")

Vantaxes:

- ▮ **Consumo inferior aos vehículos que só incorporan motor de explosión.** O consumo redúcese un 40% aproximadamente en relación con outro vehículo similar tradicional.
- ▮ **Menores custos de utilización** derivados dun menor consumo.

Inconvenientes:

Custos de adquisición lixeiramente máis elevados.

Sobrecustos:

Inclúense os custos e o período de retorno do sobreinvestimento respecto a un vehículo cun motor de explosión de similares características:

(Para unha utilización de 25.000 km/ano).

Equipo	Investimento adicional	Retorno
Berlina	5.000 euros	6,25 anos

69

Especificacións técnicas recomendadas para un vehículo híbrido (gasolina - eléctrico) tipo berlina

- ▮ Motor eléctrico + motor gasolina.
- ▮ Posibilidade de funcionamento 100% eléctrico.
- ▮ Aceleración de 0 -100 km/h: < 11 segundos
- ▮ Consumo medio ponderado: < 4,6 litros / 100 km
- ▮ Emisións: < 110 gr. CO₂ / km
- ▮ Freos de disco nas 4 rodas
- ▮ Antibloqueo dos freos con distribuidor electrónico de freada
- ▮ Sistema de freada de emerxencia
- ▮ Ancoraxes ISOFIX para asentos infantís con 2 ancoraxes superiores
- ▮ *Airbags* de cortina dianteiros e traseiros
- ▮ *Airbags* dianteiros e laterais do condutor e do acompañante

- | Apertura eléctrica do maletreiro
- | Barras antiimpactos laterais
- | Peche centralizado con mando a distancia
- | Cintos dianteiros de 3 puntos con pretensor e limitador de forza
- | Cintos dianteiros regulables en altura
- | Cintos traseiros de 3 puntos
- | Climatizador automático
- | Control da velocidade (*Cruise Control*)
- | Pantalla táctil con información do consumo medio e o instantáneo, control de fluxos de enerxía, temperatura exterior, etc.
- | Elevacristais dianteiros e traseiros eléctricos
- | Control de tracción electrónico
- | Control de estabilidade
- | Faros antinéboa
- | Inmobilizador electrónico
- | Pinas de aliaxe.
- | Maletreiro iluminado
- | Microfiltro de partículas
- | Regulador da altura dos faros dianteiros: manual
- | Respaldo traseiro abatible
- | Recordatorio acústico dos cintos de seguridade sen colocar.
- | Servodirección eléctrica
- | Sistema de freada rexenerativa
- | Garantía (mínima):
 - 3 anos ou 100.000 km no vehículo
 - 8 anos ou 160.000 km para todos os compoñentes híbridos
 - 12 anos contra a perforación por corrosión

Para percorridos curtos e a utilización nas cidades debe estudarse a adquisición dun vehículo eléctrico.

As principais vantaxes destes vehículos é un menor consumo enerxético e sobre todo unha contaminación moito menor (tanto acústica coma de emisións gasosas).

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Existen vehículos eléctricos no mercado coas seguintes características:

- Consumo enerxético arredor dos 0,22 kWh/km.
- Potencia de arredor dos 25 CV.
- Potencia fiscal arredor dos 2 CV.
- Peso aproximado duns 1.000 kg.
- Velocidade máxima entre os 90 e 100 km/h
- Aceleración de 0 a 50 km/h nuns 8 seg.
- Autonomía arredor dos 75 km.
- Tempo de recarga máxima dunhas 8 h.

01.02.06.02. Camións e autobuses

Neste tipo de vehículos tamén se atopan importantes diferenzas de consumo entre os distintos modelos e fabricantes, polo que se fai necesario telo en conta á hora de adquirilos.

Ao igual que sucede cos turismos, para percorridos curtos e utilización no interior das cidades debe estudarse a adquisición de vehículos eléctricos pola redución de ruído e consumo que supón. Para percorridos máis longos, hai que analizar a viabilidade dos vehículos híbridos e de gas natural.

01.02.06.03. Mantemento

A posta a punto do vehículo de forma periódica repercute significativamente no aforro de carburante, na protección do ambiente, nunha maior vida útil e nunha maior seguridade viaria.

Por outra parte, é necesario vixiar periodicamente a presión e o aliñado das rodas. Hai que ter en conta que unha presión ou un aliñado incorrectos supón un aumento do consumo de combustible, reduce a vida útil dos pneumáticos e diminúe a seguridade (unha presión de 0,3 bar por debaixo da presión recomendada polo fabricante, aumenta o consumo de combustible ata un 3%).

Tamén é necesario realizar as revisións periódicas establecidas polo fabricante (unha elección inadecuada do aceite pode supoñer un incremento do consumo de ata un 3%, ademais de deteriorar o motor).

O control do consumo de combustible, anotando os quilómetros e mais os litros de carburante cada vez que se reposte, axuda a detectar anomalías no rendemento e no estado do motor.

$$\text{Consumo (litros / 100 km)} = \frac{\text{Litros repostaxe}}{\text{km na repostaxe} - \text{km iniciais}} \times 100$$

RESUMO APARTADO 1.2.6.

- I O consumo enerxético debe ser completamente prioritario no proceso de compra dun vehículo por parte dunha administración pública.
- I As administracións públicas deben mercar vehículos con etiquetaxe enerxética A, ou ben vehículos de tecnoloxías que contribúan a unha diversificación das fontes enerxéticas (eléctricos, biocombustibles, GLP, gas natural,...) ou a un desenvolvemento experimental de tecnoloxías potencialmente eficientes (híbridos, pilas de combustibles, ...)
- I Recoméndase que os vehículos adquiridos para desprazarse na cidade e en traxectos curtos non superen os 70 CV (51,45 kW). Os vehículos turismos requiridos para grandes desprazamentos, que se realizan na maioría dos casos por autoestradas, convén que dispoñan de sexta marcha, para que a elevadas velocidades (100-120 km/h) o número de revolucións por minuto, e polo tanto o consumo, sexa moderado.
- I Recoméndase a compra de vehículos con pantallas de consumo instantáneo, que contribúen a unha conducción enerxeticamente eficiente.
- I Recoméndase a inclusión de mecanismos de control da velocidade (*Cruise Control*) xa que axudan a reducir o consumo en desprazamentos a velocidade constante.
- I Recoméndase a compra de vehículos ou a posterior instalación de sistemas de navegación, pois contribúen a optimizar as rutas xa que reducen o tempo e mais a distancia do desprazamento.



DESEÑO DOS EDIFICIOS

02

As necesidades da vida moderna e o incremento da calidade de vida esíxenlles cada vez máis prestacións ás edificacións. Lonxe quedou o concepto orixinario no que unha edificación era pouco máis ca un lugar onde resgardarse da intemperie, e no que poder acender un lume para protexerse dos rigores do inverno e verse uns aos outros.

Se ben, xa nestas etapas é evidente a importancia de que as edificacións manteñan de por si unhas adecuadas condicións de temperatura, humidade, luz e salubridade minimizando o consumo dunha leña por momentos escasa. Hoxe calquera edificación do sector servizos ou residencial segue demandando as mesmas prestacións (diferenciar un espazo do exterior, cun acceso doado, climatizado, iluminado e ventilado) con maior calidade; e engade outras como dispoñibilidade de auga potable fría e quente, saída de augas residuais, dispoñibilidade de enerxía eléctrica, conexións telefónicas e para transmisión de datos, flexibilidade de uso,...

Estas prestacións melloradas e adicionais levan asociadas case inevitablemente un incremento no consumo de enerxía. Á hora de deseñar un edificio, debe terse presente que **do deseño realizado e das calidades empregadas vai depender o consumo enerxético durante un longo período de tempo**, 20, 50, 100 ou incluso máis anos.

Neste punto debe salientarse que **a xeración de enerxía, incluso coas tecnoloxías máis limpas coñecidas, presenta un forte impacto ambiental.**

O consumo de enerxía final per capita nos países da UE alcanza taxas moi superiores á media mundial e claramente incompatibles co obxectivo irrenunciable dun desenvolvemento sostible. Isto é así, motivado en parte por unha cultura que incita ao consumo e unha despreocupación xeneralizada polo aforro enerxético, nun contexto no que os produtos enerxéticos supoñen unha parte relativamente liviá do gasto familiar e empresarial.



Consumo de enerxía primaria per capita	Ano 2004 (tep/habitante)
Media mundial	1,77
Alemaña	4,22
Estado Español	3,33
Francia	4,43
Grecia	2,76
Italia	3,17
Portugal	2,52

Fonte: AIE

Neste contorno faise evidente a responsabilidade das diferentes institucións públicas na educación enerxética dos cidadáns e das empresas, constituíndose como piar fundamental o exemplo administrativo. Exercicio de coherencia necesario para lles poder esixir ás edificacións privadas, e por outra parte necesario para incentivar e consolidar a innovación no campo da eficiencia enerxética.

Por estes motivos, **o exemplo administrativo no aforro e na eficiencia enerxética xustifica uns lixeiros sobrecustos nas instalacións municipais que os concellos deben asumir con naturalidade**, conscientes de que redundarán nuns custos de funcionamento máis reducidos e nun maior confort das instalacións.



02.01 Contratación do proxecto

Como se acaba de mencionar, **o deseño e a realización dunha edificación determina o consumo enerxético da actividade que se realice nela durante un longo período de tempo, 20, 50, 100 ou máis anos**. Calquera medida de optimización enerxética que se pretenda realizar a posteriori, unha vez posto en funcionamento o edificio, será menos efectiva e moito máis cara que se se prevé no proxecto técnico.

Por isto, **todas as administracións públicas están obrigadas a ter en conta os criterios enerxéticos á hora de concibir e contratar unha edificación máis alá das esixencias mínimas legais**. Evidentemente, non todos os concellos dispoñen dun equipo técnico cualificado para definir expresamente os requisitos particulares de eficiencia enerxética esixibles a cada instalación. Ademais, incluso cando se dispón destes técnicos, as solucións formuladas por eles posiblemente non sexan as mellores compatibles coa aplicación que se persegue. Por isto recoméndase **incluir sempre no prego de condicións técnicas unha cláusula que indique que os proxectos deben garantir acadar a cualificación enerxética máxima** (Directiva 2002/91/CE do Parlamento Europeo e do Consello, do 16 de decembro de 2002, relativa á eficiencia enerxética dos edificios) **e debe valorarse adicionalmente como mellora o incremento xustificable da eficiencia enerxética da edificación**. Desta forma serán os licitadores os que se vexan obrigados a unha continua actualización dos seus coñecementos en eficiencia e aforro enerxético e terán informados os técnicos municipais. Ademais este coñecemento adquirido polas empresas servirá para mellorar as edificacións privadas.

No prego das cláusulas administrativas debe especificarse o peso da valoración da eficiencia enerxética, xunto cos outros aspectos que se consideren de interese como o prezo, a estética, a funcionalidade, o prazo de execución,... recoméndase que **a porcentaxe correspondente á eficiencia enerxética non baixe do 20% da puntuación máxima total**.

Insistir en que a obriga do carácter exemplarizante da administración xustifica sobradamente os eventuais sobrecostos que poida ocasionar a esixencia da máxima eficiencia enerxética.



RESUMO APARTADO 2.1.

- | A xeración e o consumo de enerxía supón un forte impacto ambiental.
- | O deseño dunha edificación incide no consumo enerxético desta durante un longo período de tempo.
- | As administración públicas están na obriga de dar exemplo no uso racional da enerxía.
- | **Nos pregos de contratación dunha edificación pública debe esixirse a máxima catalogación en eficiencia enerxética. Adicionalmente debe incluírse un sistema de puntuación obxectiva para primar as melloras xustificadas en eficiencia enerxética ofertadas polos licitadores.**
- | O exemplo administrativo en eficiencia enerxética xustifica lixeiros sobrecostos.



Fases de deseño

02.02

A Directiva 2002/91/CE do Parlamento Europeo e do Consello, do 16 de decembro de 2002, relativa á eficiencia enerxética dos edificios establece a obriga de poñer ao dispor dos compradores ou usuarios dos edificios un certificado de eficiencia enerxética. Este certificado deberá incluír información obxectiva sobre as características enerxéticas dos edificios de forma que se poida valorar e comparar a súa eficiencia enerxética de forma sinxela. Para iso o certificado deberá incluír valores de referencia e valoracións comparativas. Unha forma de realizalo é mediante unha clasificación, por parte dunha empresa certificadora, da edificación no seu conxunto, establecendo un criterio para que calquera persoa poida distinguir os distintos niveis de eficiencia (por exemplo, unha letra do abecedario, que canto máis se achegue ao A implicará maior nivel de eficiencia). Deste xeito, favorecese a promoción dos edificios de alta eficiencia enerxética e os investimentos en aforro de enerxía.

02.02.01. Orientación da edificación

Un bo deseño, tendo en conta criterios bioclimáticos **pode conseguir aforros de ata o 70% para a climatización e a iluminación dunha vivenda**. Todo iso cun incremento do custo da construción non superior ao 15% sobre o custo estándar.

O deseño bioclimático non fai referencia a unha arquitectura especial, senón simplemente a aquela que ten en conta a localización do edificio e o microclima no que se integrará, para adaptar o inmoble ao enclave no que será construído.

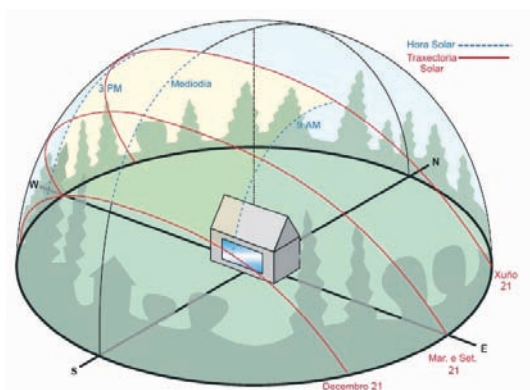
O deseño eficiente dun edificio ou dunha casa illada procurará o máximo aproveitamento das enerxías gratuítas, evitará as perdas/ganancias de calor non desexadas e optimizará o bo funcionamento dos equipos.

É necesario considerar as instalacións novas como un todo, integrando o deseño da envolvente (tipoloxía) con outros factores, como a selección dos materiais, a iluminación natural e outros aproveitamentos solares pasivos, quentamento, ventilación e sistemas de acondicionamento do aire, sistemas de iluminación e resto de instalacións.



Un factor importante que cómpre ter en conta é o clima, xa que os seus condicionantes deben levar parellas diferentes estratexias. Do mesmo xeito, convén aproveitar as circunstancias climatolóxicas favorables. E estas están en íntima relación co emprazamento e mais coa orientación, así:

- I Un edificio mal orientado e cunha forma inadecuada pode necesitar máis do dobre de enerxía ca un similar ben deseñado e orientado.
- I Debe tratarse de **minorar os efectos negativos** do vento e do frío dominantes no emprazamento escollido.
- I Debe tratarse de **maximizar o aproveitamento da enerxía solar** a través de elementos estruturais da propia instalación (enerxía solar pasiva) ou mediante o emprego de equipos específicos capaces de transformar en enerxía útil a enerxía do Sol.



As **árbores, as sebes, os arbustos e as enredadeiras**, situados en lugares axeitados, non só aumentan a estética e a calidade ambiental, senón que ademais proporcionan sombra e protección ante o vento. Por outra banda, a **auga** que se evapora durante a actividade fotosintética arrefría o aire e pódese lograr unha pequena baixada de temperatura, de entre 3 e 6° C, nas zonas arboradas.

Así mesmo, as árbores de folla caduca ofrecen un excelente grao de protección do sol no verán e permiten que o sol quente a casa durante o inverno.

Ademais, se rodeamos de vexetación (céspede, plantas, etc.) o edificio, en lugar de pavimento de cemento, asfalto ou similares, lograremos diminuír a acumulación de calor.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

As fiestras e as cristaleiras, os invernadoiros, os adros e os patios, cunha axeitada orientación, permiten que a radiación solar penetre directamente no espazo que se vai quentar no inverno, e isto producirá un aforro de calefacción.

Nas **zonas frías** interesa que os cerramentos de maior superficie e os acristalamentos nas estancias de máis utilización se orienten ao sur, e que os que estean orientados ao norte sexan o máis pequenos posible.

Nas **zonas quentes**, pola contra, interesa que nas orientacións con maior radiación solar (sur e suroeste) se encontre a menor superficie acristalada posible.

A forma xoga un papel esencial nas perdas de calor dun edificio. En liñas xerais, pódese afirmar que as estruturas compactas e con formas redondeadas teñen menos perdas ca as estruturas que teñen numerosos ocós, entrantes e salientes.

Outro factor primordial no deseño é **a actividade que se pretende levar a cabo no seu interior**, e que xunto co clima, van determinar as necesidades de climatización.

Por un lado están o grao de actividade dos ocupantes e a emisión por parte dos equipos e da maquinaria, e por outro lado está o ambiente exterior. A relación entrambas as cargas térmicas aféctalle ao grao en que o edificio perde ou gana calor.

A seguinte listaxe pódese empregar para a verificación dos condicionantes na fase de deseño do edificio.

Clima
Consideración dos condicionantes climatolóxicos específicos da zona.
Consideración do soleamento (características das sombras) específico da zona.

Orientación e forma
Elixir adecuadamente a orientación, dentro do posible.
Dispoñer elementos exteriores e paisaxísticos de xeito que participen como elementos activos no control e no aforro de enerxía.
Elixir, dentro do posible a solución máis "compacta" dentro das que cumpren cos requirimentos que se lle impuxeran ao edificio.



Ocos

O seu tamaño, as proporcións e a disposición na fachada será tal que observe de xeito estrito os requirimentos de iluminación natural, térmicos e de ventilación.

Desbotar as fiestras simples, preferindo as dobres (cámara de aire sinxela) ou triplas (cámara de aire dobre), e sempre con rotura de ponte térmica.

Incorporar se é posible sistemas de sombra integrados na fachada. Tipo fixo (máis duradeiros, pero teñen un peor comportamento) ou pregable/axustable (máis propensos á deterioración, pero poden adaptarse ás diferentes condicións estacionais).

Eficiencia térmica

Determinar o uso que se lle vai dar ao edificio e o número de equipos instalados, potencias e horas de funcionamento, pois determinan a carga interna.

Poñer especial coidado en que as fachadas, os ocos, as cubertas e os chans teñan a resistencia térmica adecuada para manter as condicións de confort e de eficiencia.

Prevenición das condensacións, e en relación con este aspecto, evitar e romper calquera tipo de ponte térmica. O humedecemento continuado dos elementos contribúe decisivamente na súa deterioración.

80

RESUMO APARTADO 2.2.1.

- I Se a administración contratante dispón dos datos climáticos máis representativos do soar que se vai construír debe incluílos no prego de contratación.
- I Senón, no proxecto da edificación debe esixirse un pequeno pero preciso informe sobre as condicións climatolóxicas do soar: temperaturas, humidade, soleamento e dirección predominante do vento.
- I A partir destas condicións no proxecto debe **xustificarse a orientación da edificación e o emprazamento de cada unha das dependencias no interior desta**. Se a orientación vén imposta polo soar xustificarase a adaptación da envolvente do edificio ás condicións da zona e ás actividades que se van realizar no edificio.

02.02.02. A envolvente térmica

A envolvente térmica está constituída por todos aqueles materiais estruturais e acabados que pechan o edificio, separando os ambientes interior (acondicionado dalgún xeito) e exterior. Esta definición inclúe **as fachadas, os ocos (portas e fiestras), as cubertas e os chans**.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

A envolvente debe cumprir os **requirimentos de ventilación e iluminación natural**, ao mesmo tempo que lles proporciona unha protección axeitada fronte aos axentes atmosféricos. Na seguinte táboa preséntanse unhas estimacións da porcentaxe de representatividade do custo de cada elemento da envolvente sobre o total do edificio, dependendo do tipo de edificio:

Tipo de edificio	Chan	Fachada	Cuberta	Total
Hospital				
4 – 8 plantas	0,6	9,5	0,6	10,7
Planta de produción	6,4	9,5	6,7	21,6
Edificio de oficinas				
12 – 20 plantas	0,3	19,9	0,4	20,6
Centro deportivo				
2 – 3 plantas	2,3	14,5	2,5	19,3

Fonte: Whole Building Design Guide

Ademais é o elemento que determina a **calidade estética exterior do edificio**, aspecto importante á hora de deseñar as instalacións de servizo público como son os edificios de titularidade municipal.

Actuando sobre a envolvente ou pel do edificio pódense captar, conservar e almacenar recursos enerxéticos do ámbito inmediato. Ademais, o modo en que se coloquen os diversos ocos e a distribución dos distintos cuartos poderá facilitar a ventilación natural.

Un modo de evitar as ganancias de calor no verán é o uso de sistemas evaporativos e de enchido de auga. Así, colocar unha cortina ou unha lámina de auga nunha parede, aumenta a sensación de confort no verán. A calor é absorbida pola auga cando se evapora e a parede mantense a unha temperatura menor, co conseguente efecto refrixerante no interior da vivenda.

A función básica dos elementos da envolvente é a separación de diferentes ambientes, soportando cargas de todo tipo (estruturais e térmicas) e cumprindo ademais unha función estética. Cabe diferenciar os seguintes elementos:

- Fachada: cerramento vertical exterior.
- Medianeira: cerramento vertical en contacto con outra edificación ou cun soar veciño.
- Cuberta: cerramento superior.
- Soleira: cerramento vertical inferior en contacto co terreo.
- Partición: cerramento vertical interior entre espazos dun edificio.
- Forxado: pechamento horizontal entre plantas dunha edificación.

Outros elementos presentes nos cerramentos son os ocos. Os seus tipos fundamentais son os que se recollen na seguinte listaxe:

- Fiestra: oco vertical acristalado.
- Lucernario: oco situado na cuberta.
- Porta: oco que permite o paso das persoas e dos obxectos.

02.02.02.01. Fachadas

Son os cerramentos verticais que separan o ambiente interior do edificio (xeralmente acondicionado dalgún xeito), do medio exterior.

Os elementos constituíntes son os que a continuación se enumeran:

a) Acabado exterior

Elementos naturais ou sintéticos que constitúen a capa máis externa da fachada. Son a **primeira barreira de protección fronte aos axentes exteriores**, actuando ademais como protección dos elementos sobre os que se colocan. Determinan o aspecto visual final da edificación.

Con respecto ao acabado exterior hai que ter en conta as características dos elementos que teñen relación coa **reflexión da radiación solar e a emisión de radiación infravermella** polas noites.

Acabados en cores escuras propiciarán os efectos da absorción da radiación solar e incrementaran o quentamento no inverno nos climas fríos, efecto que no verán pode ser compensado mediante a incorporación de elementos de sombra ou cámaras de aire ventiladas.

No caso das **proteccións solares**, son recomendables para a **orientación sur** as **proteccións fixas ou semifixas**, mentres que para a **orientación leste ou oeste** o máis adecuado son **proteccións móbiles** que permiten a entrada de luz solar en épocas de arrefriamento.

Na táboa seguinte especifícanse unha serie de proteccións solares e a porcentaxe de aforro enerxético estimada en refrixeración:



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edifícios con Criterios Enerxéticos

PROTECCIÓN SOLAR	%
Cortina cor escura	42
Cortina cor media	53
Cortina cor clara	60
Persiana cor escura	25
Persiana cor media	27
Persiana cor clara	40
Vidro escuro (5 mm)	40
Vidro polarizado	48
Persiana e vidro absorbente	47
Persiana branca	85
Toldo de lona	85

Nos **climas cálidos**, pola contra interesarán **acabados en cores claras** que maximicen a reflexión da radiación e manteñan frescas as dependencias nos períodos estivais con temperaturas altas.

Pola contra, durante a **noite** prodúcese un **arrefriamento das superficies exteriores** por causa da emisión de radiación infravermella cara ó firmamento.

Os acabados en cal típicos dos climas mediterráneos teñen un elevado nivel de reflexión da radiación solar e unha elevada emisión de radiación infravermella, polo que a arquitectura tradicional destas zonas vén utilizando estes efectos para manter unha temperatura comfortable dentro das vivendas.

b) Elemento illante

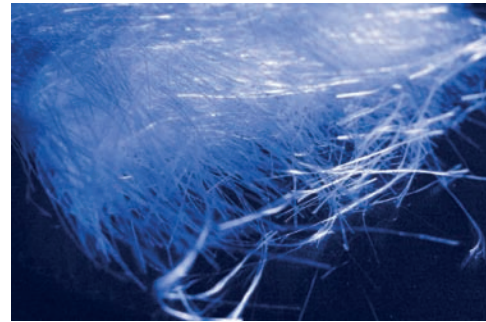
Trátase de materiais caracterizados pola súa **elevada resistencia térmica**, é dicir, unha baixa condutividade do calor.

Como xa se mencionou anteriormente, pódese empregar o **aire como illamento**, pero os fenómenos de convección que se producen nas cámaras de aire fan que sexa máis axeitado o **emprego de materiais porosos ou fibrosos**, capaces de inmovilizar o aire confinado no interior de pequenas celas máis ou menos estancas.

As variables de deseño son o espesor do material, a súa condutividade térmica e a súa densidade. No caso de deseñar os cerramentos cun único elemento constituínte, o feito de acadar os requirimentos mínimos de illamento levaría ao uso de espesores considerables.

Os elementos máis comúns que se usan son **polistireno, poliuretano, fibra de vidro e la de rocha**, dos que se pode atopar unha descrición máis detallada a continuación.

Fibra de vidro. É un material fibroso que se obtén cando se fai fluír vidro fundido a través dunha peza de buracos moi finos. Cando solidifica ten a consistencia e a flexibilidade para ser utilizado como fibra.



Ten a vantaxe de que é resistente á humidade, pero é hidrófila, e cando se humedece, perde a capacidade illante.

Por outra parte o emprego da fibra de vidro como illante presenta unha serie de problemas de saúde na súa fase de instalación:

Por contacto directo pode irritar a pel, os ollos, o nariz e a gorxa.

A exposición a altos niveis de fibra de vidro no aire poden agravar a asma ou a bronquite.

84

Características	Valores típicos
Conductividade térmica (λ)	0,041 W/m °K

Unha vez colocada, non existe risco de contacto directo, salvo que se produza unha deterioración dos elementos.

La de rocha. A la de rocha é unha la mineral a base de rocha basáltica. Comercialízase na forma de paneis espidos ou revestidos, feltros, mantas armadas, borra...



Ten a desvantaxe de que perde as propiedades cando se humedece.

O proceso de produción trata de reproducir a acción natural dos volcáns.

A rocha fúndese a temperaturas por riba dos 1600 °C. Esa rocha líquida transfórmase en fibras mediante un proceso de centrifugado. Seguidamente, e mediante a utilización de aglomerantes, fórmase a masa que serve para a fabricación dos produtos.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Características	Valores típicos
Densidade	175 kg/m ³
Conductividade térmica λ	0,03 – 0,04 W/m °K
Absorción de auga	79% vol.

Polistirenos. O polistireno é un polímero do estireno, mediante a deshidratación do etileno procedente da vaporización da nafta resultante do proceso de destilación do cru.

Na polimerización do estireno emprégase un axente expansionante que provoca a formación da coñecida coma “perla” con diámetros entre 0,4 e 2 mm.

Partindo desta perla, e dependendo do proceso posterior, atoparemos polistireno expandido (EPS) ou extruído (EXP), cada un coas súas propias características.

Características	Unidades	EPS	EXP
Densidade	kg/m ³	13 – 15	33
Conductividade térmica (λ)	W/m °K	0,040	0,033
Absorción da auga	% vol.	2 – 5	<0,5

En lugares onde sexa previsible a infiltración de auga (por ter unha elevada pluviosidade), este tipo de materiais serán de uso preferente fronte a outros como a la de rocha.

Poliuretanos. As propiedades físicas máis importantes son a densidade e o comportamento térmico e higratérmico.

En canto á súa densidade, o valor máis usual está comprendido entre os 30 e os 60 kg/m³. Ten un coeficiente de conductividade térmica que oscila entre 0,012 e 0,020 W/m °C. A absorción de auga chega a valores que oscilan entre o 2% e o 5%.

O poliuretano degrádase por efecto das altas temperaturas (debe aplicarse protexido ou pintado), así coma polo efecto da auga, polo que será máis axeitado o seu emprego en climas temperados con pluviosidades medias e baixas.

Características segundo a densidade

Densidade (kg/m ³)	■ (W/m °K)
9 – 10	0,047
11 – 12	0,045
13 – 15	0,040
18 – 20	0,037
22 – 25	0,035

c) Elementos de control do fluxo de aire e do vapor de auga

Trátase dun conxunto de elementos encargados de controlar e limitar o fluxo de aire e/ou o vapor de auga a través do cerramento.

Cando hai un fluxo importante de aire húmido desde o interior, unha cantidade elevada de vapor de auga alcanza a cara fría exterior do illamento e prodúcese condensación no interior do cerramento, que actuando de xeito continuado provocará a deterioración do elemento illante.

A barreira, cando se aplique, farase no lado quente do cerramento, pois o seu comportamento será máis efectivo.

Algúns elementos de illamento térmico teñen un bo comportamento tamén nese sentido (ademais do propio de impedir o fluxo de calor), e dese xeito é moi pequena a cantidade de vapor que alcanzaría a cara fría do illamento.

A barreira de vapor faise absolutamente necesaria en climas moi fríos, cando o illamento está colocado cara ao interior do cerramento e a resistencia ao vapor nas capas exteriores é grande.

Os **acabados** en materiais **como a pedra natural presentan un bo comportamento neste aspecto** e actúa como barreiras de vapor no lado frío do cerramento.

d) Elementos estruturais

Poden ser cerramentos de formigón executado in situ, cerramentos prefabricados (de madeira, formigón ou incluso de plástico), ou fábricas, formadas por material resistente (pedras, ladrillos cerámicos ou bloques prefabricados de formigón) unido mediante un morteiro, composto por cemento, auga e áridos finos (area). **Para un maior illamento térmico recoméndase a construción dos tabiques de fábrica cunha cámara de aire e proxección dalgún elemento illante no interior.**

e) Revestimento interior

Non ten unha incidencia importante desde o punto de vista da eficiencia térmica, pero si que ten incidencia no consumo total de enerxía no edificio.

Unha variable de deseño importante é o nivel de reflexión da luz natural e artificial. O obxectivo nestes casos é a consecución dun nivel de confort visual axeitado cun mínimo consumo enerxético, este tema trátase detidamente no apartado de iluminación artificial.



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

No caso dos chans, cando se permite a incidencia directa da radiación solar sobre eles, poden contribuir ao queentamento das dependencias, aínda que é aconsellable o emprego de materiais cunha capacidade de reflexión controlada (para evitar cegamentos), pero que reflectan a radiación cara ás paredes, de xeito que sexan estes elementos os encargados da absorción e a acumulación da calor.

02.02.02.02. Outros tipos de fachadas

■ Muros cortina

- Son cerramentos autoportantes, lixeiros e constan de varias capas (exterior hidrófuga, interior illante e unha de lucido interior absorbente) suxeitas a unha estrutura principal e poden ir dispostos vertical ou horizontalmente.
- Son ademais ignífugos.
- Teñen un baixo custo e reducidos prazos de execución, e presentan a posibilidade de integración dos elementos de aproveitamento solar activo (paneis).
- Ofrecen tamén a **posibilidade de modificar o nivel de ganancia solar** (aproveitamento pasivo) mediante o emprego de vidros especiais, pero **é necesaria a incorporación dunha capa de illamento térmico**.
- Aínda que con variacións, habitualmente nos muros cortina as partes acristaladas representan o 55% da superficie, os elementos opacos o 35%, mentres o 10% restante corresponde á estrutura metálica.
- O seu uso principal é como fachada vista en edificios singulares e cun alto carácter representativo.
- En xeral, o seu funcionamento enerxético é bastante deficiente, polo que se recomenda minimizar a súa utilización.

■ Cerramentos sándwich

Están elaborados con elementos que constan de varias capas, e cada unha delas ten unha función diferente. Entre as súas características cabe destacar:

- Elevada resistencia mecánica e gran lixeireza.
- **Baixo coeficiente de transmisión térmica, polo que non necesitan de capas adicionais de illamento térmico.**
- Resistencia á corrosión e ás deformacións.
- Son ignífugos.
- Presentan unha estética axeitada sen cubrir.
- Baixo custo e reducidos prazos de execución.

O seu uso principal é como fachada vista en edificios industriais, naves, polideportivos....

02.02.02.03. Ocos

Ábreanse nos cerramentos coa finalidade de lle proporcionar luz e ventilación á estancia correspondente, así como acceso á mesma.

Os ocos son os puntos da envolvente susceptibles de ter un menor illamento térmico respecto do medio exterior. Este é o motivo polo que nunha edificación eficiente estarán **absolutamente descartadas solucións baseadas en acristalamentos simples**; a a opción máis adecuada será o **acristalamiento dobre para climas temperados e triplo para aquelas zonas onde os invernos sexan severos.**

Cando haxa unha diferenza importante entre a temperatura exterior e a temperatura do interior da edificación, tanto no inverno coma no verán, será necesario dispoñer de elementos de protección térmica adicional como contras ou persianas herméticas nos períodos invernaís, e elementos de control da insolación nos períodos estivais.

En calquera caso pode ser unha opción de deseño a redución da superficie acristalada, co obxectivo de moderar os fluxos de calor.

88

I Vidro dobre. É a solución idónea para climas moderados.

Xeralmente están executados con carpintaría de PVC ou aluminio lacado en diversas cores. Pódense acadar maiores illamentos con carpintaría de madeira, pero tamén supón un maior custo.

A carpintaría de madeira emprégase en rehabilitacións de edificios cun certo carácter tradicional ou cando así o esixen as ordenanzas municipais.

I Vidro triplo. É a solución axeitada nos climas máis severos. Achegan ademais as mellores condicións de illamento acústico, aínda que son solucións caras.

I Dobre fiestra. No caso das obras de rehabilitación é habitual que nos atopemos con solucións baseadas en acristalamentos simples. Aínda que unha opción é a substitución do elemento por outro máis eficiente, pode ser interesante desde o punto de vista económico, e sempre que o elemento presente estea en boas condicións, a incorporación dunha segunda fiestra das mesmas características ca a xa instalada, deixando unha cámara de aire entre as dúas.

Deste xeito pódense acadar melloras de ata o 65% fronte ás solucións orixinaís baseadas en fiestras con vidros sinxelos.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

De todos os xeitos, **será necesario facer, por parte do usuario ou do proxectista un pequeno estudo da viabilidade da implantación das diferentes opcións.**

A modo de orientación recóllense na táboa seguinte os valores do coeficiente de transmisión térmica K para os diferentes tipos de acristamento e as diferentes carpintarías. Canto menor sexa o valor de K, máis eficiente será o comportamento térmico. O espesor dos vidros pode ir desde os 4 ata os 10 mm. Na cámara ou cámaras de separación introdúcese aire deshidratado (para impedir as condensacións interiores) ou un gas de alta densidade (argon ou cripton).

Tipo de acristamento	Espesor da cámara de aire (mm)	K_{vidro}	Tipo carpintaría	K (vidro + carpintaría) Kcal/m ² h°C
Simple	—	4,9	Madeira	4,3
			Metálica	5,0
Dobre	6	2,9	Madeira	2,8
			Metálica	3,4
	8	2,7	Madeira	2,7
			Metálica	3,3
	12	2,6	Madeira	2,5
			Metálica	3,2
Triplo	6	2,1	Madeira	2,4
			Metálica	2,9
	8	1,9	Madeira	2,3
			Metálica	2,8
	12	1,8	Madeira	2,2
			Metálica	2,7

Fonte: ISOVER. *Manual de illamento na edificación.*

02.02.02.04. Cubertas

Son elementos de cerramento estancos ás precipitacións, que limitan superiormente a edificación. Clasifícanse atendendo a diferentes criterios:

- Segundo a inclinación
 - Cubertas planas.
 - Cubertas inclinadas.
 - Cubertas singulares.

- I Segundo a estrutura
 - Cubertas con estrutura reticular.
 - Cubertas con estrutura laminar.

- I Segundo a orde de colocación das capas da cuberta
 - Cubertas tradicionais.
 - Cubertas invertidas.

- I Segundo o comportamento higratérmico
 - Cubertas frías.
 - Cubertas quentes.

Estes criterios de clasificación non son excluíntes.

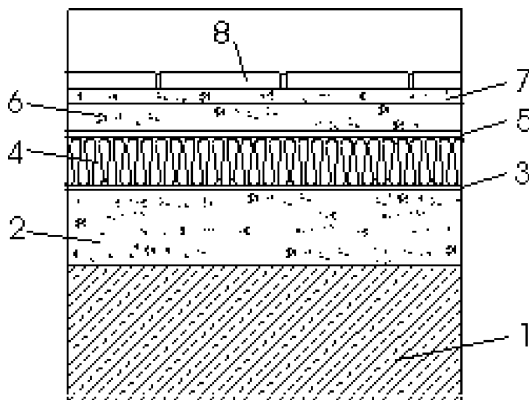
A continuación detallaranse, un pouco máis polo miúdo, as clasificacións máis relacionadas cos aspectos enerxéticos como son a baseada na orde de colocación das capas e no comportamento higratérmico.

90



■ Tipos de cubertas segundo a orde de colocación das capas

- I **Cubertas tradicionais.** Son aquelas nas que se dispón primeiro (máis exterior) a capa de impermeabilizante e a continuación a de illamento (máis interior).
Teñen a desvantaxe de que por debaixo do illamento **precisan unha barreira de vapor** para impedir as condensacións producidas baixo a capa de impermeabilizante ou en puntos interiores do illamento.



1. Forxado
2. Formigón de pendentes
3. Adhesivo - barreira de vapor
4. Illamento térmico
5. Impermeabilización
6. Capa de morteiro de 3 - 4 cm
7. Morteiro de agarre de 2 cm ou cemento cola
8. Piso de baldosas cerámicas

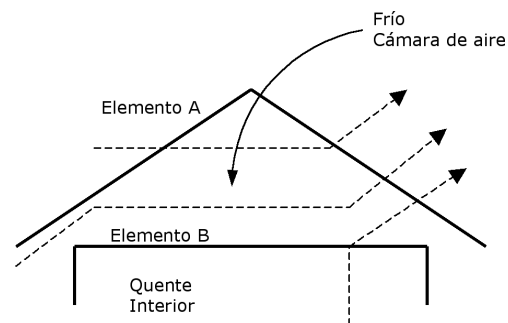
Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

■ **Cubertas invertidas.** Consiste na alteración da orde das capas da cuberta de tipo tradicional. Nestas cubertas a lámina impermeabilizante está situada xusto por baixo do illamento térmico e actúa tamén como barreira de vapor. Entre as súas vantaxes están a mellora da durabilidade, o illamento, o confort e a resistencia á condensación; facilidade da posta en obra; simplicidade do mantemento e da conservación e un menor custo.

■ Tipos de cubertas segundo o comportamento higratérmico

■ **Cubertas frías.** Son aquelas que están compostas por dous elementos, separados por unha cámara de aire en contacto co medio exterior, debaixo do material de cobertura.

Son permeables ao aire e ao vapor de auga, que se disipa a través do material de cobertura.

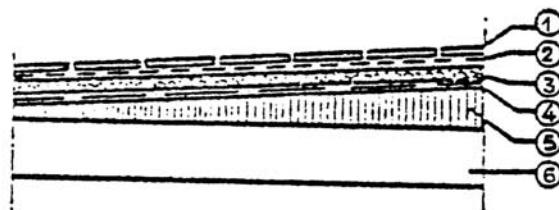


Esquema organizativo da cuberta:

- *Capa superior:* material de cubrición que terá que ser impermeable a auga.
- *Cámara intermedia:* constituída por un espazo baixo cuberta ventilado con aire exterior.
- *Capa inferior:* achega o illamento térmico necesario para que non se disipe a calor do interior do edificio.

■ **Cubertas quentes.** Están compostas por un só elemento que separa os ambientes interior e exterior, sen cámara de aire intermedia.

En solucións deste tipo hai que ter en conta que moitos dos materiais que se empregan na construción son permeables en maior ou menor medida ao vapor de auga, polo que se producirá no interior da cuberta unha difusión de vapor do medio quente cara ao medio frío, e poderanse orixinar condensacións no interior da masa; por este motivo cumprirá a presenza dunha barreira de vapor. O elemento da cuberta está composto por varias capas de distinto material, e cada unha cumpre unha función determinada.



1. Material de cobertura
2. Impermeabilización
3. Illante térmico.
4. Barreira de vapor.
5. Formador de pendentes.
6. Forxado.

A **coberta fría** véñse utilizado tradicionalmente nas zonas quentes.

Estas cubertas son **útiles no verán** porque a cámara de aire compensaba a forte radiación solar sobre o pavimento da cuberta. No inverno a renovación constante do aire da cámara arrefriaba o espazo que protexía e o mantemento da calor levaba aparelado un alto custo.

Na actualidade, os illamentos dispoñibles resolveron esta cuestión e a cuberta ventilada pode empregarse en calquera lugar. Non obstante, **non será aconsellable o uso das cubertas ventiladas (frías) nos climas menos cálidos** e débense escoller as cubertas quentes.

Entre as cubertas planas, son as quentes as que se utilizan máis habitualmente, xa que xestionan eficazmente os fluxos térmicos e son máis doadas de executar.

Os elementos constituíntes dunha cuberta son os que a continuación se enumeran.

a) Acabado exterior

Entre os elementos máis usados podemos atopar os seguintes:

- Tellas nas súas diferentes variedades (cerámicas, que son as máis utilizadas en edificación civil, formigón ou incluso plásticas).
- Placas de lousa.
- Paneis sándwich.
- Chapas metálicas grecadas.
- Chapas de aluminio anodizado.

Estas tres últimas utilizadas fundamentalmente en edificios cunha certa singularidade, naves industriais e/ou pavillóns de deportes.

As súas características máis destacadas son as que se describen a continuación.

Tella cerámica. Elevada durabilidade. Baixa condutividade térmica e capacidade axeitada de illamento acústico. Son ignífugas. Aplicable ata certo punto onde os requirimentos estéticos sexan estritos. Emprégase sobre todo nas cubertas inclinadas das vivendas unifamiliares.

Lousa. Elevada durabilidade. Baixa condutividade térmica, pero maior ca no caso das tellas cerámicas. Capacidade axeitada de illamento acústico. Son ignífugas. A pendente mínima da cuberta aconsellada para a súa utilización é de 18°. A solución adoptada para os puntos de encontro na cuberta: follas de lousa ou chapas de cinc (máis axeitado). Aplicable nas cubertas inclinadas das vivendas unifamiliares.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Paneis sándwich. Teñen un peso reducido. Baixo custo e período de execución. Capacidade de illamento térmico sen elementos adicionais e capacidade de reflexión da radiación solar. Non son bos illante acústicos. Son ignífugos. Uso en edificios industriais, naves, pavillóns de deportes..., tanto en cubertas planas (non transitables) coma inclinadas.

Chapas metálicas greçadas. Peso reducido. Baixo custo e período de execución. Non teñen capacidade de illamento térmico nin acústico. Uso ata certo punto en edificios industriais, naves... (cando non haxa necesidades especiais de illamento). Uso tanto en cubertas planas (non transitables) coma inclinadas.

Chapas de aluminio anodizado. Peso reducido. Non teñen un custo excesivo, pero si é superior ao dos outros elementos citados con anterioridade. Posúen boas características de illamento térmico e un axeitado poder de reflexión da radiación solar. En determinadas aplicacións poden necesitar de elementos que proporcionen un nivel superior de illamento acústico. Pódense utilizar en bloques de vivendas, edificación industrial, edificios de oficinas e edificios singulares. Uso en cubertas inclinadas.

Outros elementos presentes nos remates das cubertas no caso de que sexan planas son:

- | Lousas ou azulexos (transitables por persoas).
- | Asfaltos (transitables por tráfico rodado).
- | Elementos vexetais.
- | Gravas.

As dúas últimas empréganse en cubertas planas non transitables, aínda que son accesibles cando hai que facer labores de mantemento.

b) Elementos impermeabilizantes e illantes térmicos

Como xa se dixo no apartado de definición das cubertas, o elemento impermeabilizante pode estar colocado por riba ou por baixo do illamento, dando lugar ás dúas tipoloxías mencionadas: cubertas tradicionais e cubertas invertidas.

Os materiais illantes que se empregan son os mesmos ca no caso das fachadas e as súas características poden consultarse nese apartado.

c) Elementos estruturais

Poden ser elementos prefabricados (vigas) de formigón, elementos metálicos (pórticos en poli-deportivos, en naves para exposicións, etc.) ou madeira, se ben esta última solución é a que se

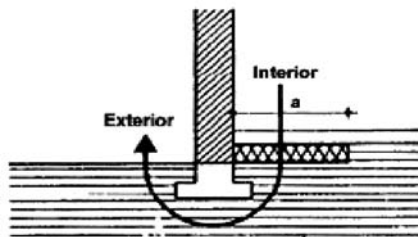
emprega fundamentalmente na edificación residencial, e ten un caracter excepcional no caso dos edificios de titularidade municipal.

02.02.02.05. Divisións horizontais

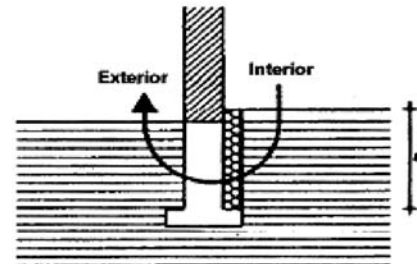
Dentro deste apartado inclúense todas as separacións horizontais entre espazos (planos) dunha edificación.

No caso de que o chan da vivenda estea en **contacto co terreo** será necesaria a **incorporación dalgún tipo de elemento illante de aplicación tanto horizontal coma vertical**, no caso de que a soleira se sitúe por debaixo do nivel do terreo.

Soleira sobre o terreo.
Banda de illamento



Soleira sobre o terreo.
Banda de illamento vertical



Nos casos nos que sexa previsible a presenza de auga, será necesaria a colocación de elementos impermeabilizantes e capas drenantes para evitar estancamentos.

Outras tipoloxías ademais das soleiras a nivel do terreo e os muros semisoterrados son os muros soterrados, os forxados soterrados e as cubertas axardinadas.

No caso dos forxados soterrados son máis habituais nos garaxes e nos sotos, que en definitiva son espazos non habitables, polo que necesitarán a correspondente capa de impermeabilización, pero non de illamento.

Si será necesario o illamento no caso de que o soto estea ocupado ou nel se desenvolva algunha actividade que requira o mantemento dun determinado nivel de confort.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

O nivel de illamento será similar nas características ao que se emprega no caso das cubertas, xa que en definitiva estamos a falar de cerramentos superiores en contacto co exterior ou con espazos non habitables.

Unha consideración similar é aplicable ao caso das **cubertas axardinadas**, se ben neste caso estamos ante a incorporación dun **elemento de control do fluxo térmico** como é a **capa de vexetación**. Este tipo de cubertas foron tradicionalmente empregadas como illamento en climas fríos, pero ofrecen oportunidades importantes na refrixeración nos períodos estivais, debido ao mecanismo de transpiración das plantas e ao control da rega.

Con todo, as vantaxes deste tipo de solucións fronte a un correcto illamento non están plenamente demostradas.

No caso dos forxados de entreplanta, é dicir, aqueles que separan niveis (acondicionados) dunha edificación, adoita ser suficiente o nivel de illamento proporcionado polo propio forxado, polo falso teito e pola cámara de aire horizontal que se forma entre eles, sen aplicación de elementos adicionais de illamento, salvo que unha parte do forxado estea en contacto con espazos non habitables ou directamente co medio exterior, en cuxo caso será necesaria a aplicación das capas correspondentes de impermeabilización e illamento.

Hai que recordar que o tempo que se emprega para quentar as dependencias tamén dependerá da altura dos teitos polo que como norma xeral deberá optarse polas solucións máis compactas, é dicir, aquelas nas que os teitos sexan o máis baixos posible.

02.02.02.06. Particións interiores

Son as que separan entre si as diferentes estancias dentro dunha mesma edificación, ou ben separan espazos habitables (acondicionados) dos non habitables (en contacto co exterior e polo tanto non acondicionados), dentro tamén dunha mesma vivenda.

No primeiro dos casos, xa que as condicións de confort nos diferentes espazos dunha vivenda son semellantes, a condición que deben cumprir este tipo de particións é a de illamento acústico. As solucións construtivas máis habituais son as que se basean en ladrillo oco simple ou dobre, ou as que se basean en placas de cartón-xeso.

No caso dos **cerramentos en contacto con espazos non habitables**, as **esixencias de illamento serán as mesmas ca no caso das fachadas** e polo tanto será necesario que incorporen elementos illantes que garantan as condicións de confort interiores.



RESUMO APARTADO 2.2.2

- I A envolvente dun edificio debe garantir un correcto illamento térmico do exterior en todo o seu perímetro, e para iso haberá que **xustificar** a necesidade dos ocos e a situación idónea dos mesmos, esixindo solucións cun bo comportamento térmico.
- I Ao mesmo tempo, a envolvente debe permitir un aproveitamento da luz natural acorde coa finalidade da edificación.
- I A envolvente debe favorecer o aproveitamento dos efectos positivos da radiación solar e o resto das características ambientais, ademais de limitar os seus efectos negativos.
- I Debe fomentarse a utilización racional de elementos naturais como plantas, auga, cores, para acondicionar o ambiente e minimizar o consumo enerxético.
- I Debe **primarse a utilización de materiais de construción**, tanto na envolvente coma no resto da edificación, **que requiran pouca enerxía na súa fabricación, uso e demolición**.
- I Do mesmo xeito, haberá que garantir un comportamento térmico adecuado ás divisións interiores entre espazos con distintas exixencias ambientais ou con distintos horarios de ocupación.
- I **O proxecto técnico de edificación dun edificio debe incluír non só a solución adoptada, senón a xustificación da mesma.**

96



02.02.03. Instalacións de calefacción e AQS

(Para máis información sobre instalacións de calefacción consúltese o apartado A.2.5.2.1)

As necesidades de calefacción dependen de determinados factores como son o clima, a orientación, a calidade dos materiais de construción que se utilizan, o illamento e o uso que se lle dea á estancia que se vai calefactar.

O primeiro paso para proxectar un sistema de calefacción e/ou de auga quente sanitaria é o cálculo das necesidades. Loxicamente, para garantir o confort o dimensionamento final do sistema farase para as circunstancias máis adversas, isto é, máxima demanda interna e peores condicións ambiente. Con todo, **debe preverse o funcionamento a cargas parciais, que será o máis empregado, e asegurar un óptimo rendemento das instalacións nestas condicións**. Isto pode provocar que en determinadas circunstancias, os equipos que non funcionen cun rendemento óptimo a cargas parciais deban duplicarse, o funcionamento dun abondará para condicións normais e será necesario que traballen os dous xuntos cando a demanda sexa moi elevada. Con este desdoblamento tamén se aumentará a fiabilidade do sistema, xa que un eventual fallo nun dos equipos non impedirá o funcionamento do outro.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Os parámetros máis importantes á hora de determinar unha situación de confort, son os seguintes:

- temperatura,
- calidade do aire,
- humidade relativa

En canto ás temperaturas óptimas dos locais, estas dependerán do seu uso. A modo de referencia, especifícanse unhas temperaturas orientativas para diferentes lugares de traballo dun edificio municipal.

LOCAL	TEMPERATURA (°C)
Recepción	18
Administración	20
Secretaría	20
Aulas	18-20
Biblioteca	21
Despachos	20
Salón de actos	20
Salas de reunións	20

Por outra banda, a **calidade do aire** depende de múltiples factores e, principalmente, das renovacións con aire procedente do exterior, que non deben ser inferiores a 30 m³/h por persoa.

En canto á **humidade relativa**, esta debe estar situada entre o 30 e o 70%.

Unha vez definidos os parámetros de consigna para cada unha das estancias da edificación, no momento de proxectar e construír débese dispor dos equipos de control adecuados para garantir os niveis de confort.

02.02.03.01. Sistemas de calefacción

A) Xeración de calor.

Unha vez definidas as necesidades de calefacción, antes de decidir o sistema de calefacción máis adecuado responderanse as seguintes preguntas:

1. Disponse dalgunha enerxía térmica residual aproveitable? Algunha das máquinas ou dos procesos proxectados na propia edificación pode xerar na súa refrixeración cantidades importan-

tes de enerxía térmica aproveitable para a calefacción, por exemplo os condensadores de sistemas de refrixeración (nunha mesma edificación, pode darse o paradoxo de demandarse calor e frío ao mesmo tempo, tanto máis probable canto maior sexa o edificio e peor deseñada estea a orientación e a envolvente do mesmo. Fóra do edificio, se este está próximo a algunha instalación industrial, por exemplo unha planta incineradora, un planta de coxeración de enerxía eléctrica,... é moi probable que esta sexa excedentaria de enerxía térmica a baixa temperatura (dificilmente valorizable para o propio proceso industrial) e mesmo que estea a consumir enerxía eléctrica para disipala (aeroterms, condensadores evaporativos, torres de refrixeración,...). Nestes casos, sobre todo se a edificación que se está a proxectar ten uns consumos considerables, debe-rase estudar a viabilidade do aproveitamento da enerxía residual considerada.

2. Existe nas proximidades da edificación algún tipo de sistema de calefacción centralizado?

Como se explica con máis detalle no apartado 2.3.2 os sistemas centralizados poden alcanzar maiores rendementos, facilitan o aproveitamento de fontes enerxéticas como a biomasa e minimizan os riscos de manipulación. Por iso se recomenda apoiar os sistemas centralizados en áreas de gran consumo.

Unha vez valoradas as condicións anteriores, se realmente é necesario unha instalación individual, xa sexa como apoio ou como instalación principal, recoméndanse algunha das seguintes alternativas:

- I **Caldeira de alta eficiencia.**
- I **Bomba de calor xeotérmica (terra-auga ou terra-aire)**

Se por diversas razóns se xustifica a improcedencia destes sistemas o sistema que se recomenda en climas moderados será a bomba de calor convencional (aire-agua ou aire-aire). Só en último caso, en aplicacións de reducido consumo e afastadas das redes de distribución da calor se considerará a utilización de sistemas eléctricos de calefacción.

A.1.- Caldeiras de alta eficiencia.

A continuación, resúmense algunhas definicións básicas referidas a caldeiras:

- I **Caldeira:** conxunto formado por un corpo e un queimador, destinado a lle transmitir á auga a calor que se libera na combustión.
- I **Caldeira estándar:** caldeira que conta cunha temperatura media de funcionamento que pode limitarse a partir do seu deseño.
- I **Caldeira de baixa temperatura:** caldeira que pode funcionar continuamente cunha temperatura da auga de alimentación de entre 35 e 40 °C, e que en determinadas circunstancias pode

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

producir condensación do vapor de auga que conteñen os gases de combustión sen grandes deterioracións da caldeira.

- I Caldeira de condensación:** caldeiras deseñadas para poder condensar de forma permanente unha parte importante do vapor de auga que conteñen os gases de combustión.
- I Potencia nominal útil dunha caldeira:** potencia calorífica máxima que, segundo determine e garanta o fabricante, se pode subministrar en funcionamento continuo, axustándose aos rendementos útiles declarados polo mesmo fabricante.
- I Rendemento útil dunha caldeira:** relación entre o fluxo de calor transmitido ao fluído portador e o produto do poder calorífico inferior (PCI) a presión constante do combustible polo consumo nunha unidade de tempo.
- I Poder calorífico (dun combustible):** cantidade de calor producida pola combustión dun combustible, a unha presión constante e igual a 101.325 Pa.
 - **Poder calorífico superior (PCS):** a auga producida pola combustión está supostamente condensada.
 - **Poder calorífico inferior (PCI):** a auga producida pola combustión permanece supostamente en estado de vapor.

A Directiva 92/42/CEE, do Consello do 21 de maio de 1992, relativa aos requisitos de rendemento para as caldeiras novas de auga quente alimentadas con combustibles líquidos ou gasosos establece uns valores mínimos de rendemento a potencia nominal e a carga parcial do 30% para cada tipo de caldeira. Se estes rendementos son iguais ou superiores aos valores correspondentes para as caldeiras estándar, a caldeira pode ser catalogada cun ★. Se o rendemento a potencia nominal e o rendemento con carga parcial son iguais ou superiores en máis de 3 puntos aos valores correspondentes para as caldeiras estándar, a caldeira levará ★★. Por cada 3 puntos adicionais de superación do rendemento a potencia nominal e con carga parcial poderá engadirse unha estrela suplementaria. A continuación inclúese unha táboa cos requisitos de cada clasificación:

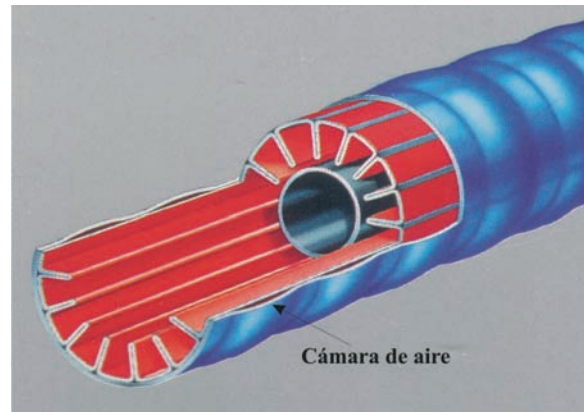
Marca	Requisitos de rendemento a potencia nominal Pn e a unha temperatura media da auga na caldeira de 70°C (%)	Requisitos de rendemento con carga parcial de 0,3 Pn e a unha temperatura media da auga na caldeira ≥ 50 °C (%)
★	≥ 84 + 2 log Pn	≥ 80 + 3 log Pn
★★	≥ 87 + 2 log Pn	≥ 83 + 3 log Pn
★★★	≥ 90 + 2 log Pn	≥ 86 + 3 log Pn
★★★★	≥ 93 + 2 log Pn	≥ 89 + 3 log Pn

Pn = Potencia

Fonte: Directiva 92/42/CEE

As **caldeiras convencionais ou estándar**, en condicións normais de funcionamento, requiren manter unha temperatura de saída da auga de entre 80-90 °C e un retorno superior a 55 °C. Deste xeito impídese a aparición de condensacións altamente corrosivas no interior das tubaxes de saída dos fumes da cheminea.

As **caldeiras de baixa temperatura** basean a súa tecnoloxía en entubamentos con cámaras de aire que son capaces de realizar a transmisión da calor de forma dosificada evitando a produción de condensacións e permitindo unha temperatura de saída dos fumes en torno aos 130 °C. Esta temperatura de saída dos fumes, no caso das **caldeiras de condensación**, pode chegar ata os 10 °C por enriba da de retorno, coa conseguinte redución de perdas.



Exemplo de entubamento dunha caldeira de condensación

Cámara de aire

100

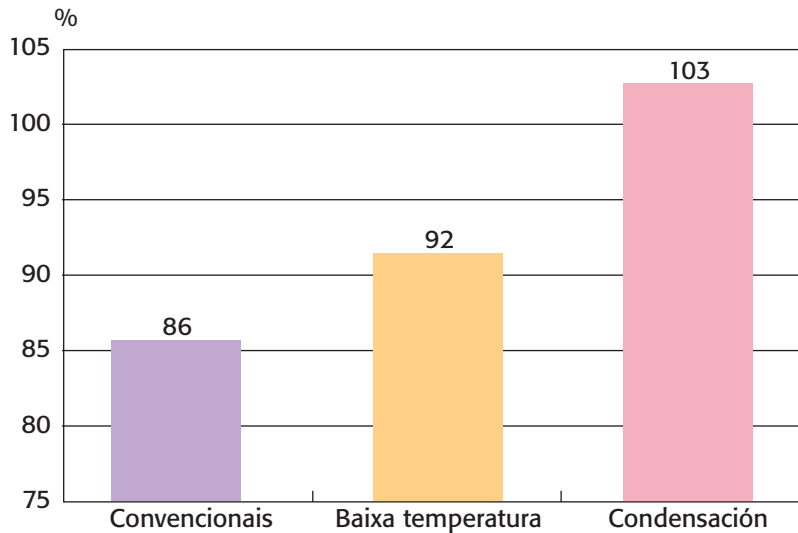


Nas **caldeiras de baixa temperatura e de condensación**, a temperatura de funcionamento pódese regular en función da demanda real da instalación, e polo tanto non existe unha demanda continua de auga a unha temperatura elevada. Deste xeito, redúcense as perdas por convección e por radiación que, cun illamento correcto das paredes e da porta da caldeira, poden diminuír ata chegar a un 0,3%.

Os rendementos deste tipo de caldeiras son considerablemente diferentes, debido a que teñen unha tecnoloxía distinta.

No caso das caldeiras de condensación, ademais da calor que pode proporcionar o combustible, tamén se recupera a calor do vapor da auga que se produce na combustión, polo que se conseguen rendementos enerxéticos lixeiramente superiores ao 100%, referido ao PCI do combustible. Polo tanto, **sempre que sexa posible deberase instalar unha caldeira de condensación, ou de baixa temperatura antes ca unha convencional.**

Comparación do rendemento estacional das caldeiras



A.2.- Bombas de calor.

A calor flúe de forma espontánea desde as altas temperaturas ata as baixas temperaturas. A bomba de calor é unha tecnoloxía capaz de forzar o fluxo de calor na dirección contraria, utilizando unha cantidade de enerxía eléctrica relativamente pequena.

As bombas de calor poden transferir esta calor desde as fontes naturais do contorno a baixa temperatura (foco frío), tales como aire, auga ou a propia terra, cara ás dependencias interiores que se pretenden calefactar. Ademais, existen equipos reversibles, que permiten en épocas calorosas refrixer as dependencias interiores desprazando a calor cara ao exterior.

As bombas de calor supoñen unha alternativa enerxeticamente eficiente ao sistema constituído por caldeira e arrefriadora, posto que o seu rendemento é superior ao dunha caldeira de combustible. Así, mentres que o **grao de eficiencia (COP, Coefficient of performance)** dunha bomba de calor está en torno ao 2,5 e 4,5, o rendemento medio dunha caldeira de alta eficiencia sería do 0,9.

A eficiencia deste tipo de equipos depende en gran medida das temperaturas do medio do que se extrae a calor e do medio ao que se lle cede a calor. Deste xeito **canto maior é a diferenza de temperaturas menor resultará a eficiencia do equipo**. Por iso, sobre todo en climas fríos, recoméndase a instalación de bombas de calor xeotérmicas, isto é, utilizando o terreo como foco frío. Cando vai frío, e é necesario calefactar unha dependencia, a temperatura da terra é superior á do aire

ambiente exterior, e isto permite que unha bomba de calor xeotérmica acade rendementos maiores e máis constantes. Ademais evítanse problemas de formación de xeo na unidade exterior (evaporador) da bomba de calor, e isto reduce o rendimento nos equipo con foco frío aire.

Sirva de exemplo unha bomba de calor do tipo aire - auga de 290 kW de potencia calorífica. Se este equipo funciona coa temperatura de saída da auga de 50 °C, as potencias caloríficas producidas en función da temperatura exterior poden ser as seguintes:

Temperatura do aire exterior	Produción de calor (kWh)
10 °C	290
5 °C	256
0 °C	227
- 5°C	186

Como se pode comprobar, a potencia calorífica da bomba de calor aire-auga decrece a medida que diminúe a temperatura do aire exterior (é máis difícil ganar calor), e isto sucede en períodos de maior demanda térmica do edificio (cando máis frío vai).

Debido á baixa temperatura exterior, e á humidade relativa, condénsase vapor de auga no exterior da batería de evaporación, e fórmase xeo cando a temperatura do aire exterior é inferior a 0°C, e por iso se precisa un consumo de enerxía adicional para fender este xeo. En xeral o rendimento da bomba de calor aire-agua diminúe considerablemente cando a temperatura do aire exterior é inferior a 5° C, polo que convén fixarse especialmente nas prestacións do equipo nestas condicións. En calquera caso, **é preferible a instalación de bombas de calor terra-auga, cun rendimento e unha potencia calorífica máis estables, e o momento ideal para instalalas é durante a edificación.**

B) Transmisión da calor.

A **rede de distribución** é a instalación que une a xeración de enerxía térmica e os emisores de calor. Soe realizarse mediante unha rede de tubos de condución de auga quente que, dependendo do sistema de emisión, circulará a unha ou outra temperatura. Todas as tubaxes de auga quente deben estar convenientemente illadas ao longo de todo o percorrido, incluso as válvulas, os racores, as bridas, as unións e os equipos..., para evitar as perdas de calor nelas. As características dos materiais illantes, así como o grosor destes, dependerán principalmente da temperatura da auga e do diámetro das entubaxes.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

C) Emisión de calor.

Os emisores de calor son os equipos encargados de lle transmitir a enerxía térmica xerada ao ambiente que se necesita calefactar.

Poden ser de varios tipos:

- | Radiadores
- | *Fan-coils*
- | Convectores
- | Aerotermos
- | Climatizadores
- | Chan radiante
- | Teito radiante



Á hora de estudar as posibilidades de aforro hai que ter en conta non só a eficiencia dos sistemas de xeración térmica (caldeiras, bombas de calor,...), senón tamén a dos equipos que distribúen a calor polas distintas dependencias. Os sistemas máis frecuentes son os que utilizan como fluído de traballo auga quente, polo que o estudo vaise centrar neste tipo de sistemas.

En función do tipo de emisor de calor que se utilice, as necesidades de enerxía térmica serán diferentes, debido a que o fluído caloriportante opera a distinta temperatura. A continuación móstrase o rango de temperatura de funcionamento destes equipos:

Tipo emisor	Temperatura (°C)
Radiadores	90-50 °C
<i>Fan - coils</i>	55-50 °C
Conectores	80-50 °C
Aerotermos	90-60 °C
Climatizadoras	90-50 °C
Chan radiante	45-40 °C

En xeral, **convén a aplicación de calor ás temperaturas máis baixas posibles, xa que con iso se aumenta o rendemento enerxético e o confort**, con todo isto obriga a maiores superficies de intercambio de calor e polo tanto equipos emisores máis caros.



A continuación descríbense os equipos emisores máis habituais, e préstaselles especial atención aos radiadores porque son os máis frecuentes:

C1) Radiadores.

Os **radiadores** son os elementos terminais de transferencia de calor ao ambiente. A auga quente producida no sistema central lévase aos radiadores a unha temperatura de aproximadamente 50-90 °C. A auga transmítelle calor ao aire - ambiente a través das placas do radiador por radiación (aproximadamente un 20%) e por convección (un 80%). Cando a auga retorna á caldeira faíno a unha temperatura entre 15-20 °C pola calor que lle cedeu ao ambiente.

Estas instalacións permiten a zonificación da instalación de calefacción por circuitos diferenciados (en función da orientación do edificio, dos horarios e das porcentaxes de ocupación) e facilitan a **instalación de equipos de control de temperatura de cada estancia** (mediante válvulas termostáticas).

Clasificacións dos radiadores de auga

Os radiadores que se utilizan normalmente clasifícanse:

- I Pola súa configuración:
 - Radiadores de panel
 - Radiadores de elemento
- I Polo material co que están construídos:
 - Radiadores de fundición
 - Radiadores de chapa de aceiro
 - Radiadores de aluminio



Radiador
de auga

Os radiadores de panel son, normalmente, de chapa de aceiro cunha superficie lisa e plana e poden ser de varios tipos:

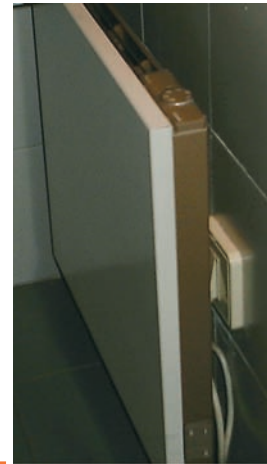
- Panel simple
- Panel simple con convector
- Panel dobre
- Panel dobre con convector

O elemento convector é unha chapa soldada ao radiador que aumenta a transmisión da calor.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Por outra banda, os **radiadores eléctricos** son sistemas unitarios baseados en aparellos autónomos e que se utilizan fundamentalmente naquelas estancias puntuais que necesitan calefactarse de maneira esporádica, e que están afastados das redes de transmisión de calor.

Os emisores de calor deben ser enerxeticamente eficientes e correctamente dimensionados, con **bos equipos de control da temperatura**. No mercado existen múltiples exemplos de radiadores con diferentes características: tamaño, material, número de corpos emisores,... realizouse un estudo comparativo entre algúns dos tipos que se empregan máis frecuentemente e mantendo como característica común o seu tamaño, e polo tanto a súa superficie de emisión. Na seguinte táboa pódese observar o resultado desta comparación:



Radiador eléctrico

Tipo de emisor	Radiador tipo (W)
Radiadores de ferro fundido 4 columnas interiores	2.264
Radiadores de ferro fundido de 3 columnas interiores	2.026
Radiadores de ferro fundido de 2 columnas interiores	1.473
Radiadores de aceiro	2.219
Radiadores de aluminio	2.298
Paneis de aceiro simples	927
Paneis de aceiro dobres con convector	2.669

Como pode comprobarse, a maior potencia de emisión de calor por radiador corresponde aos paneis de aceiro dobres con convector, seguido dos radiadores de aluminio.

C2) Outros elementos emisores.

I Convectores:

Son similares aos radiadores, aínda que a transmisión da calor neste caso realízase por convección exclusivamente. Esta transmisión baséase no paso do aire a través dos tubos polos que circula auga quente. O aire quéntase e distribúese por medio dun ventilador.

O inconveniente destes equipos é o arrastre de partículas de po en suspensión no aire debido á convección que producen na transmisión de calor.

I **Aerotermos:**

Emisores de calor constituídos por unha batería de intercambio térmico aleteada pola que circula a auga quente e un ventilador que impulsa o aire ambiente atravesando a batería e quen-tándoo. Entre as súas vantaxes destaca poder controlar cada equipo independentemente e o movemento do aire evitando a súa estratificación.

I **Fan-coils:**

O seu sistema é basicamente similar ao dos aerotermos, aínda que a principal diferenza radica en que a temperatura da auga é inferior (en torno aos 50 °C). Normalmente utilízanse cando a mesma instalación de distribución de auga proporciona calefacción no inverno e frío no verán.



Fotos de diferentes
emisores de calor

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

I Climatizadores:

Equipos terminais que tratan o aire quente e o impulsan ao ambiente por medio de redes de condutos, regulando a cantidade de auga quente que circula pola batería de calefacción, e desta forma proporcionan o control da temperatura.

I Chan radiante:

Estes sistemas consisten en serpentíns de tubo enreixados ao solo polos que circula auga entre 40/45 °C. Neles, a calor transmítese por radiación e non é necesario elevar a temperatura tanto coma nos anteriores sistemas, as perdas diminúen e supoñen un aforro enerxético considerable. Por outra parte, o sistema regúlase automaticamente cando se realiza a transmisión de calor en función da diferenza de temperatura entre o solo e o aire do recinto que se vai calefactar.

Trátase dun sistema de calefacción que proporciona un elevado grao de confort, xa que emite a calor gradualmente de abaixo cara a enriba, e conséguese unha temperatura uniforme en todo o recinto.

A principal vantaxe deste sistema é que como se utiliza auga a baixa temperatura facilita a utilización de enerxías renovables como a enerxía solar térmica. O grande inconveniente desde o punto de vista térmico consiste en que soen ser sistemas con grandes inercias, e polo tanto cun tempo de resposta elevado tanto no acendido coma no apagado, e isto dificulta a súa regulación.

Recoméndase a súa utilización naqueles casos nos que a demanda de calefacción é constante, situación na que pode acadar aforros de ata o 20% respecto a outros sistemas.

I Teito radiante:

Son sistemas que se utilizan moi pouco e que funcionan de forma similar ao chan radiante. A diferenza máis importante é que a calor se distribúe desde enriba cara abaixo e polo tanto o confort que se obtén é menor.



02.02.03.02. Medidas de optimización enerxética

A continuación, analízanse as principais medidas de aforro.

02.02.03.02.01. Control de sistemas de calefacción

Para un control efectivo é necesario **dividir o edificio por zonas, e realizar o control de cada unha delas en función da ocupación, da zona do edificio e do uso que se lle estea dando en cada momento.**

Instalando sondas de temperatura e de calidade do aire interior en zonas comúns, pódese permitir o control da entrada de aire exterior en función da demanda de ventilación, deste xeito lógrase un axuste das necesidades e o correspondente aforro de enerxía.

Utilizando sistemas autónomos de control de temperatura por zonas, e regulando as velocidades dos ventiladores ou das bombas de auga, pódense obter aforros que varían entre un 20-30%. Hai que ter en conta que **por cada grao que aumente a temperatura ambiental, o consumo enerxético aumenta entre un 5 e un 7%.**

No caso de que o sistema de control sexa moito máis específico e regule a temperatura en función de se o cuarto está desocupado, en reserva ou ocupado, estes aforros poden ser dun 40% do consumo en calefacción e refrixeración.

108

Sistemas de xestión e control

Os sistemas de regulación e control que se utilizan nas instalacións de calefacción e AQS son moi diversos, desde o simple termóstato que fai funcionar unha bomba, ata os complexos sistemas de xestión centralizados que controlan todos os parámetros de consigna impostos mediante sistemas de control dixital.

Estes sistemas de control poden clasificarse en:

- | *Sistemas de control electromecánico*: sistemas todo ou nada, que actúan sobre un elemento de regulación en función dun parámetro de consigna.
- | *Sistemas de control electrónico*: sistemas de regulación variable ou proporcional, que actúan en función dunha sonda que mide a magnitude e a compara coa variable de consigna, transmitindo esta diferenza a un elemento regulador que o posiciona proporcionalmente á des-

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

viación rexistrada. Os elementos de actuación son normalmente válvulas motorizadas nos circuitos de auga.

- *Sistemas de control dixital*: son sistemas a base de control dixital directo por medio de microprocesadores de control distribuídos e manexados desde un ordenador central.

02.02.03.02.02. Mellora do rendemento das caldeiras

O sistema que máis se utiliza para satisfacer as necesidades de calefacción das edificacións municipais son as caldeiras pirotubulares de auga quente, e trátase dun dos equipos de maior consumo. Polo tanto, un correcto dimensionamento e un funcionamento óptimo delas proporcionará un aforro de enerxía que se traducirá nun importante aforro económico.

O aire necesario para o proceso de combustión entra na caldeira, impulsado polo queimador, á temperatura ambiente da sala (inferior a 35 °C), e sae pola cheminea en forma de fumes de combustión (aproximadamente a 140-180 °C). A calor que sei utilizou para quentar o aire non é unha calor útil para o quentamento da auga da caldeira.



Caldeira convencional

109

A diferenza entre o poder calorífico inferior do combustible (PCI) e a calor que se perdeu nos fumes é a calor útil máxima que se poderá utilizar para o quentamento da auga.

O **rendemento da caldeira** enténdese como a porcentaxe desa calor útil con respecto ao PCI do combustible utilizado.

Este rendemento depende de varios factores, entre os que destacan:

- Temperatura de entrada do aire de combustión.

Canto maior sexa a temperatura de entrada do aire de combustión na caldeira, menor será a cantidade de calor necesaria para quentalo, e maior será o rendemento. Polo tanto, **tratarase de coller aire da zona máis quente da edificación** (zona sur) e se é posible prequentarase con calores residuais dispoñibles, como por exemplo a calor dos gases de escape da propia caldeira.

■ Temperatura de saída dos fumes de combustión.

Canto maior sexa a temperatura de saída dos fumes, o rendemento da caldeira diminuírá, se ben existe unha temperatura mínima de saída dos fumes, que non debe ser rebaixada por unha caldeira tradicional para evitar condensacións (punto de rosada) altamente corrosivas. Para poder reducir ao máximo a temperatura de saída dos gases, sempre que sexa posible instalárase unha caldeira de condensación ou de baixa temperatura.

■ Contido en CO₂ dos fumes da combustión.

A porcentaxe en CO₂ dos fumes tamén inflúe no rendemento, posto que canto menor sexa esta porcentaxe indicará que o exceso de aire é maior ca o óptimo (posto que o CO₂ estará máis diluído) e polo tanto a calor útil diminuírá, coa correspondente diminución do rendemento total. **En instalacións dunha certa entidade recoméndase a instalación dun medidor en continuo de O₂** (sondas de oxido de circonio) nos gases de escape. Existen automatismo que permiten, en función da medición, reducir ou aumentar o exceso de aire instantaneamente para optimizar o rendemento.

O mantemento da correcta relación aire-combustible é o factor máis importante na eficiencia da combustión. O aire en exceso sobre o requirido para unha combustión completa aumenta a perda por calor sensible nos fumes e reduce a temperatura da chama.

Os valores correctos de CO₂ ou de O₂ dos gases de combustión dependen de: tipo de combustible empregado e tamaño deste, no caso dos sólidos; tipo de equipamento de combustión empregado; tipo do fogar da caldeira... De todas as formas, e a título orientativo, os valores recomendados son os que se indican na seguinte táboa:

Combustible	Exceso de aire (%)	CO ₂ (%)
C. líquido	15-25	14-12
C. gasoso	5-15	10-8
Carbón	30-50	17-13
Madeira	40-70	16-11

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Ademais dos factores considerados convén ter en conta os aspectos:

- Mercar unha caldeira co corpo ben illado. Debido á temperatura que acada o corpo da caldeira, existen perdas de calor por convección e por radiación, que se poden reducir a límites baixos (en torno a un 0,5%) se dispón dun bo illamento. Do mesmo xeito, proxectar adecuadamente o illamento dos condutos de auga quente e dos depósitos de acumulación.
- Que os fogares interiores das caldeiras, onde se forma a chama, sexan ondulados en toda a súa lonxitude. Esta ondulación reforza de maneira importante os condutos polos que circulan os gases de combustión, e permite a súa imprescindible dilatación, que é diferente á do resto da caldeira e aumenta a superficie de intercambio de calor.
- Que teña tres pasos de fumes, o primeiro a través do fogar, e os restantes a través dos tubos de fume. As caldeiras que se fabrican con dous pasos (o do fogar e o dos tubos de fume) teñen un rendemento máis baixo debido á menor superficie de intercambio, e envellecen máis rápido porque están sometidas a unha maior carga térmica.
- As caldeiras de potencias moi grandes (a partir de 10 MW), cómpre que teñan dous fogares (cun queimador en cada fogar). Neste tipo de caldeiras, un só fogar obrigaría a utilizar diámetros moi grandes de caldeira que dificultarían as transmisións de calor e lonxitudes de chama excesivamente longas que producirían elevadas cargas térmicas, e provocarían o envellecemento prematuro da caldeira.
- Que non teñan peches de estanquidade de gran tamaño na cámara de auga, xa que provocan frecuentes fugas, difíciles de reparar, e de mantemento moi complicado.
- Mercar caldeiras con queimadores modulantes, que permiten adaptar a potencia de xeración á demanda con bos rendementos.

02.02.03.03.03. Ventilación da sala de caldeiras

En xeral, nas edificacións existentes, a ventilación da sala de caldeiras non é a adecuada, polo que a continuación se especifican as características mínimas que debe cumprir a correcta ventilación dunha sala de caldeiras.

A achega de aire para ventilación pódese realizar mediante ventilación natural directa e natural indirecta (por condutos e forzada). Por outra parte, **non se permite ningunha toma de ventilación que comunique con outros locais cerrados, aínda que dispoñan de ventilación directa.**

– **Natural directa (por orificios):**

Este tipo de ventilación pódese realizar cando algún dos cerramentos da sala de caldeiras está en contacto directo co exterior. Efectúase mediante aberturas con enreixados de protección á intemperie e que teñan malla antipaxaro.

Sección mínima do enreixado (cm²) ≥ 5 x Potencia nominal instalada

Aconséllase utilizar máis dunha abertura para favorecer o varrido de aire da sala de caldeiras.

– **Natural indirecta (por condutos):**

Pódese aplicar cando o local, se non é contiguo co exterior, poida comunicarse con este mediante condutos de menos de 10 m de percorrido horizontal.

Sección mínima dos condutos (cm²):

Verticais ≥ 6,5 x Potencia nominal instalada

Horizontais ≥ 10 x Potencia nominal instalada

– **Natural indirecta (forzada):**

Pódese realizar a ventilación das salas de caldeiras de maneira forzada, mediante un ventilador que impulse o aire ao interior da sala.

Caudal mínimo que se debe introducir na sala (m³) ≥ 1,8 x Potencia nominal instalada

Ésíxese ademais a instalación doutro conduto, en paredes opostas ás da entrada do aire, para que se poida producir unha ventilación cruzada, xa que, de non existir esta saída de aire, a ventilación mantería en sobrepresión a sala de caldeiras.

Unha mala ventilación da sala de caldeiras reduce a vida útil da caldeira, pode minguar o rendemento da instalación e pode provocar riscos para a saúde dos traballadores que a frecuenten.

02.02.03.02.04. Fontes enerxéticas

A continuación recóllense algunhas consideracións sobre as fontes enerxéticas máis empregadas:

Fontes enerxéticas

■ **Gasóleo:** combustible fósil, derivado do petróleo. Na súa combustión prodúcese a emisión dos seguintes gases contaminantes: SO₂ e CO₂.

O seu prezo flutúa de maneira semellante ao do petróleo.

■ **Propano:** gas licuado do petróleo (GLP), cun alto poder calorífico. O GLP pode subministrarse a granel, e para iso hai que contar cun depósito de almacenamento, ou ben canalizado.



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

- I **Gas natural:** é o combustible fósil que menos contamina (a súa combustión emite menos CO₂ ca outros combustibles fósiles e apenas SO₂), polo que o seu emprego é recomendable tanto desde o punto de vista enerxético coma ambiental. As caldeiras de gas natural teñen maiores rendementos ca as de gasóleo posto que a súa regulación é máis precisa.
- I **Electricidade:** esta fonte enerxética emprégase con calquera tipo de bombas de calor, con acumuladores de calor que aproveitan as discriminacións de prezo por tramo horario, co fío radiante eléctrico e en radiadores eléctricos como sistemas de apoio a sistemas centralizados.
- I **Enerxías renovables: solar e biomasa.** As fontes de enerxía renovables estanse a utilizar cada vez máis en centros municipais, aconséllase que se utilicen debido á baixa emisión de CO₂ no conxunto do ciclo de vida e á súa contribución a reducir a dependencia enerxética do exterior.

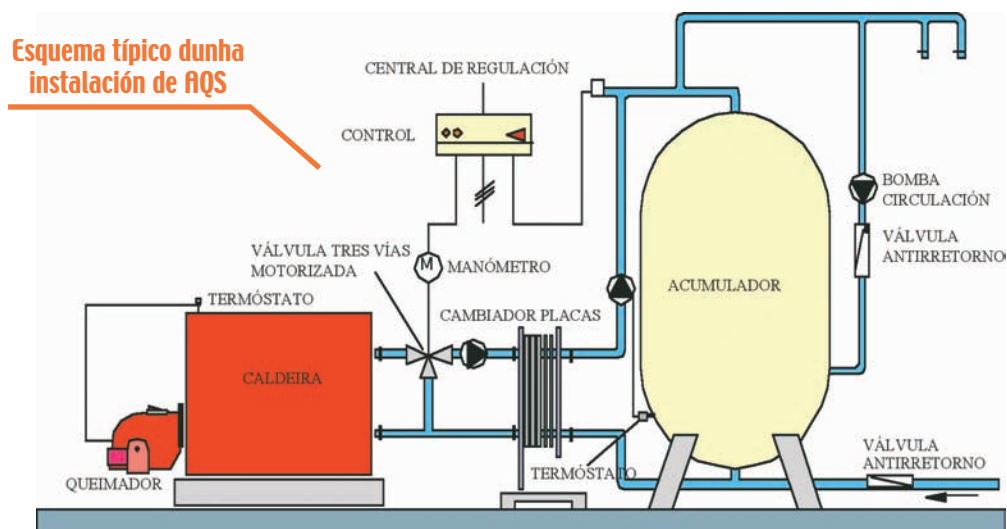
O gas natural é a fonte de enerxía fósil máis limpa, pouco contaminante e cun baixo contido de dióxido de carbono, característica que lle permite contribuír á diminución do efecto invernadoiro, ademais de contar cun alto poder calorífico.

Desde o punto de vista enerxético, para a mesma potencia existen equipos de gas no mercado cun rendimento superior aos de gasóleo. Isto en parte débese a que se conseguen menores porcentaxes de inqueimados como consecuencia de que a mestura entre o combustible e o comburente é máis homoxénea ca co gasóleo. Tamén inflúe que se pode baixar máis a temperatura dos gases de escape sen risco de corrosión. Deste xeito, redúcese o consumo de combustible, e conséguese un importante aforro enerxético e económico. Polo tanto, de ser necesaria a instalación dunha caldeira, e non é factible a utilización de biomasa, recoméndase, se existe a posibilidade, optar por unha de gas natural ou GLP (se ben estes son menos recomendables polo seu alto prezo).

02.02.03.03. Auga quente sanitaria

As instalacións de auga quente sanitaria máis comúns constan dun grupo xerador térmico centralizado con acumulación, tal e como se amosa na seguinte gráfica:





Tal como se amosa no esquema anterior, as caldeiras (ou bombas de calor) producen auga quente que se conduce ata o intercambiador de placas onde se quenta a auga fría que normalmente entra da rede ou dun pozo propio. A auga da rede quéntase e pasa a un depósito de acumulación onde se mantén a unha temperatura de consigna, en ningún caso inferior a 60 °C, para evitar o risco de lexionelose.

Estes depósitos teñen unha dobre función, por un lado manteñen a temperatura da auga quente constante, e por outro serven de regulación ante a demanda variable de AQS ao longo do día. Desta forma, ao ter acumulación, conséguese que o funcionamento do equipo xerador sexa máis constante, co que se obteñen mellores rendementos. No interior do depósito a temperatura da auga régúlase por medio de sistemas de control que varían a achega de calor das caldeiras.

Entre os equipos necesarios para xerar auga quente sanitaria, ademais dos xa indicados anteriormente no apartado de calefacción (caldeiras, bombas de calor,...) encóntranse os **depósitos acumuladores**.

No apartado de xeración **debe destacarse a idoneidade dos sistemas solares térmicos activos para o prequentamento da AQS, ata o punto de que salvo xustificación contraria, debe obrigarse ás instalacións municipais a un certo grao de utilización da enerxía solar**. A enerxía solar non é tan adecuada para os sistemas de calefacción, xa que cando esta é necesaria é cando menos enerxía solar está dispoñible, e isto obriga a un excesivo sobredimensionamento.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Non sucede o mesmo coa AQS, esta ten un consumo relativamente constante ao longo do ano, polo que debe obrigarse á instalación de sistemas solares térmicos que cubran a demanda durante os meses do verán e que contribúan segundo a climatoloxía o resto do ano.

Os depósitos acumuladores, na maioría dos casos, están construídos cunha chapa de aceiro galvanizada e están provistos dun illante para manter a temperatura interior.



Depósitos acumuladores de AQS

115

Para a transmisión da calor entre a auga fría e a quente que se xera na caldeira utilízanse os **intercambiadores de calor**, constituídos por placas de aceiro inoxidable onde se realiza esta transmisión.



Sistemas de tubos e intercambiador de calor nun sistema de AQS

Este tipo de intercambiadores presenta unha serie de vantaxes fronte a outro tipo de sistemas (como os depósitos intercambiadores) que se resumen a continuación:

- Menor tamaño
- Facilitade de limpeza
- Posibilidade de incrementar a potencia segundo as necesidades

Nos seguintes apartados inclúense recomendacións para o aforro de auga, que poden chegar a acadar valores próximos ao 50 % do total da enerxía consumida, posto que supoñen un dobre aforro: a auga non utilizada e a enerxía necesaria para quentala. Ademais, o gasto de auga debido a perdas ou fugas debe ser totalmente eliminado, posto que supoñen un dobre consumo: por un lado en equipos de bombeo, e por outro en enerxía necesaria para o seu quentamento.

02.02.03.03.01. Utilización de equipos de aforro de auga

Como xa se indicou anteriormente o aforro de auga supón unha diminución do custo final da enerxía por bombeo, quentamento..., ademais dos beneficios ambientais que leva consigo.

116



Os sistemas de aforro de auga non deben ter nunca implícita unha redución do nivel de confort. Existen numerosas solucións no mercado que facilitan o aforro de auga garantindo a calidade do servizo e do confort requirido. Entre elas pódense destacar:

I Perlizadores

Elementos dispersores para os lavabos, os bidés ou os vertedoiros que mesturan aire con auga, baseándose no efecto venturi, e deste xeito reducen o consumo de auga e polo tanto a enerxía necesaria para quentala, sen diminuír a calidade do servizo.

En función da presión da auga, e segundo os fabricantes, estes perlizadores reducen o caudal de saída da auga ata 6 e 8 litros/minuto, e deste xeito conseguen aforros que van desde o 40 % en caso de presións de 2,5 kg/cm² ata o 30% en caso de presión de auga de 3 kg/cm².

Exemplo de perlizador



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

I Interruptores de caudal

Regulan o caudal de auga mediante un interruptor, conseguen reducir ata un 40% o consumo de auga.

I Duchas economizadoras

Producen a micronización e a aceleración da auga mediante a introdución de aire e reducen o caudal ata valores comprendidos entre os 7 e os 11 litros/min.



Exemplo de ducha economizadora

I Billas economizadoras

Existen varios sistemas de billas con aforro de auga, desde os sistemas de detección de infravermellos, nos que se corta a auga xusto cando se retiran as mans, ata temporizadores nos que se deixa saír auga soamente un tempo establecido (normalmente 30 s).

I Sistemas WC stop para cisternas

Economizan ata un 70% de auga. En calquera caso, se o usuario o desexa, poden utilizar toda a descarga da cisterna.

02.02.03.03.02. Recomendacións xerais

Ademais de todas as medidas expostas anteriormente, pódense realizar algunhas actuacións que, cun pequeno ou nulo investimento, supoñen aforros de enerxía considerables, como poden ser:

- I Axustar os sistemas de control para manter as óptimas condicións de mestura da auga.
- I Illar correctamente os sistemas de distribución da auga quente.
- I Selar todos os accesorios para evitar posibles perdas de auga.
- I Traballar con presións moderadas.
- I Evitar temperaturas de almacenamento excesivamente altas, aínda que sempre maiores de 60 °C.
- I Instalar contadores de auga quente.



É moi importante a detección das fugas para eliminalas posteriormente e para isto é recomendable instalar equipos que permitan:

- O control dos caudais por zonas.
- A instalación de manómetros para detectar as fugas.

RESUMO APARTADO 2.2.3

- Será prioritaria a valorización das enerxías residuais ou a utilización de calefaccións urbanas antes ca calquera outra alternativa de calefacción.
- No deseño das instalacións de calefacción debe optarse por sistemas cun bo rendemento a cargas parciais, e isto maximízase con sistemas centralizados.
- As tecnoloxías máis eficientes para a xeración de calor para calefacción son a bomba de calor xeotérmica e as caldeiras de alta eficiencia (baixa temperatura ou condensación). Fomentaranse as caldeiras de biomasa para a xeración de calor.
- O proxecto de edificación debe prever o calorifugado das conducións de transmisión de calor.
- A aplicación final de calor realizarase ás temperaturas máis baixas posibles, isto incrementa o confort e o rendemento.
- As zonas que se van calefactar irán zonificadas, e en cada zona instalaranse equipos de medición, regulación e control que permitan adaptar as condicións ambiente ás recomendables, evitando o uso irresponsable dos usuarios.
- Na medida do posible limitaranse os volumes que se van calefactar, por exemplo colocando falsos teitos nas dependencias que non precisen altura.
- A enerxía solar debe aproveitarse para xerar de auga quente sanitaria. Salvo xustificación contraria o consumo nos meses do verán de AQS debe satisfacerse integramente con enerxía solar térmica. No resto do ano servirá de apoio.
- As billas deben ir dotadas con equipos de aforro de auga como: perlizadores, interruptores de caudal, duchas economizadoras,...

118



02.02.04. Instalacións de refrixeración

(Para máis información sobre as instalacións de refrixeración consúltese o apartado 1.2.5.2.2)

As necesidades de refrixeración dependen de determinados factores como son o clima, a orientación, a calidade dos materiais de construción que se utilizan, o illamento e o uso que se lle dea á estancia que se vai climatizar.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Dado que a finalidade do sistema de calefacción e de refrixeración é a mesma: manter unhas condicións térmicas de confort, na práctica, cando é necesario un sistema de refrixeración integral para toda a edificación soen deseñarse conxuntamente, e isto deriva en certas sinerxías positivas. É por iso polo que parte do que se expuxo no apartado anterior de calefacción é aplicable á refrixeración, e tamén ao seguinte que está dedicado á ventilación.

Ao igual ca no caso da instalación de calefacción, o primeiro paso para proxectar un sistema de refrixeración é o cálculo das necesidades. Loxicamente, para garantir o confort o dimensionamento final do sistema farase para as circunstancias máis adversas, isto é, máxima demanda interna e día moi caloroso. Porén, **debe preverse o funcionamento a cargas parciais, que será o que máis se empregue, e asegurar un óptimo rendemento das instalacións nestas condicións.**

Isto pode provocar que, en determinadas circunstancias, os equipos que non funcionen cun rendemento óptimo a cargas parciais deban duplicarse; o funcionamento dun bastará para condicións normais e será necesario que traballen os dous xuntos cando a demanda sexa moi elevada. Con este desdoblamento tamén se aumentará a fiabilidade do sistema, xa que un eventual fallo nun dos equipos non impedirá o funcionamento do outro.

Os parámetros máis importantes para conseguir unha situación de confort son os seguintes:

- temperatura,
- calidade do aire,
- humidade relativa

A adaptación do corpo ás condicións climáticas do verán, e o feito de levar menos roupa e máis lixeira, fan que unha **temperatura de 25 °C**, nesta época, sexa adecuada para sentirse cómodo no interior dunha edificación. En calquera caso, **unha diferenza de temperatura co exterior superior a 12 °C non é saudable.**

Por outra banda, a **calidade do aire** depende de múltiples factores e, principalmente, das renovacións con aire procedente do exterior, que non deben ser inferiores a 30 m³/h por persoa.

En canto á **humidade relativa**, esta debe estar situada entre o 30 e o 70%.

Unha vez definidos os parámetros de consigna para cada unha das estancias da edificación, no momento de proxectar e construír debese dispor dos equipos de control adecuados para garantir os niveis de confort.



02.02.04.01. Clasificación por tipo de compresión

Os sistemas de refrixeración poden clasificarse segundo distintos criterios, entre os que destaca o sistema de compresión que é o proceso de maior consumo do ciclo frigorífico.

I Máquinas de absorción ou sistemas de compresión térmica: consisten nun ciclo frigorífico convencional no que a compresión do fluído frigorífico se realiza mediante un proceso térmico no que se necesita calor, e polo tanto non é necesaria a utilización dun compresor. Teñen uns índices de eficiencia enerxética (EER) variables entre 0,5 é 1,7, inferiores aos ciclos con compresión mecánica.

Con todo, **recoméndase o seu uso cando se dispoña dunha enerxía térmica residual que doutro xeito se desperdiciaría.** Tamén son adecuadas cando non se dispón de potencia eléctrica suficiente e se quere xerar frío a partir dun combustible. Teñen rendementos superiores a cargas parciais ca a plena carga. *Á súa vez as máquinas de absorción clasifícanse segundo o fluído auxiliar empregado en:*

1. Máquinas de bromuro de litio. Son máquinas relativamente baratas e con bos rendementos para realizar climatizacións (7-12 °C). O rendimento baixa rapidamente a medida que se requiren temperaturas inferiores.
2. Máquinas de amoníaco. Son máquinas moito máis caras. Permiten acadar temperaturas de traballo moito máis baixas ca as anteriores. O amoníaco é un produto perigoso que require importantes precaucións.

Por outra banda, segundo a fonte de calor que se empregue, as máquinas de absorción poden clasificarse en:

1. Simple efecto: funcionan con auga quente a partir de temperaturas de 60-70 °C. Alcanzan rendementos lixeiramente inferiores á unidade, tanto máis elevados canto maior sexa a temperatura da auga.
2. Dobre efecto: funcionan con vapor de auga a partir da presión de 0,25 MPa. Alcanzan rendementos superiores á unidade.
3. Accionadas directamente por unha chama. Funcionan a partir dalgún combustible, por exemplo gas natural. Teñen rendementos superiores á unidade e por iso se recomenda utilízalas cando se queren rebaixar puntas de demanda eléctricas. Ademais axudan a compensar o consumo de gas ao longo do ano, xa que nas épocas calorosas descende considerablemente o consumo das calefaccións.



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

- **Sistemas de compresión mecánica:** consisten nun ciclo frigorífico convencional cun compresor mecánico. O índice de eficiencia enerxética destes ciclos (EER) varia en valores de 2,5 a 5.

Á súa vez, o compresor pode ser accionado con:

- Enerxía eléctrica. En xeral recoméndase a utilización de motores eléctricos debido a que teñen uns menores custos de mantemento.
- Mediante un motor térmico (de gasóleo, GLP,...). Poden ser útiles en instalacións nas que non se dispoña da potencia eléctrica necesaria, e conseguila supoña uns custosos impactos.

Os compresores tamén se poden clasificar en función do axustamento do motor-compresor en:

- Abertos: o motor e o compresor son independentes. Os eixes axústanse na montaxe e así aseguran a estanquidade no paso do eixe.
- Semiherméticos: o compresor e o motor comparten o eixe. Parte da calor que se xera no motor recupérase no fluído refrixerante, co que o rendemento é superior aos abertos en funcionamento como bomba de calor, pero inferior como equipo de refrixeración.
- Herméticos: o motor e o compresor, ademais de compartir o eixe, alóxanse na mesma envolvente, co que a recuperación da calor que se xera no motor é maior e polo tanto o rendemento como bomba de calor aumenta pero como equipo de refrixeración diminúe.

Polo tanto, a elección do tipo de compresor aberto ou hermético debe motivarse na estimación do tempo que traballará como equipo de calefacción ou como equipo de frío. **Se unicamente se utiliza como equipo de frío deberase optar por compresores abertos.**

Outro tipo de clasificación dos compresores mecánicos é en función do tipo de desprazamento, cabe distinguir as seguintes tecnoloxías:

- Alternativos: están compostos por un número variable de cilindros no interior dos cales se desprazan os pistóns que comprimen o fluído. Son similares a motores de automoción salvo en que a disposición dos cilindros soe ser radial. Estes compresores teñen elevadísimos rendementos a plena carga, pero limitacións importantes en determinadas zonas a cargas parciais. Son baratos pero teñen un mantemento moi custoso.
- Rotativos: o compresor de **parafuso** consiste en dous rolos cun perfil helicoidal, un macho e outro femia que xiran cos seus eixes paralelos. Cando xiran, o espazo entre eles primeiro aumenta, xerando unha depresión mediante a que aspira o fluído, e posteriormente redúcese comprimindo o fluído. Os compresores de parafuso utilízanse para grandes potencias e soen ser semiherméticos.



Teñen un rendemento a plena carga máis limitado ca os compresores alternativos, pero compénsano abondo presentando un mellor rendemento a cargas parciais (son capaces de regular desde o 10 ata o 100 % da carga nominal) e cuns custos de mantemento inferiores.

Os compresores **de espiral ou scroll** utilízanse para potencias térmicas de ata 30 kW. O refrixerante comprímese pola variación do volume causada por unha espiral xiratoria. Son herméticos e permiten a aspiración e a descarga simultánea do refrixerante sen necesidade dunha válvula. A redución das partes móbiles mellora o desgaste e en consecuencia a duración destes equipos.

Os compresores **swing** utilízanse en equipos de baixa potencia térmica (ata 6 kW). Son rotativos herméticos e conseguen a variación do volume mediante un pistón rodante.

- I Centrífguos: soen ter varias etapas de maneira que conseguen grandes saltos de presión e están destinados a equipos de gran potencia.

02.02.04.02. Clasificación segundo a construción

Os sistemas de refrixeración poden ser individuais ou ben formar parte dun sistema **centralizado**, no que existe unha unidade de refrixeración e unha rede de distribución ata as unidades de emisión de frío en cada unha das estancias. Sempre que haxa que climatizar máis dunha estancia optárase por equipos centralizados, que son moito máis eficientes e evitan o problema de ter que colocar os aparatos nas fachadas.

Segundo o modo de construción, os equipos de aire acondicionado individuais poden clasificarse en:

- I Sistemas compactos: teñen o evaporador e o condensador dentro dunha mesma carcasa. Os máis habituais son os de tipo ventá.
- I Sistemas partidos ou *split*: dispoñen dunha unidade exterior (condensador) e outra interior (evaporador), conectadas por conducións frigoríficas para que poida circular o refrixerante. A igualdade de potencia, a unidade evaporadora e condensadora son maiores nos sistemas partidos, e isto permítelles alcanzar maiores rendementos ca aos equipos de ventá.
- I Sistemas *multi-split*: están constituídos por unha unidade exterior e varias unidades interiores, e isto aproxímase ao concepto de sistema centralizado.

■ Sistemas alternativos:

- I **Sistemas evaporativos**: aínda que nun sentido estrito non son aparatos de aire acondicionado, serven para refrescar o ambiente dun local uns poucos graos e isto, en moitos casos, pode ser suficiente. O seu principio de funcionamento baséase en facer pasar unha corrente de aire por



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

- unha bandexa chea de auga que, cando se evapora, humedece a atmosfera e a arrefría. Son especialmente adecuados para climas secos do interior. O consumo destes equipos é moi baixo.
- **Ventiladores:** un simple ventilador pode ser suficiente en moitos casos para manter un aceptable confort: o movemento de aire produce unha sensación de descenso da temperatura entre 3 e 5 °C, e o seu consumo eléctrico é moi baixo.
 - **Funcionamento do equipo en modo ventilación:** en ocasións abonda con manter o aparato en posición de ventilación, intercambiando aire de dentro da edificación co de fóra, sempre que o exterior estea máis fresco, con iso conségüemos aforros importantes de enerxía (isto forma parte do *free-cooling* que se explica no seguinte apartado).
 - **Protección solar:** existen láminas adhesivas transparentes que, pegadas no exterior dos acristalamentos, diminúen o fluxo de calor cara ao interior da edificación. Ademais deben utilizarse proteccións como toldos, cortinas, persianas, láminas de auga, plantas,... Recómendase a ventilación do edificio polo abrete, cando a temperatura exterior é menor.

Recomendacións xerais:

- Favorecer a instalación de equipos centralizados (rendementos moi superiores a cargas parciais).
- Escoller equipos con condensadores de gran capacidade e permitir que a presión de condensación descenda tan baixo como sexa posible (o consumo dos compresores aumenta un 3,5 % por cada grao que sobe a condensación).
- En climas temperados e húmidos empregar condensadores de aire, en lugar de condensadores húmidos (por auga de torre ou condensadores evaporativos).
- Nos evaporadores de tiro forzado aumentar ao máximo a superficie de transmisión porque reduce o caudal de aire.
- Para grandes consumos e cun gran salto de temperaturas empregar sistemas de compresión en dobre posto, con refrixeración intermedia con separación de líquido.
- Reducir ao máximo a carga interna, por exemplo substituíndo sistemas de iluminación incandescente por fluorescencias.

123



02.02.04.03. Clasificación segundo o funcionamento

Poden distinguirse as seguintes funcionalidades:

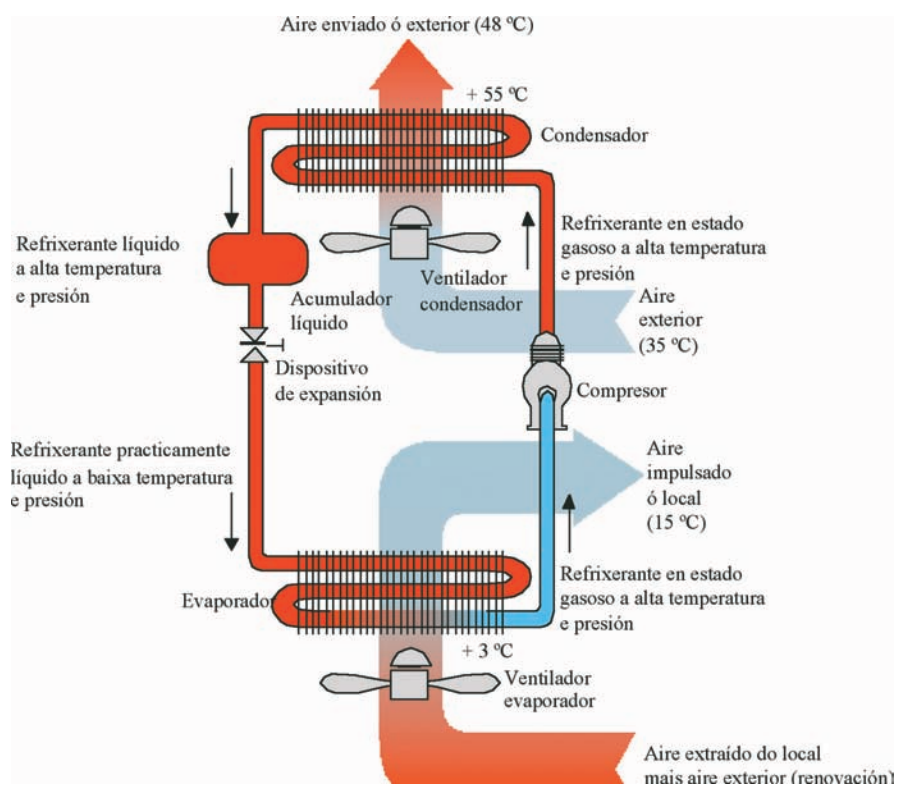
- *Sistemas non reversibles:* son só equipos de refrixeración, independentes dos equipos de calefacción.
- *Sistemas reversibles:* constitúen un equipo único de climatización que proporciona calefacción e refrixeración con control de temperatura segundo as necesidades.

I Termofrigobombas: capaces de producir frío e calor simultaneamente.

A continuación desenvólvense os dous primeiros sistemas.

a) Sistemas non reversibles

O funcionamento dun sistema de refrixeración non reversible móstrase no seguinte gráfico.



As **unidades arrefriadoras** que se utilizan neste tipo de sistemas constan dun grupo compacto, constituído por unha unidade de compresión co seu correspondente evaporador e condensador (arrefriado por auga ou por aire) que se encarga de arrefriar un circuíto de auga que se transporta ata os distintos puntos que se van arrefriar.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos



Unidade arrefriadora

Os sistemas de condensación por auga adoitan tomala da rede, ou ben dun pozo propio. Unha vez que atravesa o condensador e arrefría o aire, a auga quente (adoita acadar uns 35 °C) arrefriase nunhas torres de refrixeración para, posteriormente, mediante unhas bombas de recirculación, volver ao condensador e desta forma cerrar o ciclo.

Os equipos que condensan por aire normalmente sitúanse no exterior para facilitar a circulación do aire a través do condensador.

125

Sistemas todo aire



Sistemas todo auga



■ *Sistemas "todo aire"*

Nos sistemas "todo aire", convén diferenciar aqueles nos que o volume de aire se mantén dunha forma constante e varía a temperatura, daqueles sistemas nos que se regula a temperatura do local modificando o caudal de aire, sen necesidade de variar a súa temperatura.

Existen ademais os sistemas de volume de refrixeración variable (VRV), nos que en lugar de circular aire ou auga polos tubos, circula un gas refrixerante. Estes sistemas contan con regulación independente da temperatura en cada estancia. Desta forma conseguen a máxima eficiencia enerxética, xa que unicamente proporcionan a enerxía requirida en cada momento. O rendemento enerxético deste sistema diminúe cando existe unha gran diferenza de altura entre a unidade exterior e as interiores.

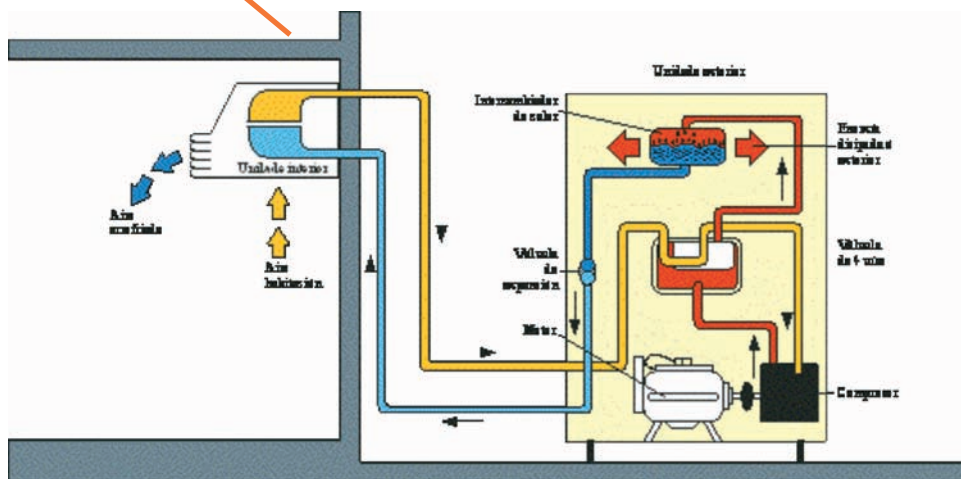
Os sistemas de climatización centralizados con *fan-coils* permiten adaptar os consumos de enerxía á ocupación e ao uso que os clientes realizan dos cuartos, e deste xeito conséguese un importante aforro. Os sistemas de climatización, distribuídos mediante sistemas de volume de refrixerante variable, garanten que non existe consumo de enerxía cando non se produce demanda térmica por parte do usuario.

b) Sistema reversible: bomba de calor

É unha máquina térmica reversible que permite transferir calor dunha fonte fría a outra máis quente. Na maioría dos casos as bombas de calor utilízanse tanto para calefacción coma para refrixeración. Neste caso o refrixerante é comprimido polo compresor, e posteriormente é arrefriado e licuado no condensador (unidade exterior) a través de aire e auga. Este refrixerante licuado expándese a través da válvula de expansión e pasa a estado vapor no evaporador (unidade interior) mentres absorbe a calor do aire interior do local, e deste xeito arrefría a estancia. Despois da evaporación, o refrixerante volve ao compresor e comeza o ciclo de novo.

No seguinte gráfico móstrase o esquema de funcionamento destas instalacións.

Esquema típico dun sistema con bomba de calor



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Os equipos do tipo “inverter” que regulan a potencia por variación da frecuencia eléctrica aforran enerxía e son máis eficaces cando a temperatura exterior é baixa.

A principal vantaxe da bomba de calor é a súa **alta eficiencia**, por cada kWh de enerxía que se consume transfírense entre 2,5 e 5 kWh de calor. O principal inconveniente dos sistemas que utilizan o aire como foco frío é que cando funcionan como bombas de calor, e as temperaturas exteriores son moi baixas, funcionan peor, dado que teñen dificultades para captar o calor do ambiente exterior. Por iso se recomenda utilizar equipos con foco frío na terra, xa que no inverno, cando fai falta calor, a terra está máis quente ca o ambiente e no verán, cando fai falta frío, a terra está máis fría ca o ambiente, polo que o rendemento é superior en ambos os casos.

En grandes edificios (por exemplo de oficinas) existen elevadas cargas internas de calor, orixinadas pola iluminación, polos equipos ofimáticos e polo alto grao de ocupación.

E que por outra parte as súas fachadas teñen distintas orientacións. Preséntanse simultaneamente zonas en que debido á insolación e ás cargas internas necesitan ser refrixeradas, mentres outras zonas do edificio demandan calefacción. Algúns tipos de bomba de calor poden producir simultaneamente frío e calor resolvendo esta situación, tanto dunha forma centralizada coma descentralizada.

Outra solución ofrécena a utilización de bombas de calor para a transferencia da calor sobrante dunhas zonas do edificio a outros con necesidades de calefacción. É o caso de edificios moi compartimentados. As bombas de calor do tipo auga-aire están repartidas polos diferentes locais e conectadas entre si mediante un circuíto de auga. As bombas de calor situadas en locais con necesidades de calefacción toman o calor do circuíto de auga e cédenllo ao aire. Nos locais con necesidades de refrixeración as bombas de calor evacúan ao circuíto de auga a calor excedentaria.

O bucle de auga conserva globalmente unha temperatura constante, xeralmente entre 20 e 30 °C. Cando unha das necesidades, ben de calor ou ben de frío, chega a ser preponderante, o excedente da outra produción provoca un quentamento ou un arrefriamento do bucle de auga. Por esta razón incorpora un dispositivo compensador como por exemplo unha caldeira ou un dispositivo de arrefriamento, que fai intervir un ou outro segundo as necesidades. O circuíto pode ser aberto ou pechado:

- **Circuíto pechado de auga:** se existe un excedente de calor, este é evacuado mediante unha torre de refrixeración, mentres que se o edificio é deficitario en calor, a enerxía calorífica complementaria achegaraa unha caldeira ou unha bomba de calor.



- ▮ Circuito aberto: se se dispón dunha fonte suplementaria de auga, superficial ou subterránea, esta pode ser utilizada en circuíto aberto para achegar ou evacuar a calor.

02.02.04.04. Sistemas "free-cooling" e acumulación de frío

Nalgunhas ocasións é conveniente aproveitar a capacidade de refrixeración do aire exterior de xeito gratuito. Así, cando se necesite refrixerar algunha estancia concreta (salas de reunións, convenións,...) e a temperatura do aire exterior resulte óptima para refrixerar (épocas frías), conséguense substanciais aforros de enerxía instalando un "sistema free-cooling".

Neste sistema contrólase o caudal do aire exterior introducido en función da diferenza de entalpías do aire exterior e interior, e atópanse as seguintes situacións en función da temperatura:

- ▮ Se a temperatura do aire exterior é inferior á temperatura do aire de impulsión do sistema de refrixeración (aprox. 15 °C) entón non será necesaria a entrada en funcionamento do equipo de frío.
- ▮ Se a temperatura do aire exterior é superior á temperatura do aire de impulsión (aprox. 15 °C), pero inferior á temperatura do aire de retorno do sistema de refrixeración (aprox. 25 °C), entón a produción de frío será parcial.
- ▮ Se a temperatura do aire exterior é superior á temperatura do aire de retorno do sistema de refrixeración (aprox. 25 °C) entón non hai posibilidade de recuperación e terá que funcionar o equipo de frío para a satisfacción da demanda.

128



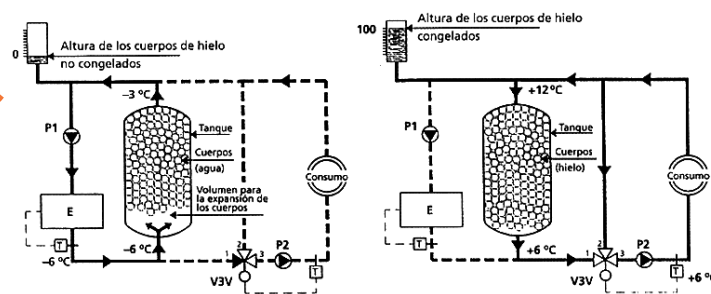
Arrefriadora con sistema
free-cooling

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Outra medida que axuda a reducir o consumo en certas aplicacións é a acumulación térmica. Existen equipos capaces de almacenar frío en forma de xeo para utilizalo nas puntas de demanda. As vantaxes destes sistemas son as seguintes:

- I Pódese desprazar o consumo de enerxía eléctrica a períodos horarios en que esta resulte máis barata.
- I Ao dispor de acumulación poderase reducir a potencia instantánea dos equipos de refrixeración, e isto axuda a reducir as puntas de demanda eléctrica do edificio.
- I O equipo de xeración de frío traballará en condicións estables, e isto mellora o seu rendemento e mais a durabilidade, ao non ter que regulalo constantemente.

Esquema dun sistema de acumulación térmica



Este sistema é especialmente útil en aplicacións nas que poden existir cargas puntuais moi elevadas, por exemplo en auditorios, teatros,...

02.02.04.05. Recuperación da calor de condensación dos equipos de frío

Nos equipos de refrixeración que condensan por auga utilízanse, con frecuencia, torres de arrefriamento ás que chega a auga quente para o seu arrefriamento. Posteriormente a auga arrefriada recírculase directamente ao condensador mediante unha bomba, e deste xeito comeza de novo o ciclo.

Unha medida de aforro de enerxía importante, neste tipo de sistemas, sería a posibilidade de recuperar a calor da auga de condensación en lugar de disipala ao contorno.

Esta calor podería ser utilizada para o prequentamento da AQS mediante un intercambiador auga-auga. Deste xeito conséguese un **dobro aforro de enerxía**: por un lado redúcese a enerxía necesaria para a obtención de AQS e polo outro redúcese a enerxía eléctrica que consomen os equipos de frío. Con esta medida pódense acadar aforros de enerxía de ata un 40%.

Na actualidade existen equipos de climatización que contan no seu deseño con sistemas integrais para a recuperación desta calor. Polo tanto, en casos de ampliación, ou de novos proxectos de climatización ou de substitución dos equipos, sería conveniente optar por este tipo de sistemas.

RESUMO APARTADO 2.2.4

- | O deseño da edificación no seu conxunto tratará de evitar as cargas térmicas previndo elementos de protección solar, como toldos, persianas, cortinas, e reducindo a carga interna con lámpadas de alta eficiencia,...
- | No deseño das instalacións de refrixeración debe optarse por sistemas cun bo rendemento a cargas parciais, o que se maximiza con sistemas centralizados. A tecnoloxía Inverter permite a regulación por variación de frecuencia, e isto mellora o rendemento.
- | Cando se dispoña dunha gran cantidade de enerxía térmica residual será prioritaria a utilización de sistemas con ciclos de absorción de bromuro de litio para a xeración de frío para climatización.
- | En caso contrario as tecnoloxías máis eficientes serán as de compresión mecánica con motor eléctrico ou ben os ciclos de absorción por chama directa nos casos nos que non se dispoña da potencia eléctrica necesaria, ou por exemplo se desexa aplanar a curva de consumo de gas natural ao longo do ano.
- | Cando a instalación de frío se deseñe unicamente para xerar frío utilizará compresores abertos.
- | Na medida do posible empregaranse condensadores de gran capacidade, refrixerados por aire en climas moderados.
- | O sistema de transmisión máis eficiente é o de Volume de Refrixeración Variable, dado que só proporciona a enerxía requirida en cada instancia.
- | O proxecto de edificación debe prever o illamento das conducións de transmisión do frío.
- | As zonas que se van refrixerar estarán zonificadas, e en cada unha instalaranse equipos de medición, regulación e control que permitan adaptar as condicións ambientais ás recomendables, e evitarse o uso irresponsable por parte dos usuarios.
- | O sistema de refrixeración debe permitir o aproveitamento da entalpía do aire exterior, reducindo o consumo en refrixeración cando este estea por debaixo de 25 °C (*freecooling*, ou funcionando en modo ventilación). Ademais debe permitir o aproveitamento da enerxía do aire renovado mediante sistemas rexenerativos.
- | Os sistemas de acumulación de frío permiten reducir a potencia dos equipos instalados, e o funcionamento destes en condicións de maior rendemento.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

02.02.05. Ventilación

(Para máis información sobre instalacións de ventilación consúltese o apartado 1.2.5.2.3)

A demanda de aire fresco para os ocupantes dos edificios deberá formularse en termos de salubridade e comodidade. En xeral, nos edificios e nas dependencias municipais non se van desenvolver actividades contaminantes do aire e polo tanto as fontes de deterioración da calidade do aire interior serán fundamentalmente as provocadas pola respiración dos ocupantes e o desprendemento de cheiros.

Por medio da respiración despréndese CO₂ e a súa taxa de emisión depende da actividade que leven a cabo os ocupantes. A concentración desta substancia debe controlarse, pois o seu exceso pode provocar dores de cabeza, mareos e problemas respiratorios.

En canto á concentración dos cheiros, pode levar a aumentar de xeito considerable as necesidades de renovación de aire. Neste senso contribúe positivamente a actual tendencia cara á prohibición do tabaco en todo tipo de dependencias das administracións públicas, e o olor corporal das persoas é o axente responsable deste tipo de incidencias. Por exemplo, no caso dos centros deportivos, onde se realiza unha actividade física intensa e existen fontes de vapor, haberá que asegurarse de que os límites de concentración están dentro do aceptable.

Os parámetros que se usan comunmente para a determinación da calidade do aire interior son:

- Concentración de vapor de auga.
- Concentración de CO₂.
- Concentración de cheiros.
- Concentración doutro tipo de substancias contaminantes.

Por todo isto fíxase un caudal mínimo de renovación, expresado en metros cúbicos, xa sexa por persoa, por unidade de superficie ou de volume, ou ben a taxa de renovacións por hora. É interesante o cálculo do inverso desta cantidade, pois pódenos dar unha idea do tempo medio que o aire permanece no local.

A renovación do aire no interior dos edificios depende da apertura de ocos nas dependencias en contacto co exterior, para posibilitar a introdución de aire e ao mesmo tempo proporcionar vías de paso para o aire interior viciado, favorecendo o paso dun fluxo de aire entre as fachadas do edificio que produza unha ventilación cruzada ou complementaria.



A renovación tamén poderá levarse a cabo por medios mecánicos, a través dun sistema de aparellos e/ou condutos. Este procedemento ten importancia xa que permite garantir unha taxa de renovación mínima en todos os locais. En canto á velocidade do aire, convén fixar unha velocidade óptima, pois unha velocidade elevada do aire pode afectar a comodidade térmica ao favorecer o arrefriamento por convección, mentres unha velocidade demasiado lenta pode crear zonas de aire estancado en locais con escasa renovación.

Para conseguir un sistema enerxeticamente eficiente, convén deseñar sistemas que permitan modular os caudais de ventilación dependendo das condicións do interior (ocupación, actividade,...) e do exterior.

No período estival deberá observarse a probable necesidade de incremento na taxa de renovación, que permita disipar o exceso de calor e vapor de auga.

Cando a temperatura interior sexa igual ou lixeiramente superior á exterior, a ventilación podera-se empregar sen problemas, sempre que non se produzan correntes de aire que sexan molestas para os ocupantes. **No caso de que a temperatura exterior sexa bastante superior á do interior, convén moderar os caudais de renovación, mentres que durante a noite e nas primeiras horas do día a estratexia será a contraria, aumentando a taxa de renovación.**

132



En xeral este xeito de operación será o adecuado nos climas onde haxa importantes fluctuacións entre as temperaturas nocturnas e diúrnas.

O movemento de aire necesario para a ventilación natural prodúcese pola acción do vento sobre fachadas diferentes, xerando a ventilación cruzada, ou ben pola diferenza entre as densidades do aire interior e exterior, que provoca unha diferenza de presións que é a que provoca o movemento do aire ascendente ou tiro de cheminea.

O vento é a forza preferible para xerar a ventilación natural, de xeito que será necesario o coñecemento do perfil dos ventos na zona onde se vai situar o edificio para poder aproveitar correctamente a acción deste elemento, tendo en conta que os obstáculos orográficos do contorno poden modificar o réxime de ventos.

O vento actúa en sobrepresión nas fachadas sobre as que incide directamente, e en succión nas fachadas posteriores e laterais.

En edificios de planta rectangular convén orientar as fachadas principais cara ao vento, mentres que no caso de edificios de planta cadrada, a orientación óptima é aquela na que a planta está xirada 45°, situando cara ao vento unha das arestas da edificación.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

02.02.05.01. Recuperación da calor do aire de ventilación

Cando a temperatura interior da edificación sexa moi superior á do ambiente exterior, unha medida de eficiencia obrigada nas edificacións calefactadas e con ventilación controlada, é aproveitar a calor do aire saínte para prequentar o entrante. O mesmo sucede cando o aire exterior está a unha temperatura moito máis alta ca o interior, neste caso aprovéitase o aire saínte para refrixerar o entrante. Estes sistemas de intercambio de calor deben garantir o aproveitamento de polo menos o 50% da enerxía dispoñible.

RESUMO APARTADO 2.2.5

- En climas moderados e pequenas edificacións recoméndase a utilización de sistema de ventilación natural.
- En climas extremos e grandes complexos a ventilación artificial controlada facilita a regulación e o control das condicións ambientais e permite a implantación de técnicas de eficiencia.
- En edificacións con ventilación artificial deben proxectarse sistemas de rexenerativos que permitan intercambiar un mínimo do 50% da enerxía térmica útil do caudal de aire de renovación.
- Ademais o sistema de ventilación artificial debe permitir regular o caudal de ventilación en función da ocupación.
- Recoméndase que nas zonas con ventilación artificial se limite o número de ventás practicable.

02.02.06. Instalacións de iluminación artificial

A finalidade básica de calquera instalación de iluminación consiste en lle proporcionar a iluminación adecuada á tarefa visual, co obxecto de que as persoas vexan de maneira axeitada e confortable, realizando as súas actividades coa precisión e a velocidade requirida.

O emprego de luz natural, ou unha combinación desta coa iluminación artificial, propicia uns menores niveis de tensión asociados ao desenvolvemento das diferentes actividades. Ademais, as fiestras e os sistemas de iluminación con luz natural inflúen non só na distribución da luz, senón tamén no equilibrio enerxético do edificio. A utilización da luz natural como sistema de iluminación, ademais de reducir o consumo en iluminación, pode axudar a reducir as necesidades caloríficas do edificio nos períodos invernales.

Nos períodos estivais, ao reducir a necesidade de iluminación artificial, redúcese a carga interna, e polo tanto, contribúen ao aforro de enerxía na refrixeración.

Un correcto deseño da edificación, tal e como se mencionou na sección correspondente, contribuirá á maximización da chegada de luz natural, e isto non quere dicir que este tipo de iluminación non esixa un control, xa sexa por medios manuais, como cortinas, persianas ou sistemas de apantallamento, ou ben sistemas automáticos, que limitan a incidencia directa ou con ángulos non axeitados da luz solar.

Porén, mesmo cando se iluminan os edificios do mellor xeito posible coa luz natural, sempre existe a necesidade de complementala ou substituíla (no caso de ausencia da mesma) coa iluminación artificial.

Os elementos básicos dun sistema de iluminación artificial son:

- | Luminaria: calquera aparato que distribúe a luz proporcionada pola lámpada.
- | Lámpada: calquera aparato que transforma a enerxía eléctrica en luz e calor.
- | Equipo auxiliar de regulación e control: dispositivos que modifican as características da corrente eléctrica de xeito que sexan aptas para o funcionamento das fontes de luz.

134



02.02.06.01. Lámpadas

Os tipos de **lámpadas** máis utilizados son os seguintes (para máis información véxase o apartado 1.2.3.2 da presente guía):

- | **Lámpada incandescente:** É a fonte de luz comercial máis antiga e de uso máis xeneralizado. A súa vida media é dunhas 1.000 horas e o rendemento luminoso medio de entre 10 e 12 lumens/watt. Estas lámpadas emiten un 20% da enerxía que consomen en forma de luz e o 80% restante pérdese en forma de calor, aumentando a temperatura da estancia.
- | **Lámpada halóxena:** a lámpada halóxena é unha variante da lámpada de incandescencia. As vantaxes desta lámpada son: maior durabilidade, maior rendemento lumínico (18/22 lumens/watt) e menor tamaño.
- | **Lámpada de descarga de vapor de mercurio:** as lámpadas de descarga dispoñen dun tubo que contén vapor de mercurio. Dentro deste tipo de lámpadas inclúense as seguintes:
 - Fluorescente
 - De mercurio de alta presión
 - De mestura
 - Haloxenuros metálicos

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

I Lámpada de descarga de vapor de sodio: neste caso, no tubo de descarga introdúcese vapor de sodio.

I Lámpada de indución: entre as súas vantaxes, pódense destacar:

- Maior vida da lámpada
- Luz comfortable sen oscilacións
- Arranque sen pestanexo nin escintileos
- Fluxos luminosos ata 12.000 lumens
- Eficacia luminosa de 80 lumens/watt

I Lámpada de baixo consumo: é unha variante dos tubos fluorescentes que foron adaptadas para substituír as lámpadas incandescentes sen necesidade de realizar ningunha obra. As vantaxes desta lámpada son:

- Maior durabilidade (ata 15.000 horas)
- Maior rendemento luminoso
- Menor tamaño

02.02.06.02. Equipos de regulación e control

As lámpadas incandescentes, haló xenas e de luz de mestura non necesitan ningún equipo auxiliar para se conectar á rede, debido a que polas súas características teñen a propiedade de que a intensidade e a tensión que pasa por elas son proporcionais.

Nas lámpadas de descarga a relación entre a intensidade e a tensión que pasa por elas non é proporcional, é dicir, a tensión case no depende da corrente que a atravesa, polo tanto, para evitar fluctuacións de luz e conseguir un correcto funcionamento, é necesario dispoñer dalgún dispositivo estabilizador da corrente.

Normalmente os aparatos que se utilizan para a estabilización da corrente son cebadores convencionais que controlan o acendido.

Os equipos auxiliares máis utilizados son os balastros e os arrancadores:

I Balastros: as reactancias ou balastros son accesorios para utilizar en combinación coas lámpadas de descarga e limitan a corrente que circula por elas para un funcionamento adecuado. Ademais subministran a corrente e a tensión de arranque necesarias en cada caso.



I Arrancadores: este tipo de equipos precísanse cando a tensión necesaria para o arranque é moi elevada.

Para máis información véxase o apartado 1.2.3.4.

02.02.06.03. Importancia da cor

O grao de iluminación dunha estancia depende tamén da cor elixida para pintar as paredes. Deste xeito reflectirase máis ou menos luz, en función da cor elixida, e isto fará que a cantidade da luz do cuarto varíe.

A continuación expónse unha táboa comparativa dunha serie de cores e o seu índice de reflexión:

COR	% de reflexión da luz na parede
Branco	95%
Amarelo	94%
Marfil	88%
Azul Celeste	85%
Verde	79%
Rosa	71%
Beixe	68%
Laranxa	62%
Azul	41%



Polo tanto, é conveniente ter en conta que as paredes e os mobles de cor clara permiten ter un mellor rendemento da iluminación en comparación con paredes e mobles de cor escura, que farán que os puntos de luz teñan que estar máis tempo acendidos, polo que o consumo de electricidade para iluminación será maior.

02.02.06.04. Elección das lámpadas

Nos seguintes apartados faise fincapé sobre algúns tipos de lámpadas que habitualmente se utilizan en situacións nas que non son a alternativa enerxética máis eficiente. De todas estas situacións pode encontrarse máis información nos apartados A.2.2 e A.2.3, porén, dada a frecuencia destas situacións considérase de interese resaltalo neste apartado.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Do mesmo xeito, a continuación recóllense unha serie de recomendacións xerais para reducir o consumo enerxético en iluminación.

- Control dos niveis excesivos de iluminación artificial.
- Emprego de pinturas e cores que favorezan o aforro en iluminación.
- Mantemento correcto e periódico do sistema de iluminación.
- Limpeza das pantallas.
- Utilización de programadores horarios.
- Redución da iluminación de impacto exterior innecesaria (anuncios, iluminación excesiva de fachadas e balconadas).
- Utilización de detectores de presenza en zonas comúns: corredores, lugares de paso que non se utilicen.
- Instalación de iluminación localizada que, ademais de conseguir un ambiente acolledor, consegue reducir o consumo, posto que moitas veces non é necesario iluminar toda o cuarto.
- Instalación de reguladores de intensidade de luz nos cuartos, e isto supón unha redución do gasto enerxético e a vantaxe de poder axustar en cada momento o nivel de iluminación adecuado ás necesidades.
- Instalación de interruptores temporizadores de apagado/acendido de luces, nas zonas comúns.



02.02.06.04.01. Lámpadas fluorescentes compactas (baixo consumo)

Como xa se comentou anteriormente, as lámpadas incandescentes disipan un 80% da enerxía que consomen en forma de calor e utilizan tan só o 20% restante para iluminar. Polo tanto é aconsellable a substitución deste tipo de lámpadas por outras dun maior rendemento luminoso, como poden ser as lámpadas de baixo consumo.

Con esta simple medida pódense chegar a acadar aforros de ata un 80% de enerxía mantendo os niveis de iluminación e de confort. O investimento que supón o cambio deste tipo de lámpadas amortízase nun curto período de tempo.

No seguinte cadro compáranse as potencias de ambos os dous tipos de lámpadas para os mesmos niveis de iluminación e destácase o aforro enerxético que se obtén coa súa substitución.



				
Incandescente Potencia (W)	Baixo consumo Potencia (W)	Fluxo luminoso (lm)	Aforro de enerxía (%)	Aforro de enerxía (kWh/ano)
40	9	400	78	33
60	11	600	82	52
75	15	900	80	64
100	20	1.100	80	85
120	23	1.500	81	104

02.02.06.04.02. Lámpadas de descarga

A utilización deste tipo de lámpadas é recomendable naquelas zonas onde non se necesite un rendemento bo da cor. Con este sistema pódense acadar aforros de enerxía de ata un 35%.

138

A continuación expónse unha táboa cun resumo dos aforros medios que se poden conseguir por substitución de lámpadas, tanto na iluminación exterior coma na interior.

ILUMINACIÓN EXTERIOR

Lámpada	Substitución	% Aforro enerxético
Vapor de mercurio	Vapor sodio Alta Presión	>12
Halóxena convencional	Vapor sodio Alta Presión	78
Halóxena convencional	Haloxenuros metálicos	70
Incandescencia	Fluorescentes compactas	80

ILUMINACIÓN INTERIOR

Lámpada	Substitución	% Aforro enerxético
Incandescencia	Fluorescentes compactas	80 %

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

02.02.06.04.03. Melloras das lámpadas fluorescentes

En xeral, as lámpadas fluorescentes utilízanse nas zonas onde se necesita luz de boa calidade e onde se realizan poucos apagados - acendidos.

Nas lámpadas fluorescentes, que permanezan acendidas un número elevado de horas ao día, recoméndase a substitución dos balastos convencionais polos electrónicos. Con esta medida obtense unha redución do consumo e aumenta a vida das lámpadas e por iso se reducen os custos de mantemento e reposición (para máis información véxase 1.2.3.2.). A continuación expóñense outras vantaxes deste sistema fronte ao convencional.

- Mellorar a eficiencia da lámpada e do sistema.
- Non producen efectos de pestanexo e estroboscópicos.
- Brindan un arranque instantáneo sen necesidade dun arrancador por separado.
- Incrementan a vida da lámpada.
- Ofrecen excelentes posibilidades de regulación do fluxo luminoso.
- Factor de potencia próximo á unidade.
- Conexión máis simple.
- Menor aumento da temperatura.
- Non producen zumbidos nin ruídos.
- Posúen menos peso.

02.02.06.04.04. Iluminación exterior

Aconséllase, neste tipo de iluminación, instalar lámpadas de alto rendemento luminoso como as de vapor de sodio de alta presión, coas que cun baixo consumo enerxético se obtén unha gran cantidade de luz.

Así mesmo, resulta de interese a instalación dun sistema de **redución de fluxo** (dobre nivel), que permita regular o nivel de iluminación en función das horas, por exemplo reducindo o fluxo luminoso ao 40% entre a unha e as seis da mañá, e deste xeito obtense unha diminución do consumo enerxético e consecuentemente do gasto da instalación. Outro tipo de medida de aforro para a iluminación exterior é a instalación de **programadores astronómicos**, que son interruptores automáticos solares deseñados para o acendido e o apagado da iluminación exterior, coincidindo exactamente cos ortos e cos ocasos diarios. Con estes sistemas pódense obter aforros de entre un 10 e un 20%. (Para máis información véxase o apartado 1.2.2.2.5)



RESUMO APARTADO 2.2.6

- | No deseño de instalacións de iluminación debe realizarse un bo seccionamento por zonas para evitar excesos de consumo con ocupacións parciais.
- | En dependencias de grande altura localizaranse ao nivel de iluminación requirido na zona de traballo.
- | Maximizarase o aproveitamento da luz natural empregando sistemas de regulación controlados por fotocélulas nas zonas próximas ás ventás.
- | De xeito xeral, as tecnoloxías máis eficientes son:
 - | Lámpadas fluorescentes ou de baixo consumo para o interior e para baixas alturas.
 - | Lámpadas de vapor de sodio ou haloxenuros metálicos para interior e grande altura en función do índice de reprodución cromática requirido.
 - | Lámpadas de vapor de sodio para o exterior
- | En calquera caso, os puntos de luz deben ir dotados de luminarias de alto rendemento, cun alto factor para dirixir a iluminación á zona requirida.
- | Nas zonas de uso esporádico (garaxes, almacéns, aseos,...) convén instalar sistemas automáticos de apagado como detectores de presenza ou temporizadores.
- | Os equipos de regulación electrónicos conseguen grandes aforros respecto aos electromagnéticos.
- | Nas instalacións de alumeado de seguridade exteriores recoméndase o emprego de dobres niveis de iluminación e a utilización de reloxos astronómicos para regular os acendidos e mais os apagados.



02.03 Análise da viabilidade

02.03.01. Sistemas solares activos

Coñécense como sistemas solares activos as instalacións dedicadas exclusivamente ao aproveitamento da enerxía solar. Na actualidade existen dúas aplicacións diferenciadas:

- Sistemas solares térmicos, que se utilizan principalmente para quentar auga.
- Sistemas solares fotovoltaicos, que se empregan para xerar enerxía eléctrica.

Os rendementos en ambas as dúas tecnoloxías van medrando lenta pero continuamente co paso do tempo, así que probablemente as súas aplicacións medren con rapidez. Na actualidade as utilidades que se consideran de interese coas súas vantaxes e mais os inconvenientes son as seguintes:

a) Enerxía solar térmica

Como se comentou con anterioridade utilízase principalmente para quentar auga, polo que é unha tecnoloxía idónea para prequentar auga quente sanitaria e para outras aplicacións nas que se demande calor, aínda que sexa en pequenas cantidades, a baixa temperatura de xeito diario ou fundamentalmente nos meses de verán.

A súa aplicación debería ser obrigada en instalacións como piscinas climatizadas e prequentamento de auga quente sanitaria en instalación cun consumo mínimo fixo, salvo nos casos que xustificadamente se demostre que non se dispón dun espazo adecuado para o seu emprazamento, e isto pode suceder con frecuencia no medio dunha cidade, debido ás limitacións na orientación do sistema de captación solar e ás sombras proxectadas por outras edificacións.

As **vantaxes** da enerxía solar térmica en xeral son:

- ▮ Aproveitamento dunha fonte de enerxía renovable e polo tanto aforro doutro combustible menos respectuoso co medio.
- ▮ Diminución da dependencia enerxética exterior.
- ▮ Xeración descentralizada polo que se minimiza o impacto do transporte de enerxía (liñas eléctricas, accidentes de petroleiros,...)



E os únicos **inconvenientes**:

-Incremento do investimento inicial, xa que debido á impredecibilidade da climatoloxía non se poderá prescindir dun sistema de apoio para o abastecemento enerxético.

A nivel edificación existen dúas tecnoloxías lixeiramente diferenciadas coas seguintes características:

I Instalacións con colectores solares planos

- Permiten quentar auga cun bo rendemento ata uns 50 °C aproximadamente, sempre en función da climatoloxía.
- Investimento, arredor de 600 €/m², un m² produce aproximadamente 580 kWh/ano, en función da meteoroloxía da zona.
- Períodos de retorno do investimento en torno a 12 anos, en función da aplicación concreta e da fiscalidade e mais as subvencións da zona.
- Instalacións robustas.

I Instalacións con tubos de baleiro

- Permiten quentar auga ata temperaturas arredor dos 90 °C, sempre en función da climatoloxía, polo que o seu uso pódese estender a máis aplicacións ca as instalacións anteriores.
- Son instalacións máis caras, con investimentos aproximados de 1000 €/m², un m² produce aproximadamente 750 kWh/ano, en función da meteoroloxía da zona.
- Períodos de retorno do investimento en torno a 15 anos, en función da aplicación concreta e da fiscalidade e mais as subvencións da zona.
- Moi vulnerables ao vandalismo.

A implantación dunha instalación solar térmica comprende a colocación da superficie de captación (paneis solares), do sistema de acumulación, distribución e outros equipos auxiliares, e isto encarece e complica a execución da obra nunha edificación que xa estea finalizada. Por esta razón, é aconsellable levar a cabo a instalación cando se procede á realización da obra de construción (ou reforma) da edificación, polo que se debe tratar de incluír o seu deseño no proxecto técnico correspondente.

Neste sentido, a integración da enerxía solar na edificación habitualmente trae consigo a substitución dalgún dos elementos construtivos básicos por elementos de captación (paneis).

No caso de non ser posible implantar a instalación no momento da súa construción ou reforma, recoméndase, cando menos, facer unha preinstalación para o devandito sistema (obrigatoria nas lexislacións dalgúns estados). Desta forma, en calquera momento será posible executar a instalación



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

cunha obra menor e cun custo moi inferior a aqueles que se deberían afrontar no caso de non dispoñer desta preinstalación.

A preinstalación de enerxía solar térmica comprende aquelas obras e previsións nunha edificación que lle outorguen a posibilidade de aproveitar a enerxía solar dependendo soamente da decisión dos usuarios finais e, en xeral, abonda con considerar os seguintes aspectos:

- Disposición das ancoraxes na cuberta, se se poden colocar os paneis neste lugar.
- Colocación de tubos para o circuíto primario desde a cuberta (ou lugar para os paneis) ata a sala das caldeiras.

No seu caso, espazo suficiente para a colocación dun acumulador e o resto dos equipos auxiliares. Se o sistema convencional xa dispón dun acumulador, tratar de que este sexa compatible para a incorporación posterior da instalación solar.

b) Enerxía solar fotovoltaica

Os sistemas de enerxía solar fotovoltaica consisten no aproveitamento da enerxía do Sol para xerar enerxía eléctrica. Existen dous tipos de instalacións fotovoltaicas:

- Illadas da rede eléctrica.
- Conectadas á rede eléctrica convencional.

As **instalacións illadas** da rede eléctrica presentan as seguintes características:

- Posibilidade de subministración eléctrica en zonas de difícil acceso ou pequenos consumos, nos que chegar con redes de tendido eléctrico sería moi custoso tanto ambiental coma economicamente.
- Os paneis só producen enerxía nas horas de sol e, con todo, a enerxía utilízase xeralmente durante as 24 horas do día, polo que é necesario un sistema de acumulación. Así, durante as horas de luz solar débese producir máis enerxía da que se consome, para acumulala e posteriormente poder utilizala cando non se poida xerar.
- Grande autonomía, se comparamos cun pequeno xerador diésel, este precisaría unha recarga periódica que implicaría uns maiores custos por mantemento.
- Utilización dunha fonte de enerxía renovable que unha vez instalada é respectuosa co medio.
- Redución da dependencia enerxética do exterior.
- Forte investimento inicial, arredor de 12.000 €/kW.



O período de retorno dunha instalación solar fotovoltaica illada depende moito da aplicación, e en moitos casos resulta máis barata a instalación completa ca calquera outra alternativa, e o período de retorno é inmediato.

As principais aplicacións dos sistemas illados da rede eléctrica son: electrificación de vivendas illadas, iluminación de rúas e estradas, sinalización (balizamento de aeroportos, sinalización de estradas e portos, etc.), telecomunicacións (repetidores de televisión, antenas de telefonía móbil, equipos de radio, etc.),...

No caso das instalacións solares fotovoltaicas **conectadas á rede** as vantaxes que achega son as seguintes:

- Produción descentralizada da enerxía eléctrica, polo que ante fallos na rede de transporte ou subministración de enerxía eléctrica o sistema poderá seguir funcionando en illa.
- A demanda de enerxía do sector terciario na Unión Europea está aumentando de forma significativa, polo que a integración de sistemas fotovoltaicos en edificios, con achegas enerxéticas nas horas punta, contribúe a reducir a produción diúrna de enerxía convencional.
- Utilización dunha fonte de enerxía renovable que unha vez instalada é respectuosa co medio.
- Redución da dependencia enerxética do exterior.
- Elevado investimento por kW de potencia instalada (arredor de 6.000 €/kW)
- A produción depende da climatoloxía.

144



Para conseguir unha mellor integración do elemento fotovoltaico nos edificios é necesario tala en conta desde o inicio do deseño do edificio. Desta maneira poderase conseguir mellorar o aspecto exterior e mais o custo do edificio dado que se poden substituír elementos convencionais polos elementos fotovoltaicos.

As aplicacións de integración en edificios máis frecuentes son:

- Recubrimento de fachadas
- Muros cortina
- Parasoles en fachada
- Pérgolas
- Cubertas planas acristaladas
- Lucernarios en cubertas
- Lamas en ventás
- Tellas

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Para aplicacións cunhas especiais restricións arquitectónicas utilízase frecuentemente o encapsulado de células convencionais en cristal – cristal. Estes módulos cristal – cristal son moi apropiados para este tipo de aplicacións pois, ademais de cumprir totalmente os requirimentos técnicos e estéticos do deseño, permiten certos niveis de semitransparencia que axudan a aumentar a luminosidade do interior do edificio.

O período de retorno dun investimento nunha central de solar fotovoltaica conectado á rede depende en gran medida da fiscalidade e das subvencións da zona, así como da climatoloxía e do tratamento que se faga da enerxía vendida á rede. Tamén ten grande importancia a facilidade de acceso ao financiamento bancario para apoiar o investimento. A modo de referencia, nalgúns países europeos o período de retorno do investimento sitúase arredor dos 10 anos, pero a variabilidade entre os países é moi elevada.

RESUMO APARTADO 2.3.1

- A enerxía solar térmica é unha solución técnica idónea para o quentamento de auga quente sanitaria. Considérase obrigado a súa utilización para estes fins en todas as edificacións das administracións públicas. Salvo xustificación contraria, debe garantirse que a demanda de AQS nos meses de verán se cubra na totalidade con enerxía solar.
- As instalacións de sistemas de enerxía solar fotovoltaica illadas son adecuadas para satisfacer pequenos consumos eléctricos, evitando o investimento e o impacto ambiental da conexión á rede de subministración xeral. Por exemplo, recoméndase a súa utilización en farois de pequena potencia que estean afastados.
- A instalación de sistemas de enerxía solar fotovoltaica conectadas á rede contribúen a reducir o consumo de combustibles fósiles, polo que se recomenda a súa utilización con carácter divulgativo nas dependencias municipais.
- Dado o progresivo incremento do rendemento das aplicacións solares, recoméndase que á hora de deseñar unha edificación se facilite a súa futura utilización, especialmente en edificios non asombrados polo sur.

02.03.02. Sistemas de calefacción central ou urbana

Os sistemas de calefacción central ou urbana refírense á posibilidade de realizar instalacións de distribución de calor que permitan transportar esta a varios edificios en forma de auga quente ou vapor evitando o movemento directo de produtos enerxéticos como biomasa, carbón, gasóleo ou gas natural,...

Este tipo de instalacións presentan grandes **vantaxes**, por exemplo as seguintes:

- | É un sistema que permite o aproveitamento das calores residuais de procesos industriais próximos a núcleos de poboación. En moitos procesos industriais, nos que se demanda calor a unha elevada temperatura, existen importantes disipacións de calor a baixas temperaturas (80 °C, 60 °C), que non son útiles nin aproveitables no propio proceso, pero si son adecuados para climatizacións de vivendas, e resulta especialmente rendible a súa utilización en climas fríos, con consumos elevados que permitan amortizar os custos do sistema de distribución.
- | Cando non se dispón dunha calor residual gratuíta, un sistema centralizado presenta a vantaxe de que se substitúen decenas ou centos de pequenas caldeiras individuais de rendementos moderados por unha ou varias caldeiras de gran potencia e moito maior rendimento. Ademais estas caldeiras maiores e xestionadas profesionalmente poden deseñarse para a utilización de residuos como biomasa forestal ou industrial que existen na zona e que dificilmente se poderían xestionar en caldeiras pequenas.
- | As instalacións centralizadas permiten un maior control do rendimento e do impacto ambiental ca as pequenas.
- | As instalacións centralizadas reducen o risco de accidentes tanto no transporte de produtos enerxéticos, como gasóleo ou gas natural, coma pola utilización irresponsable que os consumidores poidan realizar destes produtos.
- | Custos inferiores aos sistemas individuais. A este respecto cómpre salientarmos a importancia de instalar contadores de consumo individual. Á marxe de que poida existir unha cantidade fixa por cada aboamento, o custo económico debe facturarse sempre en función do consumo individual.

Inconvenientes:

O grande inconveniente das instalacións centralizadas é a coordinación necesaria para a súa posta en marcha. **As administracións públicas deben promover a súa implantación. As edificacións municipais deben apoialas subscribíndose como un consumidor máis.**

Por exemplo, se un concello está proxectando un pavillón polideportivo con piscina climatizada nunha zona na que proximamente se van promover varios edificios, debería estudarse a posibilidade de facer unha grande instalación de calefacción que atenda a demanda térmica tanto do pavillón coma dos novos edificios que se van construír, e mesmo dos xa realizados se estes contan cunha instalación centralizada de calefacción.



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Neste exemplo tamén se debería considerar o interese de que a instalación centralizada de calefacción conte cunha central de coxeración.

Sempre que exista un gran consumo nunha reducida extensión xeográfica recoméndase a promoción de sistemas de calefacción centralizados con contadores individuais.

RESUMO APARTADO 2.3.2

- | A calefacción central ou urbana facilita o aproveitamento das enerxías residuais e/ou combustibles endóxenos como a biomasa.
- | Con instalacións urbanas poden acadarse altos rendementos que permiten reducir os custos do usuario final.
- | Sempre que exista a posibilidade, as administracións públicas deben utilizar os sistemas de calefacción central ou urbana.
- | Sempre que exista un gran consumo nunha reducida extensión xeográfica recoméndase a promoción de sistemas de calefacción centralizados con contadores individuais.

02.03.03. Sistemas de coxeración

Denomínase coxeración a produción local e simultánea de enerxía eléctrica e/ou mecánica e de enerxía térmica aproveitable a partir dunha mesma fonte de enerxía primaria.

Un exemplo que pode axudar a entender o concepto é un automóbil convencional, nel consómese un combustible (gasolina, gasóleo, biodiésel,...) co que se fai funcionar un motor, a partir do cal por unha parte se move o coche (enerxía mecánica), e pola outra pódese obter calor (enerxía térmica) para a climatización do habitáculo procedente da refrixeración do motor ou dos gases de escape.

Ademais neste caso tamén se xera enerxía eléctrica coa que se recarga a batería e nos casos nos que se dispoña do equipo adecuado tamén se pode xerar frío.

A coxeración é unha das solucións máis eficaces para reducir os custos enerxéticos debido á elevada eficiencia enerxética que se logra co aproveitamento dunha calor normalmente residual. O mesmo que sucede nun automóbil, pero a maior escala, pode realizarse para climatizar por exemplo grandes complexos de oficinas utilizados polas diferentes administracións (a parte mecánica do motor serviría para mover un alternador co que xerar electricidade para autoconsumo ou abastecemento da rede eléctrica, e a parte térmica para climatizar as instalacións).



A coxeración é rendible en instalacións cun elevado consumo de calor durante un elevado número de horas ao ano. Os períodos de retorno dos investimentos sitúanse arredor dos 5 anos, se ben dependen moito da instalación concreta, da lexislación local e da evolución dos custos dos combustibles que se utilizan.

Entre as vantaxes asociadas a unha instalación de coxeración destacan:

- | Diversifica as fontes de abastecemento enerxético.
- | Garante a subministración eléctrica ante posibles fallos na rede de distribución.
- | Incrementa a eficiencia da utilización da enerxía: menor consumo de combustible e menores emisións de CO₂, polo que contribúe notablemente ao desenvolvemento sostible.
- | Incide na competitividade dunha empresa porque reduce os seus custos enerxéticos.
- | Diminúe o consumo de enerxía primaria do país.
- | Reduce as perdas no transporte e na distribución porque achega a xeración ao consumo.
- | Xera emprego e potencia sectores de tecnoloxías asociadas á coxeración.

Como inconvenientes podería citarse:

- | Incerteza ante a evolución dos prezos enerxéticos e dificultades de xestión engadidas á actividade orixinal.
- | Aumento da contaminación local.

Existen diversas tecnoloxías de coxeración, as máis contrastadas son:

■ TECNOLOXÍAS DE COXERACIÓN

– Motor de combustión interna alternativa

- | As principais vantaxes desta tecnoloxía son a súa flexibilidade de utilización, o elevado rendemento eléctrico e un reducido custo de investimento (aproximadamente 700 €/kW eléctrico instalado, incluíndo todos os custos agás o terreo, válido para instalacións de máis de 1 MW de potencia eléctrica instalada).
- | Presentan tres focos de aproveitamento térmico.
- | Refrixeración de camisas do motor e de aceite a unha temperatura aproximada de 90 °C.
- | Refrixeración de aire de carga do motor a unha temperatura aproximada de 35 °C.
- | Calor dos gases de escape da combustión a unha temperatura aproximada de entre 300 e 500 °C.



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

– Turbina de gas

- | A súa principal característica é un elevado rateo de calor/electricidade, polo que é adecuada para usos nos que se consome unha gran cantidade de calor. Ademais toda a calor dispoñible procede dos gases de escape e está a unha temperatura elevada, entre 400 e 500 °C segundo a instalación concreta. Outra característica dos gases de escape é que son ricos en osíxeno (15%) e polo tanto son adecuados para unha poscombustión en caldeira e incrementar o rendemento desta.
- | O investimento é de aproximadamente 800 €/kW eléctrico instalado, incluídos todos os custos agás o terreo, válido para instalacións de máis de 2 MW de potencia eléctrica instalada.

– Turbina de vapor

- | A principal vantaxe das turbinas de vapor é que a combustión se realiza nunha caldeira non integrada na máquina térmica, e polo tanto permite a utilización de combustibles máis heteroxéneos, como biomasa, residuos sólidos urbanos, carbón,...
- | O investimento é de aproximadamente 1.400 €/kW, incluídos todos os custos agás o terreo, válido para instalacións de máis de 2 MW de potencia eléctrica instalada.
- | No seguinte cadro móstranse as características principais de cada unha das tecnoloxías máis contrastadas que se poden utilizar nunha planta de coxeración.

149



	Turbina de vapor	Turbina de gas	Motor alternativo
Potencia	500 kW – 1500 MW	500 kW – 300 MW	50 kW – 30 MW
Rendemento eléctrico	15-40%	20-40%	30-45%
Enerxía térmica	Vapor (3 – 25 bar)	Gases con exceso de aire 500 °C	Auga quente e gases a 375 °C
Réxime	Continuo a nominal	Continuo a nominal	Descontinuo e a cargas parciais
Rateo enerxía eléctrica/térmica	0,15	0,51	1,66
Custo	1.400 €/kW	800 €/kW	700 €/kW
Vida útil	250.000 horas	120.000 horas	60.000 – 80.000 horas
Dispoñibilidade (paradas programadas)	99%	98,5%	93%

RESUMO APARTADO 2.3.3

- | A coxeración é unha das solucións máis eficaces para reducir os custos enerxéticos debido á elevada eficiencia enerxética que se logra porque se aproveita unha calor normalmente residual.
- | A coxeración é rendible en instalacións cun elevado consumo de calor durante un elevado número de horas ao ano.
- | A coxeración permite garantir a subministración de enerxía eléctrica ante un eventual fallo da subministración da rede.



02.04

Revisión da viabilidade

O continuo crecemento das prestacións e das interaccións esixidas a unha edificación desembocan en que cada vez sexa máis complexo o deseño das mesmas. Dificilmente o técnico ou o estudo especializado na distribución dos espazos e no cálculo das estruturas estará cualificado para valorar as mellores alternativas en climatización, iluminación,... Na actualidade, no momento da compra ou do deseño dunha edificación primase o primeiro aspecto (espazo dispoñible) sobre o segundo (eficiencia) debido a que é máis visible para a maioría dos usuarios, e os problemas de funcionamento e mantemento evidéncianse unha vez que o edificio xa foi edificado ou mercado.

Por isto, en edificacións de relativa importancia, por exemplo de máis de 1.000 m², é conveniente que **antes da aprobación definitiva do proxecto o organismo que o encargou contrate a súa revisión por un técnico ou unha empresa especialista en instalacións e independente do que realiza o proxecto**. Desde o punto de vista da eficiencia enerxética, e como primeiro paso para a obtención do certificado de eficiencia enerxética na liña da Directiva 2002/91/CE, sería conveniente que unha empresa certificadora verificase o calculo da eficiencia enerxética derivada do edificio proxectado e no mesmo trámite inclúa recomendacións para a mellora da relación custo-eficacia da eficiencia enerxética.

Nas edificacións dos concellos son relativamente frecuente as redistribucións de oficinas e mesmo, nalgúns casos, o tipo de utilización, polo que convén ter presente esta circunstancia, proxectando na medida do posible instalacións que prevexan esta flexibilidade.

Tamén resulta imprescindible verificar que o espazo que se deixou para as instalacións (sala de caldeiras, cadro de contadores, cables,...) é funcional e razoable para asumir posibles modificacións que eventualmente poidan ser precisas.

RESUMO APARTADO 2.4

- I Un proxecto de edificación debe incluír as xustificacións das diferentes solucións adoptadas. **Non basta simplemente cunha recompilación dos planos e das instrucións. O que realmente garante o traballo realizado na elaboración dun proxecto, e incrementa a súa calidade, é a xustificación das solucións adoptadas e a súa adaptación á situación concreta.**

■ A construción dun edificio é cada vez máis esixente, por iso, **unha vez elaborado o proxecto, e antes da aprobación definitiva por parte do promotor, é imprescindible que se contrate a súa revisión por un técnico ou unha empresa cualificada, especialista en instalacións e independente do que realiza o proxecto.**



02.05

Fase de construción

Se a fase de deseño se realizou de xeito responsable, dedicando o tempo preciso, na fase de construción unicamente se deberá certificar o cumprimento do proxecto aprobado, velando polas calidades dos elementos e da súa realización. Se durante a fase de construción se fai evidente que non é factible algún punto do proxecto técnico, a dirección técnica conxuntamente coa empresa certificadora avaliarán o impacto sobre a eficiencia enerxética do edificio e deixaran constancia por escrito no libro de obra. Se o impacto das modificacións resultante se considera grave reconsiderarase o proxecto no seu conxunto antes de continuar coa obra.

Se durante as etapas anteriores de deseño do edificio se seguiron os pasos recomendados na presente guía, **o resultado non pode ser outro que un certificado de eficiencia enerxética da edificación coa mellor puntuación**. Insistimos, de novo, en que as administracións públicas non poden renunciar a esta obriga de exemplo administrativo a pesar de que poida supoñer un sobrecusto da instalación, que como se comentou, se acabará amortizando durante a vida útil da edificación.

RESUMO APARTADO 2.5

- I A mesma empresa independente especialista en instalacións que revisou o proxecto, ou outra similar, debe contratarse de antemán para o asesoramento do promotor ante calquera cambio que eventualmente fose preciso durante a execución do proxecto.
- I **O resultado da construción dun edificio da administración pública non pode ser outro que un certificado de eficiencia enerxética da edificación coa mellor puntuación.**

CATÁLOGO DE EFIFICACIÓNS

03

03.01

Instalacións deportivas

As instalacións deportivas engloban o conxunto de dependencias dedicadas ao ocio e ás actividades deportivas que oferta un concello. O consumo enerxético das instalacións deportivas ascende aproximadamente a un 10% do total do consumo do concello.

En xeral, e para poder realizar unhas recomendacións comúns para as instalacións deportivas, este estudo céntrase nos pavillóns e nas piscinas municipais.

03.01.01. Orientación da edificación

Se o terreo que se vai edificar o permite tratarase de aproveitar optimamente as condicións climáticas da zona, deseñando as zonas máis frías da instalación deportiva (pistas polideportivas) ao norte e as máis cálidas (vestiarios, piscinas climatizadas,...) ao sur. Neste sentido, terase en conta o recollido no apartado 2.2.1. da presente guía. **É recomendable incluír no prego de condicións técnicas de contratación do proxecto do edificio a esixencia de xustificar a orientación deste tendo en conta as particularidades climáticas da localidade.**

03.01.02. Envolveite térmica

As instalacións deportivas en xeral non precisan de grandes ventás ao exterior, que en certos momentos, se están mal orientadas, incluso son contraproducentes porque propicia riscos derivados de cegamentos, sombras ou incluso despistes. Deste xeito, os cerramentos practicamente carecerán de zonas acristaladas e poderán realizarse de xeito uniforme en todo o perímetro, cun illamento térmico óptimo en cada caso en función da aplicación e das condicións climáticas da zona.

Se xustificadamente se opta por acristalar unha **pequena** parte do cerramento para dotar a instalación de luz natural, instálase vidro cun mínimo dunha ou dúas cámaras de aire intermedias, en función do clima e nunha orientación que lles impida cegamentos aos usuarios.



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Á hora de deseñar a envolvente dos edificios terase sempre presente que partes deben ir climatizadas e cales non. Así, por exemplo, o típico pavillón deportivo que consiste nunha pista polideportiva non climatizada e unha zona de vestiarios si calefactado levará un cerramento simple na zona polideportiva, pero un cerramento correctamente illado na zona dos vestiarios. Unha edificación deseñada para albergar exclusivamente unha piscina climatizada levará uns cerramentos cunha alta esixencia de illamento térmico en todo o perímetro; ademais debe preverse:

- Protexer o illamento térmico contra a humidade mediante selados de vapor, con chapas delgadas metálicas, follas plásticas, etc.
- Protexer as superficies acristaladas contra as condensacións, para o cal se recomenda un acristalamento dobre ou triplo.

03.01.03. Instalacións de calefacción e auga quente sanitaria

■ Auga quente sanitaria

Nas instalacións deportivas soe darse un considerable consumo de auga quente sanitaria para duchas e hixiene persoal. Esta é unha aplicación na que unha instalación de enerxía solar térmica proporciona un alto rendemento polo que, **salvo casos xustificadados de alto asombramento, debe obrigarse a que estas edificacións dispoñan dun sistema activo de aproveitamento solar para prequentar a auga quente sanitaria.**

Ademais, **debe racionalizarse o consumo de auga mediante a instalación dos** elementos comentados no apartado 2.2.3.3.1: **perlizadores, interruptores de caudal, billas e duchas economizadoras.**

■ Calefacción

Para a calefacción convén distinguir entre pavillóns deportivos e instalacións con piscinas climatizadas. Nos primeiros recoméndase a instalación dunha caldeira de alto rendemento (baixa temperatura ou condensación) ou unha bomba de calor preferiblemente xeotérmica para satisfacer, tanto as demandas de calefacción como para completar a demanda de auga quente sanitaria nos períodos en que a achega solar non sexa suficiente.





Piscina climatizada

156



No caso das instalacións con piscinas climatizadas, as necesidades térmicas totais engaden, ademais das comúns para todos os pavillóns, as seguintes necesidades específicas:

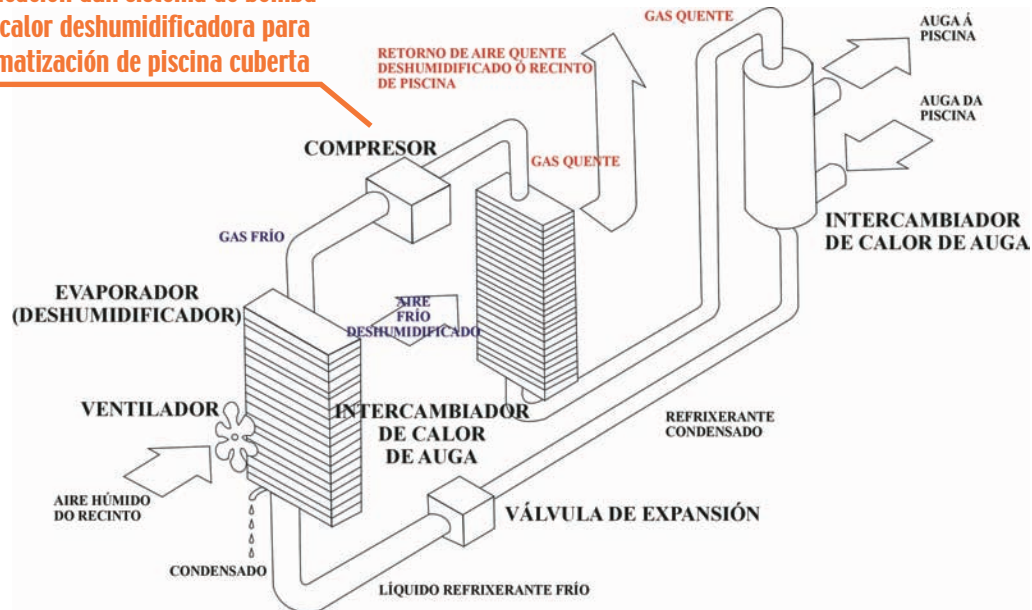
- Perdas de calor por evaporación da auga da piscina
- Perdas por renovación do aire ambiente
- Perdas por renovación da auga da piscina
- Perdas por convección, conduction e radiación

A temperatura recomendada para a auga das piscinas públicas é entre 24° e 25 °C, e cómpre, para evitar a sensación de frío, manter a temperatura do aire ambiente de 2 °C a 3 °C por enriba, polo tanto, entre 26 °C e 28 °C. A humidade relativa para proporcionar unha sensación de confort deberá manterse entre o 55% e o 70%, preferentemente nun 60%. Unha humidade relativa baixa (<50%) faría aumentar as perdas por evaporación da auga e o gasto de enerxía para deshumidificar, e por outra banda, unha humidade elevada podería comportar problemas de condensacións nas paredes e nos teitos.

Para controlar a humidade do aire ambiente recoméndase, pola súa alta eficiencia, unha **bomba de calor deshumidificadora**. O funcionamento é similar ao que se presenta no seguinte esquema:

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Aplicación dun sistema de bomba de calor deshumidificadora para climatización de piscina cuberta



O aire da piscina que se evapora (aire húmido e quente) é arrefriado no evaporador da bomba de calor. Mediante este arrefriamento prodúcese a condensación do exceso de humidade do aire. Este aire arrefriado e seco quéntase co condensador da bomba de calor e volve de novo á piscina como aire quente e seco necesario para a renovación.

O excedente de calor na bomba utilízase para quentar a auga da piscina. Con este sistema pódese realizar a deshumidificación sen achega de aire exterior.

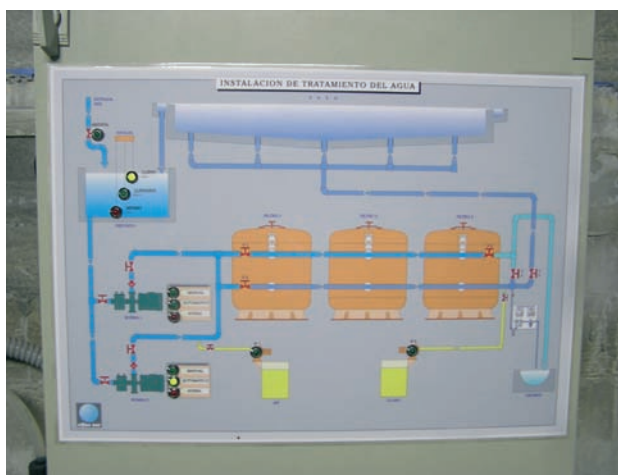
Como se acaba de comentar, a finalidade da bomba de calor deshumidificadora é controlar a humidade do aire, pero tamén serve para achegar unha parte da calor precisa para quentar a auga do vaso da piscina ou a AQS necesaria nos vestiarios.

Como apoio para este sistema recoméndanse **sistemas de aproveitamento de enerxía solar térmica**, que teñen un rendemento óptimo para quentar auga a tan baixa temperatura. Finalmente, como a achega solar é impredecible, para garantir as condicións de confort deberase instalar a maiores unha pequena caldeira de alta eficiencia, ou ben unha bomba de calor preferiblemente xeotérmica.

En ningún caso se climatizarán piscinas á intemperie ou sen un cerramento illado de calidade contrastada, salvo que se utilice exclusivamente enerxía solar térmica.

■ Control dos sistemas de regulación

Un correcto sistema de regulación e control axuda a manter as condicións da demanda térmica cun consumo de combustible óptimo. É importante destacar que un aumento de 1 °C nos puntos de consigna das temperaturas dun pavillón pode aumentar o consumo térmico entre un 5% e un 10%.



Panel de control

158



Tamén hai que salientar a importancia de manter a humidade perfectamente controlada e regulada no ambiente das piscinas climatizadas, posto que, como xa se comentou, cando diminúe a humidade ambiente, aumenta a velocidade de evaporación da auga e, polo tanto, as necesidades de enerxía, para manter os parámetros de humidade ambiente que se requiren.

Unha diminución do 5% con respecto á humidade recomendada (60%) provoca un incremento da evaporación do 10% e un aumento das necesidades de enerxía para deshumidificar.

Para evitar estes problemas, recoméndase utilizar un sistema de regulación que varíe o punto de consigna da humidade relativa ambiente en función da temperatura exterior, coa finalidade de evitar condensacións.

Ademais, pódense realizar algunhas actuacións que, cun pequeno investimento, poden supoñer aforros de enerxía considerables, como poden ser:

- Traballar con presións moderadas.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

- Evitar temperaturas de almacenamento da auga excesivamente altas, aínda que sempre maiores de 60 °C (para evitar problemas de lexiónelose).
- Instalar contadores de auga quente.

É moi importante a detección das fugas para eliminalas posteriormente e para isto é recomendable instalar:

- Control de caudais por zonas.
- Instalación de manómetros para detección de fugas.

■ Illamentos

As perdas de calor por evaporación da auga dunha piscina cuberta producen dous efectos negativos:

- Necesidade de lle achegar calor á auga da piscina para repoñer a calor latente de vaporización.
- Necesidade de deshumidificar o aire interior ou achegar aire exterior para manter as condicións de humidade interiores.

Para evitar estas perdas, aconséllase a utilización dunha **manta térmica** para cubrir a superficie da piscina cando non se utiliza. As propiedades isotérmicas das mantas térmicas impiden a baixada da temperatura da auga e, por outra parte, evitan a evaporación, polo que se reduce a enerxía consumida na deshumidificación do aire. O aforro enerxético que se pode conseguir con este tipo de sistemas pode acadar un 25% da demanda de enerxía.



Foto dunha manta térmica

As vantaxes das instalacións deste tipo de equipo son:

- Diminución dos custos enerxéticos de deshumidificación en horas nocturnas.
- No caso en que se desconecten os sistemas de deshumidificación en períodos nocturnos, evítanse as conseguíntes deterioracións das paredes do vestíbulo por condensación.

Os inconvenientes deste sistema son:

- Necesidade de contar cun espazo adicional para gardar a manta térmica cando non estea en uso. Sinalar que existen sistemas para ancorar o soporte da manta na estrutura de cuberta, minimizando as molestias do seu almacenamento.
- Instalación e recollida diaria da manta, e isto pode facilitarse cunha instalación motorizada.

En canto aos entubados e demais elementos de transporte de calor cómpre lembrar a importancia de que vaian correctamente illados

03.01.04. Instalacións de refrixeración

Nos pavillóns deportivos en xeral non se refrixerará o aire salvo con fins deshumidificadores.

Nas piscinas climatizadas o aire ambiente arrefriase coa finalidade de facer condensar a humidade. Unha vez seco, quentase de novo ata a temperatura de consigna, coa mesma enerxía que previamente se lle quitou para arrefrialo. Ademais sobra parte da enerxía de condensación da humidade extraída ao aire que se soe empregar para quentar o vaso da piscina. Canta menos enerxía sexa precisa para requentar o aire arrefriado, máis enerxía estará dispoñible para outras utilidades, como quentar a auga da piscina ou a AQS.

03.01.05. Ventilación

En todos os pavillóns polideportivos, tanto se contan con piscina climatizada como se non, é necesaria a renovación do aire interior do recinto. No caso de instalacións non climatizadas esta renovación realizarase directamente mediante infiltracións e mediante a entrada de aire pola porta de entrada.

No caso de locais climatizados e con humidade controlada, como son as piscinas, a renovación do aire estará regulada e disporase de equipos rexenerativos que permitan aproveitar o aire saínte para acondicionar o entrante. Ademais convén:



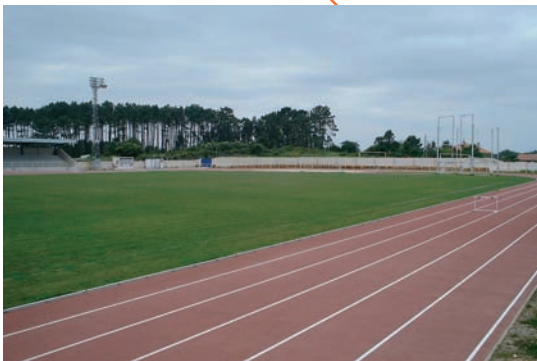
Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

- Utilizar sistemas de renovación de aire modulante en función da ocupación.
- Evitar as infiltracións.
- Non sobredimensionar en exceso a renovación hixiénica do aire.

03.01.06. Instalacións de iluminación artificial

O consumo eléctrico dun pavillón polideportivo débese fundamentalmente á iluminación e aos equipos de climatización.

Pistas deportivas municipais



Polideportivo municipal



O principal obxectivo á hora de iluminar unha zona deportiva, xa sexa interior ou exterior, é ofrecerlles aos usuarios un ambiente adecuado para a práctica das actividades deportivas. Polo tanto, o tipo de iluminación será diferente en función da actividade que se realice en cada caso. Así, por exemplo, os xogadores e os árbitros deben poder observar con claridade o que acontece no terreo de xogo, mentres que os espectadores deben poder ver a actividade sen realizar un grande esforzo e cun ámbito de visión agradable.

Na seguinte táboa expóñense os niveis de iluminación recomendados, en función do tipo de deporte que se vaia practicar en cada un dos casos.

Débese procurar **realizar un fraccionamento da potencia para adecuar a iluminancia de uso para os niveis de utilización** e limitala aos valores recomendados anteriormente.

Buscarase a instalación do equipo máis eficiente para cada caso, sempre mantendo os niveis de iluminancia esixidos. En xeral, para pistas pequenas **exteriores** (sen ter en conta as retransmisións

deportivas) o equipo de iluminación máis rendible é o vapor de sodio de alta presión, mentres que para **interiores** se utilizan fluorescentes a baixa altura (≤ 5 m) e haloxenuros a alturas elevadas.

DEPORTE	Iluminación horizontal (lux)		
	Recreativo	Adestramento	Competición
Atletismo cuberto	200	300	500
Atletismo ao aire libre	100	200	400
Baloncesto/balonmán/boleibol cuberto	300	400	600
Baloncesto/balonmán ao aire libre	100	200	500
Fútbol cuberto	300	400	600
Fútbol ao aire libre	100	200	500
Ximnasia/ Judo	300	400	600
Natación ao aire libre	100	200	400
Natación cuberta	200	300	500



■ Medidas de aforro de enerxía nos transformadores e nos motores

Como se acaba de indicar, a maior parte do consumo eléctrico dun pavillón polideportivo débese á iluminación e aos equipos de climatización.

O rendemento dun transformador para a adecuación da enerxía eléctrica necesaria é máximo cando traballa sobre o 50% da carga, aumentando, ademais, cando o factor de potencia no secundario crece. Para reducir as perdas nos transformadores é preciso:

- Elixir o transformador para traballar ao 70-80% da súa capacidade.
- Compensar o consumo de enerxía reactiva propio do transformador con condensadores fixos no secundario.
- Desconectar os que traballen en baleiro, para eliminar as perdas no ferro.

No caso dos motores ocorre unha situación semellante, posto que o rendemento é máximo ao 75-85% da carga. É moi importante unha correcta selección dos motores en función da carga destes.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

RESUMO APARTADO 3.1

- | Esixir no prego de contratación a obriga de incluír no proxecto de edificación un resumo das condicións climáticas do soar: temperaturas, insolación, humidades e ventos predominantes.
- | Esixir no prego de contratación a obriga de xustificar no proxecto da edificación a orientación, a distribución das dependencias e a envolvente do edificio.
- | O edificio debe evitar grandes zonas acristaladas innecesarias.
- | O consumo de auga quente sanitaria nos meses de verán debe satisfacerse integramente con enerxía solar térmica. Deben instalarse elementos de uso racional da auga.
- | Nas instalacións con piscinas climatizadas é fundamental que a temperatura do aire ambiente estea 2 ou 3 graos por encima da da auga. Do contrario producirase sensación de frío e tenderase a aumentar a temperatura da auga e consecuentemente o consumo de enerxía. Polo tanto, non debe escatimarse na instalación de equipos que permitan medir, regular e controlar a temperatura do ambiente.
- | O control da humidade nas piscinas climatizadas realizarase preferiblemente mediante unha bomba de calor deshumidificadora. A calor sobrante no proceso empregarase para o calentamento da auga quente sanitaria ou da auga do vaso da piscina.
- | Como apoio para a bomba de calor utilizaranse paneis solares e unha caldeira de alta eficiencia ou unha bomba de calor xeotérmica.
- | Nas piscinas climatizadas instalarase obrigatoriamente unha manta térmica para a súa utilización sobre a lámina de auga cando a piscina estea pechada.
- | Nas instalacións non climatizadas optarase pola ventilación natural. Nas piscinas climatizadas optarase por sistemas de ventilación artificial, regulables en función da ocupación.
- | A instalación de iluminación debe seccionarse adecuadamente para adaptar o nivel de iluminación á actividade realizada.
- | En xeral, para pistas pequenas **exteriores** (sen ter en conta as retransmisións deportivas) o equipo de iluminación máis rendible é o vapor de sodio de alta presión, mentres que para **interiores** se utilizan fluorescentes a baixa altura (≤ 5 m) e haloxenuros a alturas elevadas.



03.02 Agrupacións escolares

As agrupacións escolares engloban o conxunto de dependencias dedicadas á ensinanza dentro dun concello e supoñen arredor dun 12% do consumo de enerxía nun concello.

03.02.01. Orientación da edificación

Polo xeral, as agrupacións escolares edifícanse en amplas parcelas de terreo xa que soen ir dotadas cun espazo de recreo para os escolares. Isto significa que na maioría dos casos existirá un certo grao de liberdade na orientación do edificio que permita aproveitar optimamente as condicións climáticas da zona. Por isto, cobra especial importancia o recollido no apartado 2.2.1.1 da presente guía e **debe incluírse no prego de condicións técnicas de contratación do proxecto do edificio a esixencia de xustificar a orientación deste tendo en conta as particularidades climáticas da localidade.**

164



Incluso deben preverse aspectos tales como a posibilidade de plantar árbores de folla caduca na fachada sur (protexen da calor no verán e deixan pasar a luz no inverno) e de folla perenne na fachada norte (protexen do frío do inverno), que axudarán a aumentar o confort do edificio e diminuír o consumo enerxético.



Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

03.02.02. Envolveinte térmica

A envolveinte das agrupacións escolares estará fortemente condicionada pola necesidade de iluminación natural, que neste tipo de edificacións cobra especial importancia por razóns psicolóxicas. Isto obriga a ter especial coidado nas características térmicas das ventás, esixindo como mínimo unha ou dúas cámaras de aire entre vidros (segundo as zonas). Para máis información véxase o apartado 2.2.2.

03.02.03. Instalacións de calefacción e de auga quente sanitaria

■ Calefacción

O consumo en calefacción e o principal consumo enerxético dun centro escolar. A priori, unha das solucións recomendadas para a xeración da calor necesaria será a utilización dunha caldeira centralizada de alto rendemento ou ben unha bomba de calor xeotérmica. En grandes centros educativos, ou en climas moi fríos, pode ser interesante estudar a viabilidade da instalación dunha central de coxeración; está poderá ser rendible principalmente en instalacións onde haxa unha dobre quenda de ensino, pois en xeral, cunha única quenda o número de horas de funcionamento anual non será suficiente para amortizar os custos da instalación.

Só en pequenas dependencias, afastadas das liñas de distribución de calor e de uso ocasional, se poderá pensar na utilización de sistemas baseados en calefacción eléctrica.

■ Illamentos

Unha vez xerada a calor debe transportarse ata a zona de consumo garantindo un correcto illamento das conducións. Neste senso cómpre lembrarmos que canto máis baixa sexa a temperatura do fluído de transmisión da calor tanto máis comfortable e eficiente será o funcionamento da calefacción.

■ Control dos sistemas de regulación

Finalmente, resulta de grande importancia a correcta regulación dos elementos terminais. É frecuente observar que chegado un momento a calefacción segue acendida e para compensar o exceso de calor os escolares abren as ventás. Para evitar isto, convén instalar equipos de regulación que permitan cortar a entrada de calor a un cuarto no que unha ventá estea aberta. Adicionalmente, debería instalarse un termóstato non practicable en cada aula que permita acender ou apagar a calefacción automaticamente en función de que a temperatura suba ou baixe dun determinado valor.



Non se recomenda a instalación de termóstatos individuais en cada radiador, xa que cando por exceso de calor se pechen, ningún escolar se lembrará de abrílos para que ao día seguinte a aula estea en condicións óptimas de temperatura.

A continuación, e a modo de referencia, especificanse estas temperaturas para os diferentes lugares de traballo.

LOCAL	TEMPERATURA (°C)
Recepción	18
Administración	20
Secretaría	20
Aulas	18-20
Biblioteca	21
Despachos	20
Salón de actos	20
Salas de reunións	20

166



■ Auga quente sanitaria

Nas agrupacións escolares nas que exista consumo de auga quente sanitaria, por exemplo nos pavillóns deportivos para ducha, é conveniente a instalación de paneis solares térmicos para o prequentamento desta. Ademais deben instalarse, billas e duchas con perlizadores e temporizadas. Para máis información véxase o apartado 2.2.3.3

03.02.04. Instalacións de refrixeración

En xeral, e dado que nos meses máis calorosos do ano adoita haber vacacións, non serán precisas instalacións de aire acondicionado salvo nas aulas nas que se traballe con equipos informáticos.

Neste sentido, salientar que cada vez son máis frecuentes estas actividades, polo que á hora de deseñar novas edificacións debe preverse a posibilidade de que nun futuro sexa necesario climatizar a meirande parte das dependencias da edificación, especialmente naqueles climas máis cálidos. Polo que, nestes casos, debe esixírselles aos licitadores que doten o edificio cunhas preinstalacións mínimas. Cando unicamente se prevea a climatización dunha ou de dúas aulas informáticas tenderase a equipos autónomos nos que **se deberá esixir a mellor categoría de etiquetaxe enerxética do momento. No deseño do edificio preverase que estas aulas se sitúen na zona norte do edificio, e se garante que a toma de aire do sistema de climatización se oriente ao norte.**

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Nos casos en que as condicións climáticas e/ou a utilización estival do edificio obriguen a climatizar unha gran parte da edificación optárase por instalacións de frío centralizadas, dado que teñen maior rendemento a cargas parciais e que permiten unha mellor xestión (poden aplicarse técnicas de alta eficiencia como o *freecooling* no que se aproveita en parte a temperatura do aire exterior mentres esta sexa inferior á temperatura de retorno do sistema de climatización (aprox. 25 °C)).

Nesta situación (climatización de todo o edificio) convén realizar o quentamento dos locais aproveitando os mesmo equipos finais de transmisión do frío, por exemplo mediante *fancoils*. Nas instalacións centralizadas cobra especial importancia asegurar un adecuado illamento das canalizacións.

03.02.05. Ventilación

Normalmente a ventilación das dependencias escolares realizarase directamente mediante a abertura das ventás. En caso de ser necesarias dependencias sen ventilación natural, como poida ser o caso de centros de computación, ou que por razóns especiais sexa preciso un sistema artificial de ventilación nunha gran parte da edificación, deben instalarse **sistemas rexenerativos** que permitan o aproveitamento da calor ou do frío do aire saínte para acondicionar o aire de renovación preciso. Ademais, e dado que a ocupación das aulas é moi variable convén que o equipo que controla a renovación do aire poida **regularse en función da ocupación**. Nas dependencias con ventilación forzada non se proxectarán ventás practicables.

03.02.06. Instalacións de iluminación artificial

As particularidades das actividades que se desenvolven nos centros escolares precisan un estudo polo miúdo da iluminación nestas dependencias. En xeral, pódense diferenciar, entre outras, as seguintes:

- Salas de ensino teórico
- Salas de ensino práctico (laboratorios, debuxo, informática, etc.)
- Salas de profesores
- Salón de actos
- Biblioteca
- Ximnasio
- Oficinas de administración
- Despachos
- Vestíbulos, corredores e escaleiras
- Duchas e aseos



En liñas xerais, nas aulas de ensino teórico e nas zonas comúns, recoméndase a utilización de **lámpadas fluorescentes, con balastros electrónicos** que permitan regular en función da luz natural, polo menos nas luminarias próximas ás ventás.

Nas zonas destinadas ás actividades deportivas de interior, utilizaranse lámpadas de descarga de haloxenuros metálicos ou de vapor de sodio de alta presión. No caso de que as actividades se realicen no exterior empregaranse lámpadas de sodio de alta presión.

Á hora de seleccionar o tipo adecuado de luminaria, lámpada e equipo auxiliar, é necesario determinar, en primeiro lugar, a dependencia obxecto de estudo, tendo en conta a actividade que se vai realizar nela. Os parámetros de iluminación recomendados para as diferentes dependencias que se encontran nun centro docente especificanse e poden consultarse no apartado A.2.3 da presente guía.

De cara a optimizar o aproveitamento da enerxía consumida para a iluminación deberase ter previsto o emprego de pinturas e cores nas paredes, no teito e nos chans que favorezan o aforro en iluminación (cores claras).

■ Control dos sistemas de regulación

168



Unha xestión óptima da iluminación é fundamental para obter uns bos resultados de eficiencia enerxética.

A continuación expóñense algunhas das estratexias de control da iluminación:

- **Programación:** os niveis de iluminación e distribución pódense programar de forma automática cando se coñece a rutina das actividades diarias.
- **Control da iluminancia:** normalmente, os sistemas deséñanse cun 30-50% de niveis de iluminancia superiores aos necesarios, polo que é importante coñecer cales son estes niveis para manter unha correcta iluminancia para cada zona.
- **Optimización da potencia:** pódese conseguir un importante aforro de enerxía se se reducen os niveis de iluminación, en certos períodos de tempo, nas áreas non críticas. Deste xeito, recoméndase a utilización de sistemas de control do tempo, que apagan as luces segundo un esquema horario especificado.
- **Utilización de detectores de presenza:** en relación co exposto anteriormente, existen equipos relacionados co grao de ocupación, que utilizan detectores de presenza que acenden a luz

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

cando detectan alguén e a apagan cando, nun tempo determinado, xa non se detecta esa presenza. Son recomendables para zonas de ocupación descontinua (corredores, zonas de almacén, aseos,...).

- ▮ **Sistemas de control relacionados coa luz do día:** este tipo de control baséase nunha serie de fotocélulas que regulan a potencia das lámpadas segundo a achega de luz natural.
- ▮ **Sistemas de xestión da iluminación:** en edificios de usos múltiples resulta de interese analizar a posibilidade de incluír un sistema de xestión integral da iluminación que permita un control centralizado, co que se pode chegar a reducir o consumo enerxético un 15% adicional á implantación dos sistemas anteriores.

RESUMO APARTADO 3.2

- ▮ Esixir no prego de contratación a obriga de incluír no proxecto de edificación un resumo das condicións climáticas do soar: temperaturas, insolación, humidades e ventos predominantes.
- ▮ Esixir no prego de contratación a obriga de xustificar no proxecto de edificación a orientación, a distribución das dependencias e a envolvente do edificio.
- ▮ Deben instalarse elementos de uso racional da auga nas billas e mais nos inodoros.
- ▮ Para a calefacción, recoméndase a utilización de caldeiras de alta eficiencia (baixa temperatura ou condensación) ou bombas de calor xeotérmicas.
- ▮ Non debe escatimarse na instalación de equipos que permitan medir, regular e controlar a temperatura do ambiente. Non obstante, non se recomenda a instalación de termóstatos individuais en cada radiador, xa que cando por exceso de calor se pechen, ningún escolar se lembrará de abrílos para que ao día seguinte a aula estea en condicións óptimas de temperatura.
- ▮ As aulas informáticas deben situarse na zona norte do edificio, e garantir que os equipos de aire acondicionado tomen aire de zonas non soleadas.
- ▮ A instalación de iluminación debe seccionarse e automatizarse para evitar o consumo nas dependencias baleiras.
- ▮ En xeral, recoméndase a utilización de lámpadas fluorescentes con balastros electrónicos.



03.03

Edificios para oficinas

03.03.01. Orientación da edificación

Polo xeral, os edificios para oficinas edifícanse sobre soares que non permiten xogar coa orientación destes, polo que haberá que adaptar o deseño interior, a morfoloxía e os materiais da fachada ás características climáticas e á orientación imposta polo soar (véxase o apartado 2.2.1)

No caso de que si exista un certo grao de liberdade na disposición e orientación dos edificios recoméndase un deseño o máis compacto posible, isto é coa maior relación volume/superficie compatible coas necesidades de luz natural, dado que diminuirá o consumo en climatización.

03.03.02. Envolveinte térmica

A envolveinte dos edificios destinados a oficinas soe requirir unha superficie acristalada considerable, para o aproveitamento da luz natural e por razóns psicolóxicas. Agora ben, sucede a miúdo que se abusa de muros cortinas ou outro tipo de cerramento con demasiada superficie acristalada. O resultado é que os efectos psicolóxicos positivos que derivan da utilización de luz natural se esvaeecen en parte polo baixo confort térmico. A situación é a seguinte, nos meses de inverno, á primeira hora da mañá existe unha forte sensación de frío debido ao mal funcionamento térmico do cerramento (elevadas perdas por conducción e radiación). Como consecuencia, nas primeiras horas existe unha demanda térmica para calefacción elevadísima. Cara ao mediodía, a medida que sae o sol, a sensación térmica vai cambiando debido á radiación solar e á calor desprendida polos equipos ofimáticos, e daquela é cando se chega a percibir calor e se demanda frío.

O resultado son unhas enormes complicacións para regular e controlar as condicións ambientais, un baixo confort térmico con excesivos gradientes de temperaturas e un elevado consumo enerxético. Nos meses de verán o funcionamento é similar, unha inxustificada sensación de frío á primeira hora da mañá que en breve lle dá paso a unha calor excesiva o resto do día.

Á hora de deseñar a envolveinte dun edificio de oficinas debe terse en conta o anterior, previndo, espazos acristalados suficientes pero **fuxindo da tentación de acristalar toda a fachada**. Ademais, como os edificios de oficinas están normalmente, cando menos calefactados, todo o acristalamento deberá levar como mínimo dúas cámaras de aire entre vidros en función das condicións climáticas da zona.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Por outra banda, nas zonas de oficinas **deben evitarse os teitos a grandes alturas**, xa que incrementarán o volume que se vai climatizar, reducindo a capacidade de resposta dos equipos e dificultando o equilibrado, a regulación e o control do sistema. **Tamén se evitará comunicar distintas plantas mediante ocos diáfanos**, xa que provocan estratificación na temperatura do aire e elevan a temperatura ambiente nas partes superiores e a reducen na parte inferior.

03.03.03. Instalacións de calefacción e AQS

■ Calefacción

Á hora de deseñar un sistema de calefacción para un edificio de oficinas debe terse en conta que durante a vida útil do mesmo é bastante probable que se realicen cambios das distribucións interiores, polo que se primará que a distribución proxectada permita adaptarse doadamente a posibles cambios.

En canto á calefacción, a priori, unha das solucións recomendadas para a xeración da calor necesaria será a utilización dunha caldeira centralizada de alto rendemento ou ben unha bomba de calor preferiblemente xeotérmica. En grandes centros ofimáticos, ou en climas moi fríos, pode ser interesante estudar a viabilidade da instalación dunha central de coxeración. Esta poderá ser rendible principalmente en instalacións onde teña lugar unha dobre quenda de traballo, pois en xeral, cunha única quenda o número de horas de funcionamento anual non son suficientes para amortizar o investimento na instalación.

Só en pequenas dependencias, afastadas das liñas de distribución de calor e de uso ocasional, se poderá pensar na utilización de sistemas que estean baseados na calefacción eléctrica.

■ Illamentos

Unha vez xerada a calor debe transportarse ata a zona de consumo garantindo un correcto illamento das conducións. Neste senso, convén recordar que canto máis baixa sexa a temperatura do fluído de transmisión da calor tanto máis comfortable e eficiente será o funcionamento do sistema de calefacción, se ben isto obriga a maiores superficies de intercambio. Todos os tubos de auga quente deben estar convenientemente illados ao longo de todo o seu percorrido, incluso as válvulas, os racores, as bridas, as unións e os equipos..., para evitar as perdas de calor neles. As características dos materiais illantes, así como o grosor destes, dependerán principalmente da temperatura da auga e do diámetro dos condutos.



■ Sistemas de regulación

Finalmente, cobra especial importancia a correcta regulación dos elementos terminais. Como no caso das agrupacións escolares, resulta frecuente observar que chegado un momento a calefacción segue acendida e para compensar o exceso de calor ábrense as ventás.

Para evitar isto, en edificios con ventilación controlada recoméndase que as ventás non sexan practicables, e en edificios con ventilación natural convén instalar equipos de regulación que permitan cortar a entrada de calor para un cuarto no que unha ventá estea aberta. Adicionalmente, debería instalarse un termóstato practicable en cada radiador dado que a sensación de frío-calor ten un alto compoñente subxectivo e isto permitiralle a cada traballador achegarse á súa situación de confort. Suponse que os traballadores serán responsables na utilización deste termóstato. Non obstante, considerase conveniente instalar un termóstato automático en cada local de oficinas que corte ou acenda a calefacción se a temperatura se afasta moito dos valores recomendados.

■ Auga quente sanitaria

172



Nun edificio de oficinas non se soe demandar AQS salvo que vaia dotado con servizos adicionais como comedores. Non obstante, **debe racionalizarse o consumo de auga mediante a instalación dos elementos comentados no apartado 2.2.3.3.1.: perlizadores, interruptores de caudal e billas economizadoras.**

03.03.04. Instalacións de refrixeración

Igual ca no caso da instalación de calefacción, á hora de deseñar un sistema de aire acondicionado para un edificio de oficinas debe terse en conta que durante a vida útil da mesma é bastante probable que se realicen cambios das distribucións interiores, polo que se primará que a distribución proxectada permita adaptarse doadamente a cambios.

A instalación debe poder seccionarse en varias zonas (mínimo dúas por planta: zona norte e zona sur) segundo a lexislación particular de cada país e o número de dependencias de distinto uso en cada planta. Cando unicamente se prevea a climatización dunha pequena zona do edificio debido á carga interna prevista, tenderase a equipos autónomos nos que **se esixirá a mellor categoría de etiquetaxe enerxética** que exista nese momento.

No deseño do edificio preverase, na medida do posible, que esta zona se sitúe na parte norte do edificio, e se garanta que a toma de aire do sistema de climatización se oriente ao norte.

Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

Nos casos en que as condicións climáticas e/ou a utilización do edificio faga recomendable a climatización dunha gran parte da edificación optárase por instalacións de frío centralizadas, dado que teñen maior rendemento e que permiten unha mellor xestión (poden aplicarse técnicas de eficiencia como o *freecooling* onde se aproveita en parte a temperatura do aire exterior mentres esta sexa inferior á temperatura de retorno do sistema de climatización (aprox. 25 °C)). Neste último caso convén realizar a calefacción do local aproveitando o mesmo sistema terminal de aplicación do frío, por exemplo distribuindo auga quente e/ou fría segundo se demande e aplicándoa mediante *fancoils*. É importante asegurar un adecuado illamento das canalizacións e dos accesorios en todo o seu percorrido.

03.03.05. Ventilación

Normalmente a ventilación dos edificios para oficinas de pequeno tamaño realízase directamente mediante a abertura das ventás. En caso de grandes complexos de oficinas ou de ser precisas dependencias sen ventilación natural, como poida ser o caso de centros de computación, salas de conferencias ou que por razóns especiais sexa preciso un sistema artificial de ventilación nunha gran parte da edificación garantírase a **instalación de sistemas rexenerativos** que permitan o aproveitamento da calor ou do frío do aire saínte para acondicionar o aire de renovación preciso.

Así mesmo, convén instalar equipos que permitan regular o caudal de renovación en función da ocupación, respectando amplamente os mínimos hixiénicos pero sen mobilizar caudais de aire esaxerados.

Finalmente, recoméndase que en edificios con ventilación controlada non se deseñen ventás practicables.

03.03.06. Instalacións de iluminación artificial

As particularidades das actividades que se desenvolven nos centros ofimáticos precisan un estudo polo miúdo da iluminación nestas dependencias. En xeral, pódense diferenciar, entre outras, as seguintes:

- Salas de reunión
- Salas de delineación
- Salón de actos
- Biblioteca
- Oficinas de administración
- Despachos
- Vestíbulos, corredores e escaleiras



En liñas xerais, recoméndase a utilización de **lámpadas fluorescentes, con balastros electrónicos** deseñadas para dar a máxima calidade de iluminación no plano de traballo. Procurarase que polo menos os equipos situados a carón das ventás permitan regular a cantidade de iluminación.

Os parámetros de iluminación recomendados para as diferentes dependencias que se encontran nun centro ofimático poden consultarse no apartado A.2.3.

Para o óptimo aproveitamento das instalacións de iluminación convén empregar pinturas e cores claras para as paredes, os chans e os teitos que favorezan o aforro en iluminación.

■ Sistemas de regulación

Unha xestión óptima da iluminación é fundamental para obter uns bos resultados de eficiencia enerxética.

A continuación expóñense algunhas das estratexias de control da iluminación:

174



- I **Programación:** os niveis de iluminación e distribución pódense programar de forma automática cando se coñece a rutina das actividades diarias..
- I **Control da iluminancia:** normalmente, os sistemas deséñanse cun 30-50% de niveis de iluminancia superiores aos necesarios, polo que é importante coñecer cales son estes niveis para manter unha correcta iluminancia para cada zona.
- I **Utilización da luz natural:** realizar un correcto axuste dos niveis de iluminancia adaptados á luz natural existente supón un aforro enerxético importante. Estes equipos utilizan fotocélulas que regulan a potencia das lámpadas segundo a achega de luz natural.
- I **Optimización da potencia:** pódese conseguir un importante aforro de enerxía se se reducen os niveis de iluminación, en certos períodos de tempo, en áreas non críticas. Deste xeito, recoméndase a utilización de sistemas de control de tempo, que apagan as luces segundo un esquema horario especificado.
- I **Utilización de detectores de presenza:** en relación co anteriormente exposto, existen equipos relacionados co grao de ocupación, que utilizan detectores de presenza que acenden a luz cando detectan alguén e a apagan cando, nun tempo determinado, xa non se detecta esa presenza. Son recomendables para zonas de ocupación descontinua (corredores, zonas de almacén, aseos).

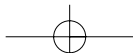
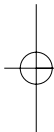
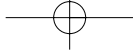
Guía para a Selección do Equipamento e o Deseño de Edificios con Criterios Enerxéticos

- ▮ **Sistemas de xestión da iluminación:** en edificios de usos múltiples resulta de interese analizar a posibilidade de incluír un sistema de xestión integral da iluminación que permita un control centralizado, co que se pode chegar a reducir o consumo enerxético un 15% adicional á implantación dos sistemas anteriores.

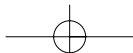
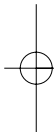
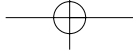
RESUMO APARTADO 3.3

- ▮ Esixir no prego de contratación a obriga de incluír no proxecto de edificación un resumo das condicións climáticas do soar: temperaturas, insolación, humidades e ventos predominantes.
- ▮ Esixir no prego de contratación a obriga de xustificar no proxecto de edificación a orientación, a distribución das dependencias e a envolvente do edificio.
- ▮ O edificio debe evitar acristalamentos excesivos.
- ▮ Os sistemas de calefacción e refrixeración deben permitir certa flexibilidade na distribución interior para adaptarse a posibles cambios.
- ▮ As oficinas non deben ser excesivamente altas, nin estar comunicadas varias plantas por ocos diáfanos, xa que isto aumenta o consumo en climatización e dificulta a regulación.
- ▮ Para a calefacción, recoméndase a utilización de caldeiras de alta eficiencia (baixa temperatura ou condensación) ou bombas de calor xeotérmicas.
- ▮ Non debe escatimarse na instalación de equipos que permitan medir, regular e controlar a temperatura do ambiente.
- ▮ Deben instalarse elementos de uso racional da auga nas billas e nos inodoros.
- ▮ A instalación de iluminación debe seccionarse e automatizarse para evitar o consumo nas dependencias baleiras.
- ▮ En xeral, recoméndase a utilización de lámpadas fluorescentes con balastos electrónicos.





Anexo



Anexo

TIPOS DE LÁMPADAS

LÁMPADAS E EQUIPOS AUXILIARES

As lámpadas que se utilicen na iluminación pública deben reunir unha serie de características que veñen determinadas polos parámetros luminosos. Entre os máis importantes cabe salientar a **eficacia luminosa** e a **vida útil** da lámpada.

A elección dun determinado tipo de lámpada dependerá da aplicación necesaria en cada caso, das características que presenten e dos factores económicos, tales como o prezo da lámpada, o seu custo de instalación, de substitución e de funcionamento. Así, por exemplo, unha eficacia luminosa elevada diminúe á vez os custos de instalación (potencia instalada) e os gastos de funcionamento (enerxía consumida) e, por outra banda, unha maior vida útil da lámpada diminúe os gastos de substitución desta.

Outras características importantes á hora de definir o tipo de lámpada para unha iluminación son a temperatura e o rendemento da cor.

A continuación, especifícanse e analízanse cada un dos principais tipos de lámpadas.

■ Tipos de lámpadas:

180



I Lámpadas incandescentes:

- Convencionais
- Halóxenas

I Lámpadas de descarga de vapor de mercurio (v.m.):

- Fluorescentes (v.m. de baixa presión)
- De alta presión (con cor corrixida)
- Luz de mestura (incandescente e v.m. de alta presión)
- Con haloxenuros metálicos

I Lámpadas de descarga de vapor de sodio:

- De baixa presión
- De alta presión

I Lámpadas de descarga por indución.

- Fluorescentes sen eléctrodos
- A baixa presión.

I Díodos emisores de luz.

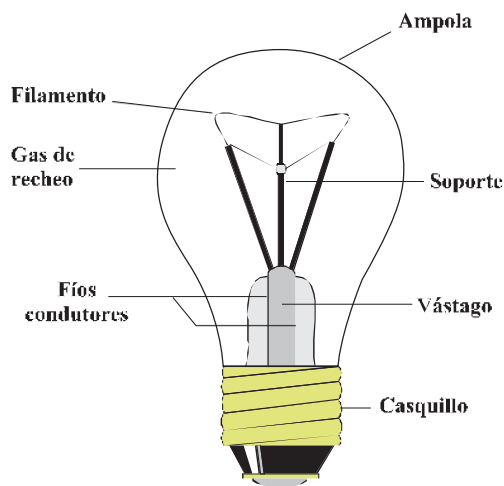
1. Lámpadas incandescentes

O seu funcionamento responde á emisión da luz como consecuencia do quentamento producido por unha corrente eléctrica que circula a través dun arame en forma de filamento. Este arame está encerrado nunha ampola, que contén gas de recheo. Existen diferentes tipos de lámpadas incandescentes en función do tipo de rosca, filamento e ampola. Este tipo de lámpadas pode conectarse directamente á rede, polo que non necesitan ningún equipo auxiliar. Normalmente só se utilizan en iluminación interior.

- **Lámpada incandescente convencional:** é a fonte de luz comercial máis antiga e de uso máis xeneralizado. O seu funcionamento baséase no quentamento eléctrico do filamento a alta temperatura, emitindo desta forma unha radiación visible. Estas lámpadas emiten arredor dun 20% da enerxía que consomen en forma de luz e o 80% restante pérdese en forma de calor.

Existen varios tipos segundo a forma da ampola: estándar, candeia, esférica, reflectoras de vidro soprado e reflectoras de vidro prensado.

LÁMPADAS INCANDESCENTES CONVENCIONAIS	
VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> Prezo baixo (1-6 €/ud). Reprodución cromática excelente (IRC – Ra: 100) Gran variedade de formas, tamaños, cores e potencias. Baixa depreciación luminosa 	<ul style="list-style-type: none"> Curta duración (vida útil: 1000-3000 horas). Baixo rendemento (8 - 20 lum/W).



- **Lámpada halóxena:** variante da lámpada de incandescencia á que se lle engade un gas cun halóxeno (iodo, cloro, bromuro) ao gas inerte da ampola. Ademais substitúese o vidro da ampola por outro de cuarzo debido á alta temperatura que acadada.

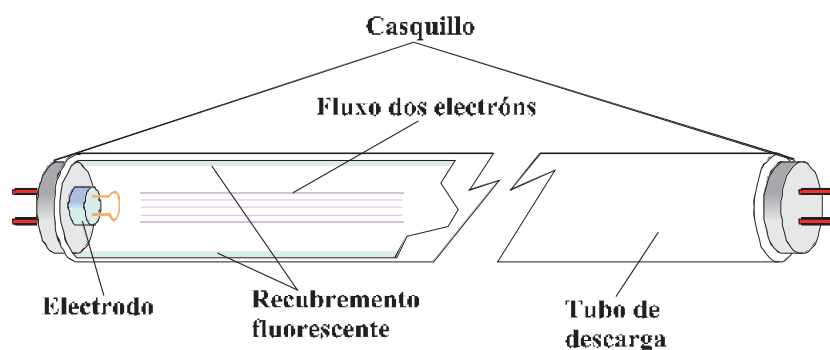
LÁMPADAS HALÓXENAS	
VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> Prezo baixo (4-25 €/ud). Luz máis branca e brillante ca as incandescentes estándar. Reprodución cromática excelente (IRC – Ra: 100) Fluxo luminoso constante. Pequeno tamaño. Modelos variados. 	<ul style="list-style-type: none"> Curta duración (2000 – 5000 horas) pero superior ás incandescentes estándar. Baixo rendemento (13 - 25 lum/W) (superior ás incandescentes estándar) Ao aumentar a temperatura do filamento diminúe a vida útil. As de baixa tensión precisan dun transformador (consumo adicional).



2. Lámpadas de descarga de vapor de mercurio

Están lámpadas constan dun tubo que contén vapor de mercurio. A luz (ultravioleta) prodúcese pola excitación do vapor de mercurio que se somete a descargas eléctricas entre dous eléctrodos. Dentro deste tipo de lámpadas inclúense as seguintes:

- **Lámpada fluorescente:** lámpada de descarga en vapor de mercurio a baixa presión, na que a luz visible se produce predominantemente mediante pos fluorescentes que recobren o interior do tubo activados pola enerxía ultravioleta da descarga no mercurio. Utilízanse case exclusivamente para a iluminación de interiores.



O rendemento de cor destas lámpadas varía de moderado a excelente segundo as substancias fluorescentes que se empregan. Igualmente, a aparencia e a temperatura de cor varían segundo as características concretas de cada lámpada.

Aparencia de cor	T cor (K)
Branco cálido	3.000
Branco	3.500
Natural	4.000
Branco frío	4.200
Luz día	6.500

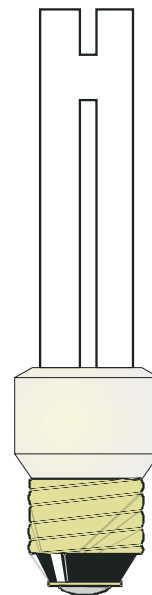
LÁMPADAS FLUORESCENTES	
VANTAGES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ■ Alto rendimento (40 – 100 lum/W). ■ Prezo medio-baixo (3-45 €/ud). ■ Reprodución cromática boa (Ra: 60 – 90) ■ Moi longa duración (vida útil: 6.000 – 79.000 horas) ■ Pequena depreciación luminosa. ■ Varios tamaños. ■ Modelos variados. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Requiren dun elemento arrancador e limitador da corrente (cebador e balastro) que presenta un consumo de arredor do 10% da potencia da lámpada. ■ A vida útil depende do tipo de balastro e do número de ciclos de prendido/apagado (cun balastro electrónico con precaldeamento a vida da lámpada é un 50% máis longa ca cun balastro electromagnético). ■ Conteñen mercurio (as avariadas deben entregarse nos puntos de venda cando se adquiren outras).

184

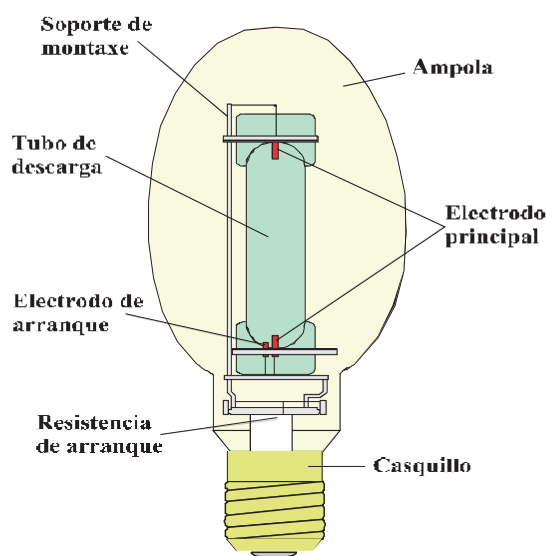


- **Lámpada fluorescente compacta (lámpadas de baixo consumo):** é unha variante dos tubos fluorescentes que foron adaptadas para substituír as lámpadas incandescentes sen necesidade de realizar ningunha obra. É un tubo fluorescente cun balastro incorporado.

LÁMPADAS FLUORESCENTES	
VANTAGES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ■ Longa duración (vida útil: 3.000 – 15.000 horas) ■ Alto rendimento (65 – 90 lum/W). ■ Baixo consumo. (Aforro enerxético de ata un 80% respecto a unha lámpada incandescente). ■ Facilitade de uso. ■ Boa reprodución cromática (> 80). 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Prezo (10 – 36 €/ud). Aínda así a amortización respecto a unha incandescente é inferior a un ano. ■ En xeral non admiten reguladores luminosos (só permiten regulación algúns modelos).



- **Lámpada de vapor de mercurio a alta presión:** a descarga prodúcese dentro dun tubo de cuarzo que contén unha pequena cantidade de mercurio e un recheo de gas inerte, xeralmente argon, para axudar ao acendido. A superficie interna da ampola que encerra o tubo está recuberta cun po fluorescente para incrementar a emisión de luz na rexión visible.



LÁMPADAS DE VAPOR DE MERCURIO A ALTA PRESIÓN

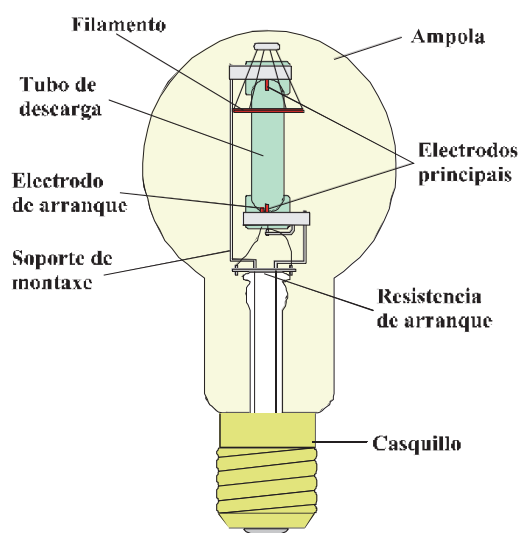
VANTAXES

- ▮ Vida útil longa (8.000 a 16.000 horas).
- ▮ Eficacia luminosa media (35 – 60 lum/W).
- ▮ Prezo medio-baixo (9-30 €/ud).

INCONVENIENTES

- ▮ Requiren dun elemento arrancador e limitador da corrente (balastro) que presenta un consumo de ata un 15% da potencia da lámpada.
- ▮ Necesitan un tempo de arrefriamento entre prendidos (unha vez apagadas non volven prender ata que arrefrían).
- ▮ Reprodución cromática media (50-60).
- ▮ Conteñen mercurio (as avariadas deben entregarse nos puntos de venda cando se adquieran outras).

- **Lámpadas de luz mestura:** coa finalidade de corrixir a luz azulada das lámpadas de vapor de mercurio, inclúese dentro do mesmo tubo de descarga un filamento incandescente de volframio. Deste xeito, convértese nunha mestura entre as lámpadas de mercurio e as incandescentes. Este tipo de lámpadas pode conectarse directamente á rede sen utilizar reactancia, xa que o filamento, ademais de fonte luminosa, actúa como resistencia estabilizadora da descarga do vapor de mercurio. Adóitanse empregar como substitución das lámpadas incandescentes.



LÁMPADAS DE LUZ MESTURA

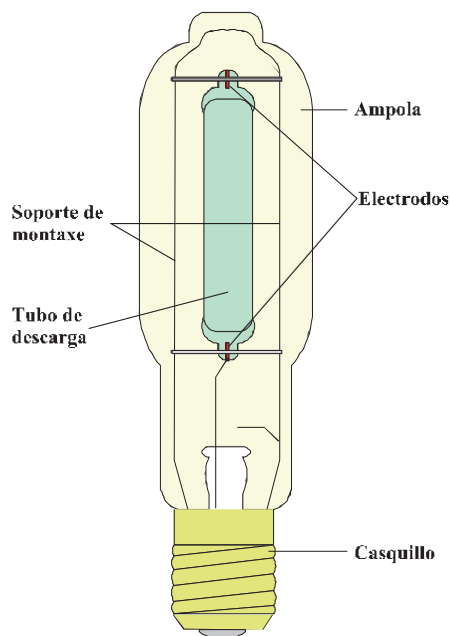
VANTAXES

- Non precisan de equipo auxiliar.
- Vida útil media (5.000 – 7.000 horas).

INCONVENIENTES

- Requiren un tempo de arrefriamento entre prendidos.
- Sensible ás sobretensións.
- Reprodución cromática media (50 - 65).
- Baixo rendemento (20 – 26 lum/W).
- Conteñen mercurio

- **Haloxenuros metálicos:** estas lámpadas son do tipo das de vapor de mercurio de alta presión, e diferéncianse delas porque conteñen adicionalmente “haloxenuros de terras raras” que son os que xeran a luz (o mercurio actúa só como regulador).



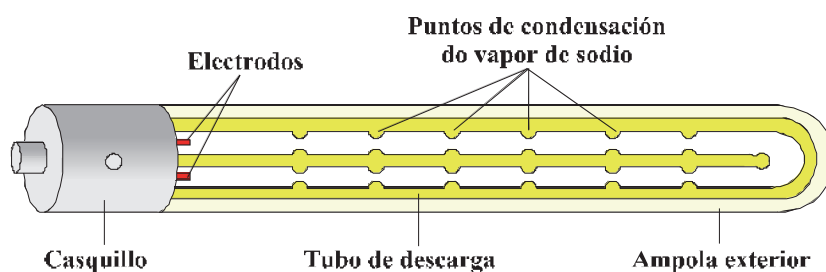
LÁMPADAS DE HALOXENUROS METÁLICOS

VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> Alta eficacia luminosa (70 – 105 lum/W). Moi boa reprodución cromática (60 – 95) Vida útil longa (10.000 – 12.000 horas). 	<ul style="list-style-type: none"> Prezo elevado (60 – 150 euros/ud). Precisan dun equipo auxiliar (incrementa o consumo ata nun 15%). En xeral a posición de funcionamento está restrinxida (só nalgúns tipos é universal). Requiren un tempo de arrefriamento entre prendidos.

3. Lámpadas de descarga de vapor de sodio

A luz visible prodúcese pola descarga no vapor de sodio. Clasifícanse en lámpadas de alta e baixa presión.

- **Vapor de sodio a baixa presión:** a luz visible prodúcese por descarga nunha atmosfera de sodio a baixa presión.



Este tipo de lámpadas presenta unha cor vermello-alaranxada cando se conectan mentres non acadan a calor suficiente para vaporizar o sodio. Cando se estabiliza o funcionamento, o fluxo luminoso é monocromático (amarelo), e esta é a causa do seu baixo rendemento de cor. Pero, a súa eficacia é a maior das lámpadas de descarga (o dobre dunha lámpada de vapor de mercurio de baixa presión fluorescentes).

A súa utilización resulta idónea cando predomina a iluminación de vixilancia cidadá e onde a reprodución cromática non é importante: iluminación de estradas a campo aberto (autovías,...), túneles, zonas rurais e, en xeral, áreas que requiran iluminación de seguridade.

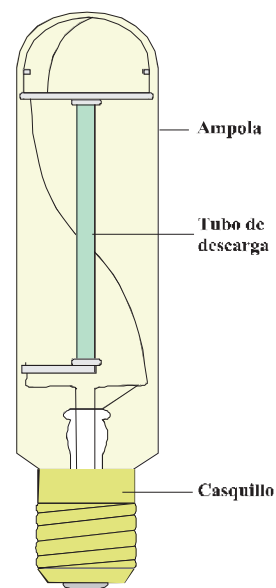
LÁMPADAS DE DESCARGA DE VAPOR DE SODIO

VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> Moí alta eficacia luminosa (a máis alta de todos os tipos de lámpadas): 100 – 200 lum/W. Vida útil longa: 12.000 horas. Curto tempo de prendido tras un apagado: <1 minuto. Permiten a visión incluso en condicións de néboa. 	<ul style="list-style-type: none"> Prezo moderado (30 – 100 euros/ud). Elevado consumo do equipo auxiliar (incrementa o consumo ata nun 50%). A posición de funcionamento está restrinxida. Nula reprodución cromática (IRC=0) Gran tamaño.

- **Vapor de sodio de alta presión:** a luz prodúcese por descarga nunha atmosfera de vapor de sodio a alta presión. Este tipo de lámpadas teñen unha eficacia luminosa elevada, pero o seu rendemento de cor é baixo (IRC: 25 – 65). A sensación de cor da lámpada de sodio de alta presión é amarela.

Existe unha variedade destas lámpadas denominada “*sodio branco*” que proporciona unha aparencia de cor branca cálida e un índice de reprodución cromática arredor de 80, co que se consegue mellorar as características cromáticas das lámpadas de sodio de alta presión, aínda que cunha eficacia enerxética menor.

A utilización principal deste tipo de lámpadas é en instalacións cun tráfico de vehículos elevado, iluminación de zonas velas e rúas non comerciais, iluminación exterior de edificios e iluminación interior de instalacións deportivas.



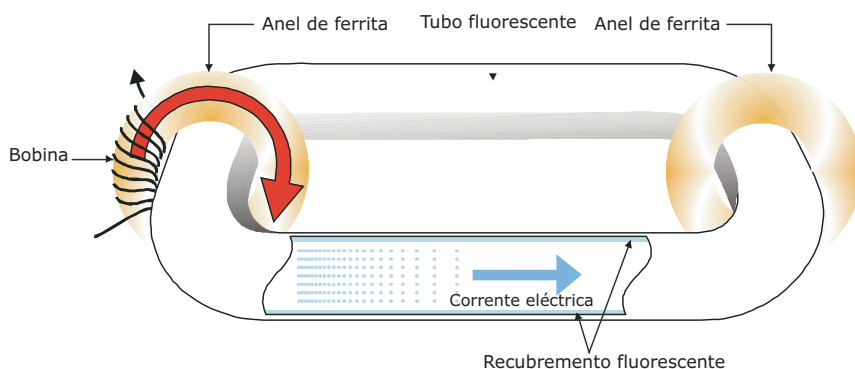
LÁMPADAS DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN	
VANTAJES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> Alta eficacia luminosa (70-150 lum/W) Vida útil moi longa (10.000 – 24.000 horas). Reproducción cromática media (IRC de 25 a 65). Admite calquera posición de funcionamento. 	<ul style="list-style-type: none"> Precisan dun equipo auxiliar (incrementa o consumo ata nun 15%). Requiren un tempo de arrefriamento entre prendidos (1-15 minutos).

4. Lámpadas de descarga por indución

O funcionamento das lámpadas de indución baséase nos sistemas de descarga de gas a baixa presión, pero introduce un procedemento totalmente diferente dado que non se empregan eléctrodos para producir a descarga coma nos casos das lámpadas anteriores, e isto permite aumentar a vida útil da lámpada mantendo unha eficacia luminosa moi alta. Dentro deste grupo de lámpadas existen dous tipos diferentes:

- Lámpadas fluorescentes de alta potencia sen eléctrodos.
 - Lámpadas de descarga de gas a baixa presión por indución.
- **Lámpadas fluorescentes de alta potencia sen eléctrodos:** este tipo de lámpada está composto por un tubo fluorescente pechado en forma de anel no que se produce a descarga a partir dun campo magnético externo. Este campo magnético prodúcese en dous aneis de ferrita, e ademais, para o correcto funcionamento da lámpada será necesaria a existencia dun equipo de control electrónico externo.

190

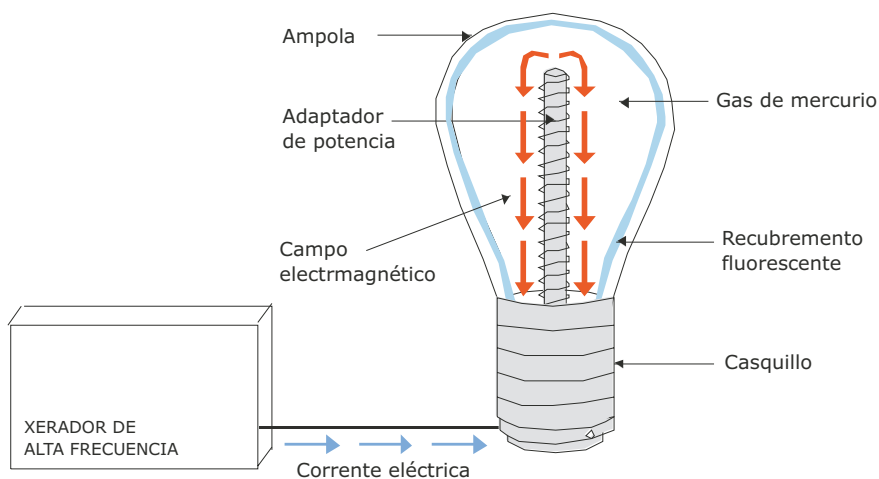


As principais calidades deste sistema son unha vida útil extremadamente longa ademais dunha boa eficacia luminosa. Do mesmo xeito, este tipo de lámpadas permite gozar dunha luz confortable e sen oscilacións dun xeito instantáneo. Debido á súa longa duración estas lámpadas son axeitadas para zonas de difícil acceso e onde se precise de iluminación durante longos períodos de funcionamento.

LÁMPADAS FLUORESCENTES DE ALTA POTENCIA SEN ELÉCTRODOS	
VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ▮ Elevada eficacia luminosa (80 lum/W). ▮ Vida útil moi elevada (60.000 horas). ▮ Reprodución cromática boa (IRC de 80 a 89). ▮ Luz comfortable sen oscilacións. ▮ Prendido inmediato sen pestanexo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ Precisan dun equipo de control electrónico (reduce a eficacia global a 75 lum/W) ▮ Custo moi elevado ▮ Custo total sen luminaria: 515 euros (a lámpada custa 315 euros e o balastro 200 euros).

- ▮ **Lámpadas de descarga de gas a baixa presión por indución:** a lámpada está composta por un recipiente onde se atopa o gas a baixa presión e un adaptador de potencia que crea un campo electromagnético que produce a descarga de gas.

Así mesmo o sistema consta dun xerador de alta frecuencia que se encarga de iniciar e manter a descarga.



Estes tipos de lámpadas están especialmente recomendadas para reducir os custos de mantemento en zonas onde se precise de iluminación durante longos períodos de funcionamento e resulte difícil a súa substitución (túneles, zonas de difícil acceso, etc.).

LÁMPADAS DE DESCARGA A BAIXA PRESIÓN POR INDUCCIÓN	
VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ▮ Elevada eficacia luminosa (65-75 lum/W). ▮ Vida útil moi elevada (60.000 horas). ▮ Reprodución cromática boa (IRC de 80 a 89). ▮ Luz comfortable sen oscilacións e prendido inmediato. ▮ Posición de funcionamento universal. ▮ Sistema adecuado para luminarias a proba de explosións 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ Necesitan de dous elementos auxiliares: xerador de alta frecuencia e antena. ▮ Custo moi elevado (Custe total sen luminaria: 460 euros)

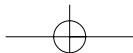
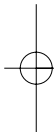
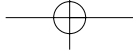


5. Díodos emisores de luz (LED)

Un LED, acrónimo inglés de *Light-Emitting Diode* (diodo emisor de luz) é un dispositivo semiconductor que emite luz policromática, é dicir, con diferentes lonxitudes de onda, cando se polariza en directa e é atravesado pola corrente eléctrica. A cor depende do material semiconductor empregado na construción do diodo, pode variar desde o ultravioleta, pasando polo espectro de luz visible, ata o infravermello.

O uso de lámpadas LED no ámbito da iluminación é previsible que se incremente no futuro, xa que ten unhas prestacións superiores ás lámpadas incandescentes (longa vida útil, menor fragilidade e menor disipación de enerxía, ademais dun maior rendemento luminoso para producir luz de cor).

LÁMPADAS FLUORESCENTES DE ALTA POTENCIA SEN ELÉCTRODOS	
VANTAXES	INCONVENIENTES
<ul style="list-style-type: none"> ▮ Eficacia luminosa superior ás incandescentes para xerar cores. ▮ Vida útil moi elevada (ata 100.000 horas). ▮ Reprodución cromática boa (IRC de 75 a 80). ▮ Luz comfortable sen oscilacións. ▮ Prendido inmediato sen pestanexo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▮ Baixa eficacia luminosa (10-20 lum/W) ▮ Custo moi elevado (20-40 euros/W) ▮ Requiren dun equipo auxiliar (fonte de alimentación)



Glosario de términos técnicos

Glosario de termos técnicos

Glosario de termos técnicos da envolvente:

- **Capacidade térmica.** Defínese como a capacidade que teñen os diferentes materiais de almacenar calor.

Exprésase en valores específicos, tanto por unidade de masa coma por unidade de volume: KJ/m^3 $^{\circ}\text{C}$ ou $\text{KJ/kg } ^{\circ}\text{C}$.

As capacidades de diferentes materiais comúns son as que se presentan na táboa seguinte:

Material	KJ/m^3	$\text{KJ/kg } ^{\circ}\text{C}$
Auga	4160	4,19
Aceiro	3960	1,89
Pedra	2415	0,88
Formigón	2080	0,88
Ladrillo	1680	0,84
Madeira	940	0,84
La de rocha	27	0,50

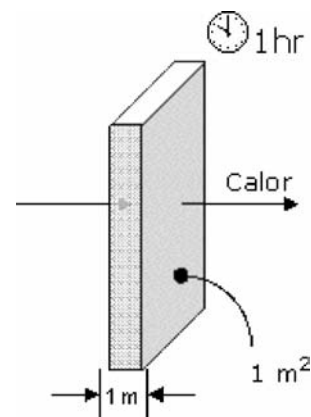
196

- **Condensación.** Proceso físico que consiste no paso dunha substancia de forma gasosa a forma líquida.

As condensacións nos cerramentos prodúcense cando o aire quente interior que flúe a través dos cerramentos chega ás capas exteriores máis frías.

Tipos de condensacións:

- Superficiais: orixínanse nos paramentos interiores do edificio.
- Intersticiais: prodúcense nas distintas capas ou follas que compoñen o cerramento.



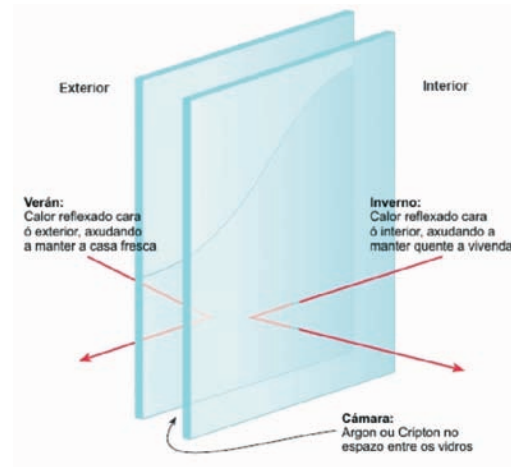
Glosario de termos técnicos

- **Conductividade térmica (I).** Cantidad de calor que atravesa unha superficie de 1 m^2 dun corpo de caras planas e paralelas, separadas entre si 1 m , entre as que hai unha diferenza de temperaturas de $1 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 1 h .

- **Fiestras. Elementos**

Dúas xambas ou pezas verticais que o enmarcan lateralmente; un verteaugas que o remata horizontalmente e un lintel que o limita pola parte superior.

O peche está composto por un marco ou bastidor (executado en madeira ou metálico) ao que se fixan mediante ferraxes as follas acristaladas.



Fiestras. Tipoloxías

I Practicables

- Corredizas. As follas esvaran sobre guías horizontais.
- De guillotina. As follas esvaran sobre guías verticais.
- Basculantes. Xiran arredor dun eixo horizontal. Poden ser:
 - Proxectables. Cara ao exterior.
 - Abatibles. Cara ao interior.
- Batente. Xira arredor dun eixo vertical.
- Oscilobatentes. Cando as ferraxes permiten alternativamente o movemento basculante sobre o eixe inferior ou o batente.

I Non practicables/fixas

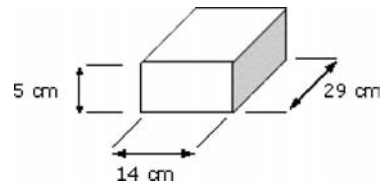
- **Fluxo de aire.** O fluxo de aire a través dos cerramentos pode producirse de tres xeitos principais:
 - A través das fendas, en forma lineal, que ten lugar por fallos no selado das unións entre os elementos.
 - Por difusión, debido á permeabilidade que os materiais teñen ao aire.
 - Fluxo "en canle". É probablemente o máis común. O punto de entrada do aire e a súa saída están distantes entre si, de xeito que ten tempo suficiente para arrefriar e condensar o vapor de auga.

Glosario de termos técnicos

Para evitar isto incorpóranse elementos como barreiras, para impedir o fluxo e a difusión de aire e vapor.

■ **Illamento. Exemplo da influencia**

Muro de ladrillo cerámico oco. As súas dimensións típicas son as que se amosan na figura da dereita.



Vexamos as diferentes transmitancias do muro dependendo do tipo de execución.

Muro de ladrillo sinxelo

Conductividade térmica do ladrillo: $0,49 \frac{W}{m \cdot ^\circ K}$

$$U = \frac{1}{R_T}; \quad R_T = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,14}{0,49} = 0,285 \frac{m^2 \cdot ^\circ K}{W}; \quad U = 3,5 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K}$$

Muro dobre de ladrillo con cámara de aire

Resistencia térmica da cámara de aire: $0,18 \frac{m^2 \cdot ^\circ K}{W}$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{lad} + R_{aire} + R_{lad}}; \quad R_T = \frac{0,14}{0,49} + 0,18 + \frac{0,14}{0,49} = 0,75 \frac{m^2 \cdot ^\circ K}{W}; \quad U = 1,33 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K}$$

Muro dobre de ladrillo con illamento

Resistencia térmica do illamento (polistireno expandido): $0,046 \frac{m^2 \cdot ^\circ K}{W}$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{lad} + R_{illam} + R_{lad}}; \quad R_T = \frac{0,14}{0,49} + \frac{0,05}{0,046} + \frac{0,14}{0,49} = 1,657 \frac{m^2 \cdot ^\circ K}{W}; \quad U = 0,6 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ K}$$

- **Ponte térmica.** Baixo esta denominación désignase calquera discontinuidade na capacidade de illamento térmico. É dicir, unha maior facilidade para a transmisión de calor nas zonas onde a discontinuidade se manifesta.

Glosario de termos técnicos

■ **Portas. Tipos**

A un nivel moi básico poderemos distinguir entre portas de paso interiores, que proporcionan acceso entre as diferentes estancias dunha mesma vivenda ou local, e portas de paso exteriores, que proporcionan acceso á vivenda desde o exterior ou zonas de uso común (portas balcaneiras ou portas de rúa).

En canto ao tipo de carpintaría, poden ser de madeira ou metálicas, e ademais poden levar diferentes tipos de acristalamento.

Cando as portas acristaladas son exteriores (coma no caso das portas balcaneiras) é obrigado o cumprimento dos mesmos requirimentos ca no caso das fiestras: rotura de ponte térmica e dobre ou triplo cristal con cámara/s de aire.

En canto á súa practicabilidade, as portas pódense clasificar en:

- Portas abatibles: son as que levan un peche tradicional con pomo ou manubrio; son as máis utilizadas.
- Corredía: esvaran sobre guías horizontais.
- Portas de vaivén: moi prácticas, pero polas súas características, non son adecuadas para delimitar estancias acondicionadas.

■ **Radiación solar.** A radiación é a transferencia de enerxía por ondas electromagnéticas.

Prodúcese directamente desde a fonte cara a fóra en todas as direccións.

As ondas electromagnéticas non necesitan un medio material para propagarse. Deste xeito, estas ondas poden atravesar o espazo e chegar á Terra desde o Sol.

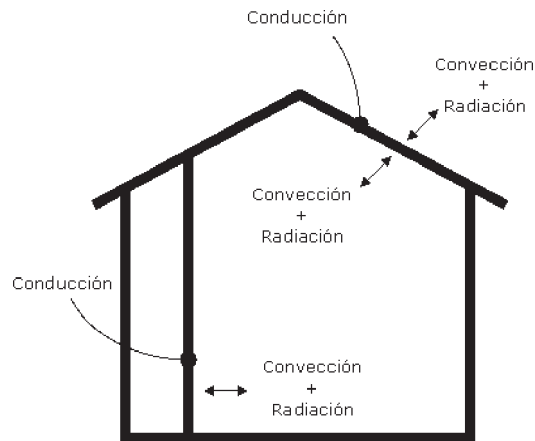
Composición: luz visible 43%, infravermello próximo 49%, ultravioleta 7%, e o 1% restante noutros rangos.

■ **Resistencia térmica.** É unha medida da oposición que un material presenta ao paso dun fluxo de enerxía calórica ou térmica.

Expresión:
$$R_T \left(\frac{m^2 \text{ } ^\circ C}{W} \right) = \frac{E \text{ (m)}}{\lambda \left(\frac{W}{m \text{ } ^\circ C} \right)}$$

Glosario de termos técnicos

- **Transmisión de calor.** A transmisión de calor nunha edificación ten lugar do xeito que se amosa no esquema seguinte:



200

A través dos cerramentos a transmisión de calor prodúcese por conduxión, mentres que no ambiente interior así como entre os cerramentos e o medio exterior o intercambio prodúcese por unha acción combinada dos mecanismos de convección e radiación.

- **Transmisión de calor por conduxión.** A conduxión é o transporte de calor a través dunha substancia e ten lugar cando se poñen en contacto dous obxectos a diferentes temperaturas. A calor flúe desde o obxecto que está a maior temperatura ata o que a ten menor. A conduxión continúa ata que os dous obxectos acadan a mesma temperatura (equilibrio térmico). A resistencia (illamento) ao paso de calor depende das características inherentes dos materiais, como son a condutividade térmica (λ) e o espesor (E).

- **Transmisión de calor por convección.** É unha forma de transferencia de calor caracterizada porque a calor flúe a través dun medio no que as partículas presentan un movemento relativo.

Hai dous tipos de convección:

- **Natural.** É debida ao gradiente térmico. Pola diferenza de densidade ou de peso específico que aparece debido ás diferentes temperaturas, o que fai que o fluído máis frío descenda e o máis quente ascenda.
- **Forzada.** Prodúcese cando se empregan medios mecánicos para provocar ou incrementar o movemento do fluído.

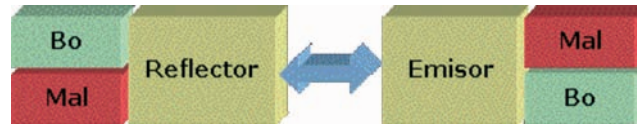
Glosario de termos técnicos

- **Transmisión de calor por radiación.** Xeito de transferencia de calor no que inciden as características dos materiais, aínda que non precisa de contacto entre a fonte de calor e o receptor.

Os corpos opacos emiten radiación. E esta capacidade de emisión está relacionada co xeito en que un corpo absorbe ou reflicte a radiación que lle chega.

Un material que é un bo reflector de radiación é un mal absorbente, e viceversa, un mal reflector, será un bo absorbente.

Por outra parte, un bo absorbente de radiación é un bo emisor, e viceversa, un mal absorbente, será un mal emisor. Combinando as dúas expresións anteriores podemos concluír que un bo reflector será un mal emisor e do mesmo xeito, un mal reflector será un bo emisor.



Na seguinte táboa preséntanse as capacidades para reflectir a radiación solar de diferentes materiais ordenadas de maior a menor:

Aluminio (puído)	95%
Cal fresco	88%
Pintura branca	80%
Aceiro galvanizado	75%
Lousa, grava, formigón	40%
Fibrocemento	10%
Tella	7%

201



■ Transmítancia térmica (U)

– **Definición:** inverso da resistencia térmica. **Unidades:** $\frac{Kcal}{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C}$, $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

– **U alto:** metais (moi alto); materiais pétreos (moderadamente).

– **U baixo:** madeira; o aire, aínda que non é propiamente un material, ten unha condutividade moi baixa, sempre e cando non estea en movemento.

Glosario de termos técnicos

■ Vidros. Tipos

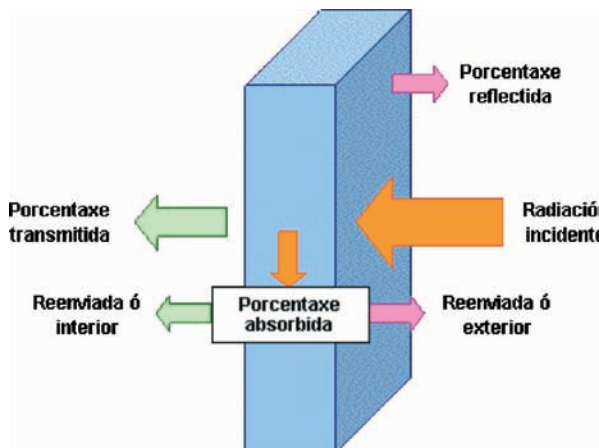
- Vidro de alta reflectancia. Teñen un tratamento que lle proporciona á superficie exterior unha aparencia de espello, con reflectancias de ata o 45%. Reflicte tanto a radiación visible coma a térmica.
- Vidro de baixa reflectancia. Con tratamentos superficiais específicos pódese reducir a reflexión típica do vidro a menos do 1%. Indicados en aplicacións onde as condicións visuais sexan primordiais.
- Vidro de baixa emitancia. A deposición de láminas de prata proporciona as características de baixa emisividade dada a súa alta reflectividade en infravermello afastado mentres que capas de óxidos metálicos transparentes actúan como capas de antirreflexión no visible, conseguindo unha alta transparencia.
- Vidros de alta absorción. Mediante a incorporación de óxidos metálicos pódese aumentar a absorción de luz e calor. A enerxía absorbida quenta a folla de vidro, e nunha proporción importante é dissipado cara ao interior, polo que non resultan adecuados en climas cálidos.
- Vidros de moi baixa absorción. Para necesidades importantes de transparencia, incluso con grandes espesores.

202



■ Vidros. Resposta á radiación solar

Os vidros simples transparentes permiten o paso dunha porcentaxe importante da radiación visible (arredor do 89%). Outra parte, que supón arredor do 8%, e a parte restante absórbese, nunha proporción que depende do seu espesor, e que no caso dos vidros de 6 mm está nun 3%.



Glosario de termos técnicos

Glosario de termos técnicos de climatización:

Termo	Unidade	Descrición/Definición										
Caldeira		Conxunto destinado a lle transmitir á auga a calor liberada pola combustión dun combustible sólido, líquido ou gasoso; consta do corpo da caldeira e do queimador.										
Caldeira		Caldeira que ten a temperatura de funcionamento limitada polo seu deseño. Non admite temperaturas de retorno da auga inferiores a 60 °C.										
Caldeira de baixa temperatura		Caldeira que pode funcionar continuamente cunha temperatura da auga de alimentación de 35 a 40 °C e que en determinadas circunstancias pode producir condensación sen danar a caldeira.										
Caldeira de condensación		Caldeira deseñada para poder condensar de forma permanente unha parte importante do vapor de auga que conteñen os gases de combustión. A condensación permite recuperar a calor latente do vapor de auga contido nos gases de combustión e permite así obter rendementos que poden alcanzar o 110 % sobre o poder calorífico inferior (PCI).										
Carga parcial	%	Relación (expresada en porcentaxe) entre a potencia útil dunha caldeira que funcione a unha potencia inferior á potencia útil nominal, e a propia potencia útil nominal.										
PCI: poder calorífico inferior		Cantidade de calor que se desprende da combustión completa de 1 kg de combustible sólido ou líquido, ou de 1 m ³ de combustible gasoso, a unha presión constante de 1.01325 bar e unha temperatura de 25 °C, e supoñendo evaporada a tal temperatura a auga derivada da humidade do combustible e da combustión en si. Na seguinte táboa móstranse os correspondentes a algúns combustibles:										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de combustible</th> <th>Gas propano</th> <th>Gas butano</th> <th>Gas natural</th> <th>Gasóleo C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PCI aproximado (Kcal/kg)</td> <td>11,100</td> <td>11,000</td> <td>8,950</td> <td>9,700</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de combustible	Gas propano	Gas butano	Gas natural	Gasóleo C	PCI aproximado (Kcal/kg)	11,100	11,000	8,950	9,700
Tipo de combustible	Gas propano	Gas butano	Gas natural	Gasóleo C								
PCI aproximado (Kcal/kg)	11,100	11,000	8,950	9,700								
Potencia térmica nominal		Potencia calorífica máxima producida pola caldeira cando queima o combustible. Esta potencia nominal vén determinada polo produto do consumo (cantidade de combustible por unidade de tempo) polo poder calorífico inferior a presión constante -PCI- dese combustible.										

Glosario de termos técnicos

Termo	Unidade	Descrición/Definición
Potencia térmica útil		Máxima cantidade de enerxía por unidade de tempo que o equipo xerador lle cede ao fluído caloportador nun sistema de climatización. A diferenza coa potencia térmica nominal vén dada polo rendemento do equipo xerador.
Rendemento útil dunha caldeira	%	Relación (expresada en porcentaxe) entre o fluxo calórico transmitido á auga da caldeira, e o produto do poder calorífico inferior a presión constante do combustible (PCI) polo consumo expresado en cantidade de combustible por unidade de tempo, ou o que é o mesmo, o cociente entre a potencia útil e a potencia nominal.



Glosario de termos técnicos

Glosario de termos técnicos de iluminación:

Termo	Unidade	Descrición/Definición
Célula fotoeléctrica	-	Aparello que aproveita o efecto fotoeléctrico convertendo os impulsos luminosos nunha corrente eléctrica, coa que se pode controlar o acendido e o apagado dunha iluminación pública.
Reloxo astronómico	-	Aparello deseñado para o acendido e o apagado da iluminación pública, coincidindo exactamente coas saídas e coas postas do sol do lugar no que se sitúan. A función de control astronómico baséase na determinación das horas de saída e posta de sol do lugar, para calquera día do ano, utilizando como dato de situación a súa lonxitude e máis a latitude.
Factor medio de horas de luz	-	Porcentaxe media do tempo que se dispón de luz natural.
Balastro		Equipo usado con lámpadas de descarga para estabilizar a descarga. O balastro permítelle á lámpada arrancar e funcionar de forma que proporcione a correcta cantidade de luz, maximizando a vida útil da lámpada.
Cebador		Dispositivo utilizado con lámpadas fluorescentes para proporcionar o prequentamento necesario dos eléctrodos e que en combinación co balastro electromagnético provoca unha tensión momentánea na lámpada.
Índice de interpretación da cor (Ra, IRC)	-	Termo utilizado para cualificar unha fonte de luz (desde 0 a 100).
Temperatura de cor dunha fonte	K	Aparencia da cor. Canto máis alta sexa, máis cálida será a fonte de luz.
Confort visual		Característica que manifesta a ausencia de perturbacións procedentes do contorno visual.
Contraste		Sensación subxectiva da diferenza en aparencia de dúas partes dun campo visual. Usualmente cuantifícase como: $(L2-L1) / L1$. L1: Luminancia dominante de fondo, L2: Luminancia do obxecto.
Mecanismo de control	-	Mecanismo requirido para o funcionamento da lámpada: balastro, dispositivo de arranque, de operación de descarga, transformadores, etc.

Glosario de termos técnicos

Termo	Unidade	Descrición/Definición
Lámpadas fluorescentes compactas	-	Lámpadas fluorescentes cun dispositivo de descarga de pequeno diámetro (10-16 mm) que forma unha lámpada moi compacta (similar a unha lámpada normal).
Factor de pico	-	Relación entre o valor de pico dun sinal e o valor efectivo.
Temperatura de cor correlacionada	K	Temperatura dun radiador total que emite esta radiación cunha cromaticidade próxima á fonte de luz coa que se compara.
Regulador	-	Dispositivo para a regulación continua da potencia de entrada que permite iluminar segundo a intensidade de luz natural existente.
Lámpada de Descarga	-	A través dun gas, un metal vapor ou unha mestura de gases e vapores.
Eficacia	lm/W	Termo usado para cuantificar como transforma unha lámpada a electricidade en luz.
Eficiencia dunha luminaria	-	% de luz dunha lámpada que é emitido por unha luminaria.
Lámpadas fluorescentes	-	Unha lámpada de alta intensidade na que a luz é producida por unha descarga eléctrica a través de vapor de mercurio traballando a baixa presión. Estas lámpadas teñen unha alta eficiencia lumínica e unha alta vida útil.
Factor de mantemento		Cociente entre a iluminación provista por unha instalación nun momento dado e cando foi instalada.
Xeometría dun sistema de iluminación	-	A xeometría é dada pola distancia entre os polos, a proxección, o ángulo de inclinación e altura de montaxe.
Alta intensidade de descarga (HID)	-	Termo que define as lámpadas dos seguintes tipos: haloxenuros metálicos, sodio de alta presión e vapor de mercurio.
Lámpadas de sodio de alta presión (HST, HSE ou SON)	-	Unha lámpada de alta intensidade na que a luz é producida por unha descarga eléctrica a través de vapor de sodio a alta presión. Estas lámpadas teñen unha excelente eficiencia e vida útil.
Luminancia ou nivel de iluminación	lux	Fluxo de luz por unidade de superficie.
Iluminación xeral		Iluminación deseñada para iluminar todo coa mesma luminancia aproximadamente.
Iluminación local		Iluminación local. Iluminación deseñada para iluminar unha tarefa especial, adicional e controlada separadamente da iluminación xeral.
Iluminación	-	Proceso de iluminar un obxecto ou unha superficie

Glosario de termos técnicos

Termo	Unidade	Descrición/Definición
Lámpada de Incandescencia	-	Lámpada na que o filamento é quentado pola corrente eléctrica para producir a luz. Estas lámpadas teñen unha baixa eficiencia.
Lámpada de Indución	-	Lámpada fluorescente na que a descarga é inducida por un fluxo de enerxía de alta frecuencia.
Lámpadas de baixa presión de sodio (LST ou SOX)	-	Unha lámpada de alta intensidade de descarga na que a luz é producida por unha descarga eléctrica a través de vapor de sodio a baixa presión.
Luminaria	-	Dispositivo que controla a distribución do fluxo dunha lámpada e inclúe todos os compoñentes necesarios para acender, protexer a lámpada e para conectalas á rede eléctrica.
Eficacia luminosa	lm/W	Relación entre o fluxo luminoso emitido por unha lámpada e o consumo eléctrico da lámpada.
Fluxo luminoso	lm	A luz emitida por unha fonte ou recibida por unha superficie.
Intensidade luminosa	cd	A potencia dunha fonte que emite luz nunha dirección dada.
Lámpadas de metal vapor	-	Unha lámpada de alta intensidade de descarga na que a luz é producida por unha descarga eléctrica a través de vapor de halóxenos metálicos.
Altura de montaxe	m	Distancia entre a luminaria e o chan ou outra superficie.
Plano de traballo		Plano de traballo: plano horizontal sobre o cal se calculará a iluminación media. Usualmente para oficinas e edificios similares sitúase a 0.85 metros do chan.
Iluminación de exterior	-	Iluminación situada ao aire libre (estradas, áreas urbanas, autoestradas, pontes, zonas residenciais, estación de autobuses, aparcadoiros, etc...)
Foto-sensores	-	Dispositivo eléctrico que mide a cantidade de horas de luz natural, e axusta o nivel de iluminación necesario.
Factor de potencia	-	Medida de como converte eficientemente o balastro a electricidade subministrada en potencia utilizable.
Potencia radiante	W	Nas lámpadas eléctricas, o produto que se obtén ao converter a potencia eléctrica.
Reflectancia	-	Relación entre o fluxo luminoso reflectido desde unha superficie e o fluxo total incidente.
Iniciador	-	Equipo de control que produce a ignición das lámpadas mediante picos de tensión.

Glosario de termos técnicos

Termo	Unidade	Descrición/Definición
<i>Transmitancia</i>	-	Relación entre o fluxo transmitido por un material e o fluxo incidente
Uniformidade global de luminancias	-	Relación entre a iluminancia mínima e a media. Fai referencia á visibilidade da superficie da calzada que serve de fondo para as marcas viarias, para os obstáculos e para outros usuarios das vías de tráfico rodado.
Uniformidade lonxitudinal de luminancias	-	A uniformidade da iluminación horizontal pode ser cuantificada entre a mínima iluminancia e a máxima. Reflicte a repetición de bandas transversais na calzada, alternativamente brillantes e escuras. Ten que ver coas condicións visuais cando se conduce ao longo da calzada e coa comodidade visual do condutor.



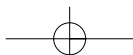
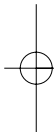
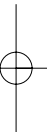
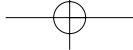
BIBLIOGRAFÍA

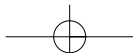
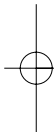
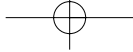
Publicacións:

- | Catálogo técnico de Roca.
- | Catálogo técnico de Sedical.
- | Catálogo técnico de Viessmann.
- | Curso de vapor de Spirax-Sarco 2004.
- | Estudo de optimización enerxética no sector hoteleiro en Galicia. Inega, xuño 2004.
- | Estudo sectorial da coxeración en Galicia. Inega, outubro 2004.
- | Guía práctica da enerxía no fogar. Inega.
- | *Guía práctica de la energía. Consumo eficiente y responsable.* IDAE, 2004.
- | Luminotecnia. Indalux, 2002.
- | *Manual de conducción eficiente para conductores del Parque Móvil del Estado.* IDAE, 2002.
- | Manual de illamento na edificación. ISOVER.
- | *Tarifa prezos climatización e enerxía.* Frigicoll, maio 2006.

Páxinas web:

- | | |
|---|---|
| http://www.americansignalcorp.com | http://www.iea.org |
| http://www.apein-lumtec.com | http://www.intertraffic.com |
| http://www.carrier.es | http://www.lighting.philips.com |
| http://www.elt.es | http://www.metrolight.es |
| http://www.eu-enlight.org | http://www.novatron.com.br |
| http://www.eu-greenlight.org | http://www.orbis.es |
| http://greenbuildings.santa-monica.org | http://www.osram.es |
| http://www.idae.es | http://www.syndicat-eclairage.com |
| | http://www.thermosolar.it |
| | http://www.wbdg.org |







Rúa Ourense, 6 – A Rosaleda
CP 15701
Santiago de Compostela (A Coruña)
Tel. 981 541 500
Fax. 981 541 525
Páxina web <http://www.inega.es>