

# Instalaciones de iluminación en edificios en el marco del Código Técnico de la Edificación





**INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN EN EDIFICIOS**  
en el marco del Código Técnico de la Edificación



## **Edita**

### **Equipo de Redacción:**

**Instituto de la Construcción de Castilla y León – [www.iccl.es](http://www.iccl.es)**

José M.<sup>a</sup> Enseñat Beso

Cristina Martínez Busto

Javier Ahedo Valdivielso

Miguel Ángel Romero Ramos

Luis Serra María-Tomé

Felipe Romero Salvachúa

Miguel Sanz González

Begoña Odriozola González

Sergio Melchor González

### **Diseño y Maquetación:**

BI Comunicación

© **2007 EnerAgen** Asociación de Agencias Españolas de Gestión de la Energía

Depósito Legal:

Prohibida la reproducción parcial o total sin autorización parcial o total sin la debida autorización de la Propiedad, en cualquier tipo de soporte.



<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN EN EDIFICIOS</b>	<b>9</b>
3.1	CONCEPTOS CLAVES	9
3.2	TIPOS DE LÁMPARAS PARA ILUMINACIÓN	15
3.2.1	PARÁMETROS RECOMENDADOS PARA LA SELECCIÓN DE LÁMPARAS	18
3.2.2	EQUIPOS AUXILIARES DE LAS LÁMPARAS	19
3.2.3	COMPARATIVA DE LOS PARÁMETROS RECOMENDADOS SEGÚN EL TIPO DE LÁMPARAS	21
3.2.4	VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS DIVERSOS TIPOS DE LÁMPARAS	22
3.2.5	SELECCIÓN DE LÁMPARAS EN FUNCIÓN DE LOS LOCALES	23
<b>4</b>	<b>CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO</b>	<b>25</b>
4.1	DOCUMENTACIÓN JUSTIFICATIVA DEL PROYECTO	25
4.2	CARACTERIZACIÓN DE LAS EXIGENCIAS	26
4.3	SISTEMAS DE CONTROL Y DE REGULACIÓN	28
4.3.1	EQUIPOS DE CONTROL	28
4.3.2	SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LUZ NATURAL	30
4.4	CERTIFICACIONES DE LÁMPARAS Y EQUIPOS	32
4.5	MÉTODOS DE CÁLCULO	33
4.6	MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN	34
<b>5</b>	<b>NORMATIVA</b>	<b>37</b>





# 1. INTRODUCCIÓN

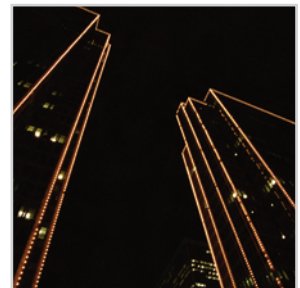
La asociación de **Agencias Españolas de Gestión de la Energía, EnerAgen**, es una asociación sin ánimo de lucro, cuyos fines son promover, fortalecer y asegurar el papel de las agencias de energía a cualquier nivel, de manera especial en la Unión Europea, respetando el ámbito competencial de cada una de las Agencias, consiguiendo así una promoción del uso racional de la energía, la eficiencia energética y las energías renovables para la mejora del medio ambiente y contribuir al desarrollo sostenible.

La **Agencia Energética Municipal de Pamplona (AEMPA)** ha liderado un Grupo de Trabajo formado por la **Agencia Andaluza de la Energía**, la **Fundación Asturiana de la Energía (FAEN)** y el **Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN)**, para la elaboración de una serie de publicaciones relacionadas con la nueva normativa de edificios.

La presente publicación forma parte de una serie constituida por **cuatro publicaciones**, de las cuales tres están dirigidas a profesionales, y una a los ciudadanos. El objetivo de la **publicación dirigida a los ciudadanos** es brindar información básica para la compra, uso y mantenimiento energético de los Edificios, así como ofrecer a aquellos ciudadanos que quieran introducir modificaciones en su vivienda, las pautas necesarias para la mejora energética del hogar.

Las **publicaciones dirigidas a profesionales** tienen por objeto el informar de las características que deben tener los edificios de nueva construcción y rehabilitaciones en materia de energía, de tecnología, pautas y ejemplos prácticos que faciliten la aplicación del Código Técnico de la Edificación. Estas publicaciones están formadas por tres documentos: Energía solar térmica y fotovoltaica en el marco del Código Técnico de la Edificación; Instalaciones de iluminación en edificios en el marco del Código Técnico de la Edificación; Rendimiento de las instalaciones térmicas y demanda energética de los edificios.

El CTE se ha desarrollado en 4 documentos básicos, de los cuales cada uno tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de ahorro de energía. Este documento se denomina Documento Básico HE Ahorro de Energía. A su vez el DB-HE se desarrolla mediante 5 exigencias básicas, HE1 Limitación de la demanda energética,





HE2 Rendimiento de las instalaciones térmicas, HE3 Rendimiento energético de las instalaciones de iluminación, HE4 Contribución Solar mínima de Agua Caliente Sanitaria y HE5 Contribución Fotovoltaica Mínima de Energía Eléctrica.

La publicación **Instalaciones de iluminación en edificios en el marco del Código Técnico de la Edificación**, está estructurada en cinco capítulos, en los que se explica la sección HE3: Eficiencia Energética de las instalaciones de Iluminación del CTE, en la que se prescribe el cálculo del valor de eficiencia energética, la existencia de sistemas de control y en su caso de regulación que optimicen el aprovechamiento de la luz natural, y la organización de un plan de mantenimiento. Se limita así el consumo energético para conseguir un determinado grado de iluminación.

La sección HE3 del CTE es de aplicación a:

- Edificios de nueva construcción.
- Rehabilitación de edificios existentes con una superficie útil superior a 1000 m<sup>2</sup>, donde se renueve más del 25% de la superficie iluminada.
- Reformas de locales comerciales y de edificios de uso administrativo en los que se renueve la instalación de iluminación.

Se excluyen del ámbito de aplicación:

- Edificios y monumentos con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando el cumplimiento de las exigencias de la sección HE3 del CTE pudiera alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto.
- Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a 2 años.
- Instalaciones industriales, talleres y edificios agrícolas no residenciales.
- Edificios independientes con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>.
- Interiores de viviendas.

En este documento se pone de manifiesto el interés común de las agencias energéticas miembros de EnerAgen de informar, formar, y concienciar a todos los sectores de la sociedad, para la consecución del objetivo colectivo de lograr un sistema energético medioambientalmente sostenible.



## 2. ANTECEDENTES

Desde la crisis del petróleo de 1973 se ha desarrollado una política de ahorro de energía originada, en gran medida, por el fuerte aumento de su coste. Se han adoptado desde entonces, por parte de los gobiernos diversas políticas de subvenciones para lograr este objetivo, procediendo a la sustitución de equipos por otros más eficientes.

En los países en los que el precio de la energía es muy alto, se han aplicado nuevas tecnologías para la eficiencia energética, y estrategias de minimización del coste de ésta. Se potencian las energías de fuentes inagotables, como son la solar, eólica....

El intento de ahorro de energía, la obtención de nuevas energías limpias y más baratas continúa. Se llega al Marco Unificado, aprobado en 1977 por el Gobierno, compuesto por NBE-Normas básicas de Edificación (de carácter obligatorio), NTE-Normas Tecnológicas de Edificación (no obligatorias) y SHE-Soluciones Homologadas de la Edificación (cuyo desarrollo no tuvo lugar).

Posteriormente, se aprueba la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE), que entra en vigor en Mayo del 2000. Esta Ley establece requisitos básicos que deben satisfacerse con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente. Estos requisitos básicos son los relativos a:

- La **funcionalidad** (utilización, accesibilidad y acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información).
- La **seguridad** (estructural, en caso de incendio y de utilización).
- La **habitabilidad** (higiene, salud y protección del medio ambiente, protección contra el ruido, ahorro de energía y aislamiento térmico y otros aspectos funcionales).

Y en su Disposición Final Segunda, esta Ley, autoriza al Gobierno la aprobación de un **Código Técnico de la Edificación** que establezca las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los **requisitos básicos** de **seguridad** y habitabilidad.

El CTE ya está en pleno vigor y compete a los profesionales una correcta y adecuada aplicación del mismo.







### 3. INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN EN EDIFICIOS

#### 3.1 CONCEPTOS CLAVES

##### EFICACIA LUMINOSA

Se define como relación entre el flujo luminoso emitido por una fuente de luz y la potencia consumida por la fuente ( $\text{lm/W}$ : lúmenes/vatio).

Siendo el **flujo luminoso**, la potencia (W) emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Su símbolo es  $\Phi$  y su unidad es el lúmen (lm). El valor flujo luminoso lo proporciona el fabricante de la lámpara y se puede medir en laboratorio.

##### ILUMINANCIA

La iluminancia o iluminación de una superficie es la relación entre la cantidad de flujo luminoso emitido por una fuente de luz sobre una superficie (puede llegar vertical u horizontalmente a ésta) y dicha superficie.

La iluminancia se representa por la letra E, siendo su unidad el lux ( $\text{lux} = \frac{\text{lm}}{\text{m}^2}$ ).

La medida se realiza, normalmente, en el plano del trabajo mediante el luxómetro. La fórmula que expresa la iluminancia es la siguiente:

$$E(\text{lux}) = \frac{\Phi}{S} \left( \frac{\text{lm}}{\text{m}^2} \right)$$

Se deduce de esta fórmula que para un mismo flujo luminoso incidente, la iluminancia será mayor a medida que disminuye la superficie sobre la que incide el flujo. Se propone un ejemplo visual en la siguiente imagen.



Lo que quiere decir que la iluminancia depende de la distancia a la que se encuentra el punto radiante.

Y se deduce además que cuanto mayor sea el flujo luminoso para una misma superficie mayor será la iluminancia que recibe la superficie.



## Instalaciones de iluminación en edificios

La iluminancia es un dato muy importante para valorar el nivel de iluminación de un determinado lugar.

**Iluminancia Inicial:** medida de iluminancia tomada cuando la instalación es nueva. Se representa:  $E_{inicial}$ .

**Iluminancia media,  $E$ :** iluminancia promedio sobre el área horizontal especificada. El número de puntos ( $n$ ) que se consideran para la realización del cálculo promedio es función del índice del local ( $K$ ) y de la obtención de un reparto cuadrículado simétrico. Se representa  $E$ .

El número de puntos mínimo a considerar en el cálculo de la iluminancia media  $E$  será:

- 4 puntos si  $K < 1$
- 9 puntos si  $2 > K \geq 1$
- 16 puntos si  $3 > K \geq 2$
- 25 puntos si  $K \geq 3$

(Ver más adelante definición de  $K$ : Índice del local)

**Iluminancia Horizontal mantenida,  $E_m$ :** es el límite inferior admitido de iluminancia media en un área especificada. Valor de iluminancia media en el periodo en el que se ha de realizar el mantenimiento. Se representa  $E_m$ .

### ÍNDICE DE RENDIMIENTO DE COLOR

El rendimiento de color de una lámpara es una medida de la calidad de reproducción de los colores. Se mide mediante el índice de rendimiento de color (IRC o  $R_a$ ) que compara una muestra normalizada de colores iluminada primeramente con una lámpara y posteriormente con una fuente de luz de referencia.

Mientras más alto sea el valor del IRC mejor será la reproducción del color, pero menor será la eficiencia y más alto el consumo energético.

Se presenta a continuación una tabla con el aspecto cromático y el rendimiento de color:

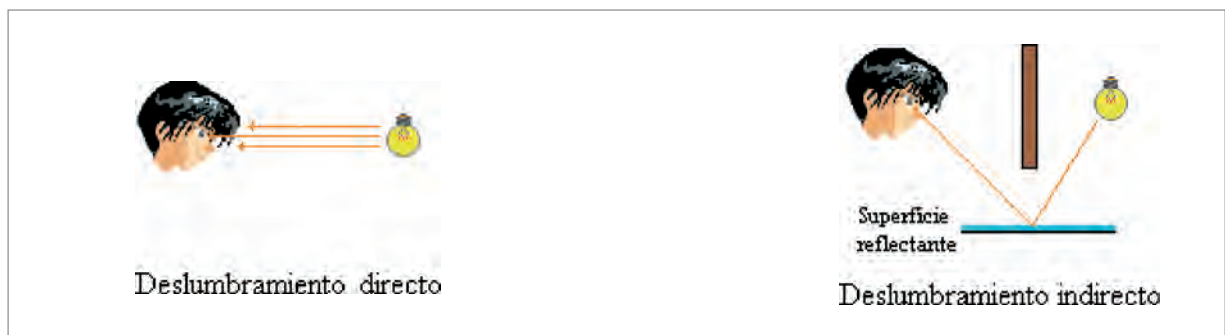


Grupo Rendimiento Color	Índice Rendimiento Color (IRC)	Apariencia de color	Aplicaciones
1	IRC > 85	Fría	Industria textil, fábricas de pinturas, imprenta..
		Intermedia	Escaparates, tiendas, hospitales
		Cálida	Hogares, hoteles, restaurantes
2	70 < IRC < 85	Fría	Oficinas, escuelas (climas cálidos)
		Intermedia	Oficinas, escuelas (climas templados)
		Cálida	Cálida Oficinas, escuelas, grandes almacenes (climas fríos)
3	Lámparas con IRC < 85 pero con propiedades en RC aceptables para uso en local de trabajo		Interiores donde la discriminación cromática no es de gran importancia
S (especial)	Lámparas con RC fuera de lo normal		Aplicaciones especiales

### ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO

Sensación molesta debido a un exceso de **luminancia**<sup>1</sup> a la que el ojo no es capaz de adecuarse.

Se insensibiliza la retina durante un tiempo y posteriormente se recupera, recuperando la visión correcta. El deslumbramiento se produce debido al exceso de luminancia incidente procedente de luz directa o procedente de luz indirecta, fuera del campo visual pero que el ojo la recibe reflejada por superficies que poseen un alto grado de reflexión.



<sup>1</sup> Se recuerda que luminancia es la relación entre la intensidad luminosa en una dirección determinada y la superficie aparente (superficie vista por el observador situado en esa dirección)



## Instalaciones de iluminación en edificios

Los factores determinantes del deslumbramiento son:

- La luminancia de la fuente de luz o de las superficies iluminadas, a mayor luminancia mayor deslumbramiento.
- Las dimensiones de la fuente de luz. Un área grande de baja luminancia, como ejemplo: panel luminoso, o varias lámparas con baja luminancia en conjunto, como se ve en la siguiente figura, pueden producir el mismo deslumbramiento que una fuente pequeña de mayor luminancia.



Varias lámparas con baja luminancia

- La situación de la fuente de luz:
  - Cuanto más alejado se encuentre la fuente en la línea de visión, menor deslumbramiento produce.
  - Disminuye también el deslumbramiento a medida que la fuente queda más por encima del ángulo de visión normal.
- El contraste entre las luminancias, de la fuente de luz y de los alrededores de la fuente.
- El tiempo de exposición. Una luminancia de poco valor puede producir deslumbramiento si el tiempo de exposición es largo.

El máximo valor tolerable de luminancia para la visión directa es de  $7.500 \text{ cd/m}^2$ .

Las máximas relaciones de luminancia admisibles en el campo visual del observador, al objeto de evitar el deslumbramiento, son las siguientes:

- Entre la tarea visual y la superficie de trabajo 3:1
- Entre la tarea visual y el espacio circundante 10:1
- Entre la fuente de luz y el fondo 20:1
- Máxima relación de luminancia en el campo visual 4:1

**ÍNDICE DE DESLUMBRAMIENTO UNIFICADO (UGR)**, se denomina así al índice de deslumbramiento molesto directo que se ha definido con anterioridad. Procede directamente de las luminarias de una instalación de iluminación interior.



El **UGR** es un índice unificado internacional desarrollado por la CIE en la publicación 117 de 1995 para establecer el deslumbramiento directo en cada aplicación específica en función de la disposición de las luminarias, de las características del ambiente (dimensiones, reflexiones) y del punto de observación de los operadores.

La base del nuevo sistema es una fórmula para calcular el valor UGR:

$$\text{UGR} = 8 \log(0.25 / L_b \sum L^2 w / p^2);$$

Donde:

$L_b$  = luminancia de fondo (cd/m).

$L$  = luminancia de las partes luminosa de cada luminaria en dirección del observador (cd/m).

$w$  = ángulo sólido subtendido por las partes luminosas de cada luminaria a la vista del observador (estereorradianes).

$p$  = índice de posición para cada luminaria individual, relacionado con su desviación de la línea visual.

Los valores CIE de referencia del UGR están comprendidos entre 10 y 30 separados por 3 unidades (10, 13, 16, 19, 22, 25 y 28), y deben buscarse en las dos direcciones de vista (transversal y longitudinal con respecto a la luminaria): cuanto más bajo es el valor, menor es el deslumbramiento directo.

La norma europea para la iluminación de los lugares de trabajo en interiores EN 12464-1 requiere un valor UGR para cada aplicación, en sustitución de las 5 clases de calidad (A-B-C-D-E) que hasta ahora se utilizaban para establecer la idoneidad de la luminaria.

### FACTOR DE MANTENIMIENTO

Las condiciones de conservación o mantenimiento de la instalación de iluminación, configuran un factor de gran incidencia en el resultado final de un proyecto de alumbrado y de hecho se incluye en la fórmula de cálculo ( $f_m$  = Factor de mantenimiento o de conservación).

Los elementos que contribuyen a la obtención del nivel de iluminación sobre el plano de trabajo, sufren con el tiempo un determinado grado de depreciación: las lámparas sufren pérdidas en el flujo luminoso emitido, ya sea por envejecimiento, acumulación de polvo sobre su superficie, efectos de la temperatura, etc.; además las pantallas reflectoras de las luminarias pierden eficiencia y las paredes y cielo raso se ensucian y disminuye su poder reflectante.

De todos estos factores, algunos son controlables por sistemas de mantenimiento y otros no lo son.

Como ejemplo de los no controlables podemos citar: la temperatura ambiente, la variación de la tensión, el mantenimiento del balasto y la deformación de la superficie de la luminaria.



Entre los controlables se pueden considerar: la deformación o deterioro de la superficie del local por ensuciamiento, la depreciación por flujo luminoso de la lámpara, el reemplazo de las lámparas y el mantenimiento de la luminaria por ensuciamiento.

La estimación de este coeficiente debe hacerse teniendo en cuenta diversos factores relativos a la instalación, tales como el tipo de luminaria, grado de polvo y suciedad existente en la nave a iluminar, tipo de lámparas utilizadas, número de limpiezas anuales y frecuencia en la reposición de lámparas defectuosas. Todo ello y con la experiencia acumulada a lo largo de los años, hace posible situar el factor de mantenimiento dentro de límites comprendidos entre el 80 y el 50%.

### INDICE DEL LOCAL (K)

Parámetro definido según la ecuación: 
$$K = \frac{L \times A}{H_x (L + A)}$$

Siendo

- L la longitud del local.
- A la anchura del local.
- H la distancia del plano de trabajo a las luminarias.

Se representa este índice mediante la letra: K

### VALOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN (VEEI)

La instalación de iluminación deberá ser energéticamente eficiente. El grado de eficiencia energética de la instalación proyectada para un local se expresa mediante el Valor de Eficiencia Energética (VEEI). Este es un factor que por un lado mide la eficiencia energética de la instalación de alumbrado y por otro permite al proyectista un autocontrol de su trabajo.

La unidad de medida del VEEI es  $\left(\frac{W}{m^2}\right)$  por cada 100 lux. 
$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m}$$

siendo:

- P: Potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares, en vatios.
- S: La superficie iluminada en m<sup>2</sup>.
- E<sub>m</sub>: La iluminancia media horizontal mantenida.

El valor de VEEI se debe calcular para cada tipología del recinto al 100% de flujo si hubiera un sistema de regulación y considerando en los consumos el conjunto lámpara-equipo.



### EFICACIA DE LA LÁMPARA

Es la relación entre el flujo luminoso emitido por una lámpara y la potencia eléctrica que requiere para operar. Se expresa en: lum/W

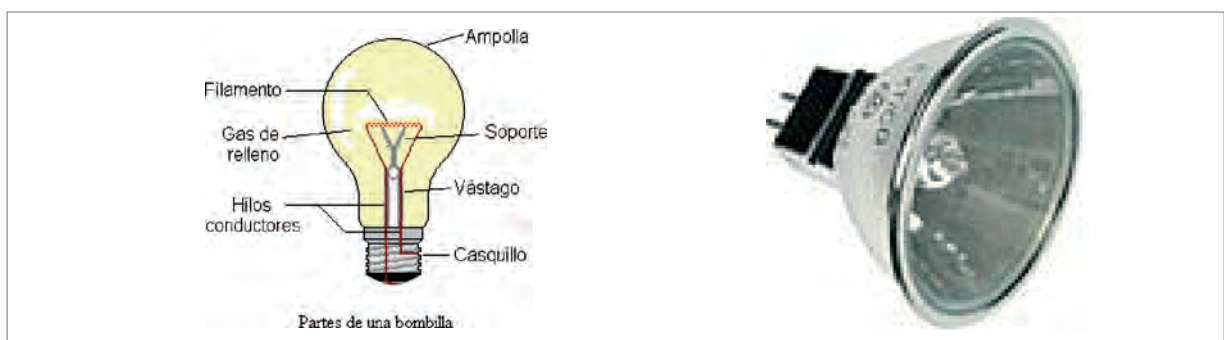
$$\text{Eficacia} = \frac{\Phi_{\text{luminoso}}}{P_{\text{eléctrica}}} \left( \frac{\text{lúmenes}}{\text{vatios}} \right)$$

### 3.2 TIPOS DE LÁMPARAS PARA ILUMINACIÓN

Se describe a continuación de manera breve algunos de los posibles tipos de lámparas que se encontrarán en las instalaciones de iluminación:

#### LÁMPARAS INCANDESCENTES

Compuesta de un filamento metálico de wolframio en forma de espiral, el filamento caliente se comporta como un radiador térmico, alojado en el interior de una ampolla de vidrio evacuada, y calentado al rojo blanco por la corriente eléctrica, de forma que además de calor emite luz.



Incandescente

Incandescente con Halógenos

#### LÁMPARA INCANDESCENTE HALÓGENA

En la lámpara incandescente, se introduce un halógeno en la ampolla con los gases nobles (generalmente yodo o bromo), dando lugar a la lámpara incandescente con halógeno. Durante el funcionamiento de la lámpara los átomos de wolframio que se desprenden del filamento caliente reaccionan con los átomos del halógeno para formar el halogenuro. Este





halogenuro es movido por las corrientes de conversión y al acercarse al filamento, la molécula de halogenuro se disocia en halógeno y wolframio metálico, el cual se deposita en el propio filamento mientras que el halógeno queda libre para repetir el proceso.

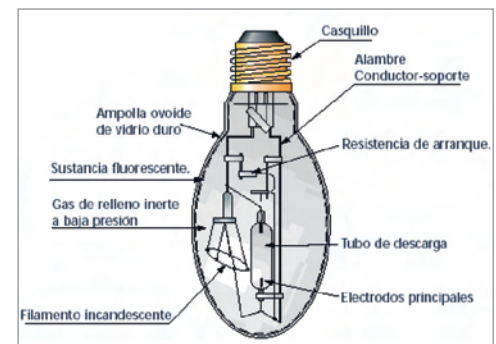
En ambos casos: Es muy poca la energía luminosa que se obtiene comparada con la calorífica que se irradia tienen un bajo rendimiento. Como compensación a este bajo rendimiento la lámpara incandescente posee la ventaja de ser de construcción sencilla y ser su funcionamiento simple sin necesidad de equipos auxiliares (cebadores, balastos...).

### LÁMPARAS VAPOR MERCURIO ALTA PRESIÓN

En estas lámparas la producción de luz se basa en el principio de luminiscencia obtenida por la descarga eléctrica en el seno de mercurio gasificado.

El elemento más esencial de estas lámparas es un pequeño tubo de cuarzo denominado "quemador", que lleva a ambos extremos electrodos de wolframio. Dentro del quemador hay unos miligramos de mercurio, exactamente dosificados y gas argón para iniciar la descarga.

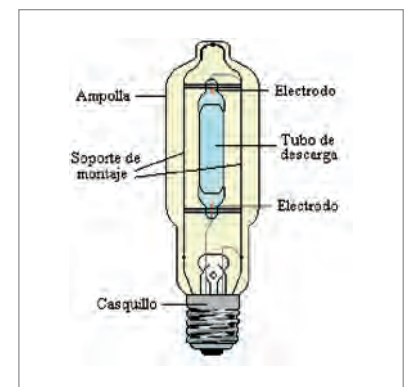
Tiene elevado rendimiento luminoso y larga vida, permiten realizar iluminaciones en las que se requiere una luz abundante con una aceptable reproducción cromática.



### LÁMPARAS DE HALOGENUROS METÁLICOS

Son lámparas de vapor de mercurio a alta presión con la particularidad de contener además de mercurio, halogenuros de las tierras raras Dysprosio, Holmio, Tulio, consiguiendo así rendimientos luminosos más elevados y mejores propiedades de reproducción cromática que con las lámparas de mercurio convencionales.

El tubo de descarga es de cuarzo y dentro además del mercurio, lleva los aditivos correspondientes en forma de halogenuros. Se utilizan halogenuros porque estos compuestos se disocian al elevarse la temperatura y el propio halógeno se encarga de evitar que se depositen sobre las paredes del tubo de cuarzo los átomos de los metales añadidos que le atacarían. La ampolla es de vidrio duro.





### LÁMPARAS FLUORESCENTES

Son fuentes de descarga eléctrica en atmósfera de vapor de mercurio a baja presión, en las que la luz se genera por el fenómeno de la luminiscencia. Las lámparas fluorescentes normales están constituidas por un tubo de vidrio de longitud variable en función de la potencia. En ambos extremos del tubo están situados los electrodos; el tubo está recubierto interiormente de un luminóforo en polvo y contiene argón a baja presión y una gota de mercurio puro. El rendimiento luminoso que se obtiene con este tipo de lámparas es elevado (llegando hasta aproximadamente 80 lm/W). Requieren para su funcionamiento equipos auxiliares: balasto y arrancador o cebador. La calidad de ambos elementos afecta de manera considerable en el funcionamiento de la lámpara, afectando principalmente a su rendimiento y duración.



#### Fluorescentes Tubulares

Tubo de vidrio. La longitud del tubo varía según la potencia. En ambos extremos se sitúan los electrodos. El equipo eléctrico está formado por cebador y balasto.



#### Fluorescentes Compactas

Aparece debido a la dificultad de armonizar con muchas decoraciones la tubular.

Al disminuir el interior del tubo, aumenta la intensidad de corriente de descarga por lo que hay que aumentar el peso y el volumen de balasto. Al aumentar la corriente aumenta la eficacia pero se reduce la vida media. Al fundirse hay que cambiar la lámpara completa, con cebador y balasto, esto no sucede en las tubulares.

En cuanto a las lámparas fluorescentes compactas cabe citar como variedades más importantes:

- Lámparas circulares con un casquillo Edison.
- Lámparas de forma tubular con dos o más formas tubulares interconectadas, que llevan casquillo de conexión especial y van separadas del balasto y cebador, o que llevan casquillo Edison y equipo electrónico integrado en la lámpara.



- Lámparas con 2 o más tubos interconectados y contenidos dentro de una envolvente exterior, normalmente difusora, que asemeja a la ampolla de una lámpara incandescente estándar (vela, esférica, etc.).
- La norma que tiene en cuenta tanto los aspectos constructivos como de seguridad es la IEC 60081.

### LÁMPARAS DE INDUCCIÓN

Recientemente han aparecido en el mercado lámparas que utilizan el principio de inducción. Son lámparas de mercurio de baja presión con revestimientos trifosfóricos y cuya producción de luz es similar a la de las lámparas fluorescentes. La energía se transmite a la lámpara por radiación de alta frecuencia, aproximadamente a 2,5 MHz, desde una antena situada en el centro de la lámpara. No existe conexión física entre la bombilla y la bobina. Sin electrodos u otras conexiones alámbricas, la construcción del recipiente de descarga es más sencilla y duradera. La vida útil de la lámpara se determina principalmente por la fiabilidad de los componentes electrónicos y la constancia del flujo luminoso del revestimiento fosfórico.

#### 3.2.1 Parámetros Recomendados para la Selección de Lámparas

La selección de la lámpara más adecuada depende de muchos factores como son:

- La **vida** o duración de las mismas, los parámetros más utilizados para su medición son:
  - **Vida promedio**, tiempo transcurrido hasta que fallan un 50% de las lámparas de un lote significativo de una fabricación o instalación, trabajando en unas condiciones especificadas.
  - **Vida útil**, es el nº de horas tras el que, trabajando en condiciones reales, resulta más rentable el cambio de un conjunto de lámparas que su mantenimiento. Este valor es el indicado habitualmente por el fabricante.
  - **Vida media**, valor estadístico que resulta del análisis y ensayo de un número de lámparas trabajando en unas condiciones previamente establecidas. Se mide en horas (h).
- **Flujo luminoso**, que es la capacidad de radiación luminosa valorada por el ojo humano. Su unidad es el lúmen (lm).
- **Temperatura de color**, es el color emitido por una fuente de luz en comparación al color de un cuerpo negro. Se emplea para medir la calidad cromática de la luz. Se indica con la letra K.



- **Índice de rendimiento de color (Ra) descrito para el local.** Ra ha sido descrito con anterioridad en el apartado 3.1
- **Eficacia luminosa**, descrito en el apartado 3.1. Una vez cumplidos los parámetros recomendados para el local hay que seleccionar la lámpara de mayor eficacia.
- Nivel de iluminación o **iluminancia**, descrito este parámetro también en el apartado 3.1.

### 3.2.2 Equipos Auxiliares de las lámparas

Además algunas lámparas tienen equipos eléctricos asociados a ellas, son los equipos auxiliares. Cada tipo de lámpara tiene sus equipos auxiliares y son diferentes entre sí, salvo los **equipos auxiliares** comunes como son: balastos, arrancadores y condensadores.

Estos equipos auxiliares tendrán que ser seleccionados, cómo las propias lámparas, en función de unos parámetros. Las características de los equipos auxiliares son función de las características de la red, del tipo y potencia de la lámpara.

Se presentan, sin profundizar en exceso, cada uno de estos equipos auxiliares que se han denominado comunes y sus parámetros correspondientes:

#### BALASTOS

Son los componentes que limitan el consumo de corriente de la lámpara a sus parámetros óptimos. Los balastos asociados a lámparas deben proporcionar a las mismas los parámetros de funcionamiento establecidos en las normas y con las menores pérdidas de energías posibles.

#### Rango de pérdidas

	Tipo de Balasto		
	Magnético Estándar	Magnético Bajas pérdidas	Electrónico
Tipo de lámpara			
Fluorescencia	20-25%	14-16%	8-11%
Descarga	14-20%	8-12%	6-8%
Halógenas Baja Tensión	15-20%	10-12%	5-7%



Los balastos electrónicos permiten ahorros de energía mayores que los magnéticos. Los balastos electrónicos en combinación con lámparas “ahorradoras” pueden permitir ahorros hasta del 35% (se deberán considerar otras variables, no se asegura el 35%).

### ARRANCADORES

Proporciona en el momento del encendido, por sí mismo o en combinación con el balasto, la tensión requerida para el cebado de la lámpara.

En las lámparas fluorescentes con balasto electromagnético el arrancador se conoce comúnmente como cebador.

Los arrancadores suponen una pérdida aproximada entre el 0,8-1,5% de la potencia de la lámpara.

### CONDENSADORES

Corrigen el factor de potencia ( $\cos \phi$ ) hasta los valores definidos en normas y reglamentos en vigor. Si se utilizan balastos electromagnéticos el uso de condensadores es imprescindible, puesto que la corriente que circula por ellos se haya en oposición de fase con respecto a la corriente reactiva de tipo inductivo de la carga, produciendo una disminución de la corriente (y potencia) reactiva total de la instalación.

Se reduce de esta manera la potencia consumida –menor gasto energético– Mayor eficiencia energética de la instalación.

Las pérdidas en condensadores suponen aproximadamente entre el 0,5-1% de la potencia de la lámpara.

#### Nota:

Tanto el arrancador como el condensador se utilizan con balastos electromagnéticos y no con electrónicos, puesto que éstos llevan incorporados componentes que desempeñan las funciones de estos equipos auxiliares.



Según el tipo de lámpara los equipos auxiliares pueden ser:

Tipo de Lámpara	Tipo Equipo Auxiliar
Tubular Fluorescente	Electromagnético / Electrónico
Fluorescente Compacta	Electromagnético / Electrónico
Vapor de Mercurio	Electrónico
Halogenuros Metálicos	Electrónico
Incandescencia halógena	Electromagnético / Electrónico
Inducción Electromagnética	Electrónico

### 3.2.3 Comparativa de los parámetros recomendados según el tipo de lámparas

Tipo lámpara	Flujos (lm)	Eficacia (lm/W)	Vida útil (h)	Luminancia (cd/m <sup>2</sup> )	Tª Color (k)	Rto.Color (Ra)
Incandescencia	6 a 40.000	8 a 20	1.000	Claras 2 x 10 <sup>6</sup>	2.600 a 2.800	100
				Mates 2,5x 10 <sup>5</sup>		
Incandescencia halógena	36 a 220.000	18 a 22	2.000	2 x 10 <sup>6</sup>	3.000	100
Fluorescente tubular	1000 a 15.500	40 a 93	12.000	8 x 10 <sup>3</sup>	2.600 a 6.500	50 a 97
Fluorescente compacta	250 a 2.900	50 a 82	6.000 <sup>2</sup>	1 x 10 <sup>4</sup>	2.700	80
Vapor Mercurio	1.800 a 125.000	40 a 58	16.000 <sup>2</sup>	1 x 10 <sup>5</sup>	4.000 a 4.500	48 y 50
Halogenuros metálicos	5.000 a 300.000	60 a 95	1.000 a 6.000 <sup>2</sup>	Claras 5 x 10 <sup>6</sup>	4.800 a 6.500	67 a 95
				Difusas 2,5x 10 <sup>5</sup>		

<sup>2</sup> Encendidos de 10 horas



### 3.2.4 Ventajas e Inconvenientes de los diversos tipos de lámparas

Tipo lámpara	Ventajas	Inconvenientes
<b>Incandescencia</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Buena reproducción cromática</li><li>Encendido instantáneo</li><li>Variedad de potencias</li><li>Bajo costo de adquisición</li><li>Facilidad de instalación</li><li>Apariencia de color cálido</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Reducción eficacia luminosa</li><li>Corta duración</li><li>Elevada emisión de calor</li></ul>
<b>Fluorescente Tubular</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Buena eficacia luminosa</li><li>Larga duración</li><li>Bajo coste de adquisición</li><li>Variedad de apariencias de color</li><li>Adecuada distribución luminosa</li><li>Mínima emisión de calor</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Dificultad control Tª color en reposiciones</li><li>Mal funcionamiento sin equipos electrónicos</li><li>Dificultad de lograr contrastes.</li></ul>
<b>Vapor de Mercurio</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Larga duración</li><li>Eficacia luminosa</li><li>Flujo luminoso unitario importante en potencias altas</li><li>Variedad de potencias</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>En ocasiones alta radiación ultravioleta</li><li>Flujo luminoso no instantáneo</li><li>Depreciación importante del flujo</li></ul>
<b>Halogenuros Metálicos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Buen rendimiento luminoso</li><li>Mejora en propiedades reproducción cromática</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Necesitan tiempo para alcanzar su régimen</li><li>El color cambia a medida que envejece la lámpara</li></ul>



### 3.2.5 Selección de Lámparas en función de los locales

Las aplicaciones de las lámparas en función de los locales se recogen en la siguiente tabla. Como se ve, para un mismo local se propone más de un tipo de lámpara, se deja la elección al diseñador de la instalación de iluminación.

		Tipo de lámpara					
		Incandescente	Incandescente Halógena	Fluorescente Tubular	Fluorescente Compacta	Vapor Mercurio	Halogenuros
Tipo de local	Oficinas			X	X		X
	Tiendas	X		X	X		X
	Exposición	X	X				X
	Doméstico	X	X	X	X		
	Deportes (interiores)			X			X
	Industrial			X		X	X
	Alumbrado seguridad Doméstico	X			X		
	Alumbrado seguridad industrial					X	







### 4. CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO

Existe una secuencia de verificaciones que ha de seguirse para verificar el cumplimiento de la sección HE3, que ocupa este fascículo. La secuencia será la siguiente:

1. **Calcular** el valor del VEEI para cada zona. Comprobándose que no se superan los límites tabulados que se presentarán en apartado 4.2 de este fascículo.
2. **Comprobar** que existe un sistema de control y, en su caso, de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural. De manera que se cumpla lo dispuesto en el apartado 2.2 Caracterización de las exigencias.
3. **Verificar** la existencia de un plan de mantenimiento, que cumpla lo descrito más adelante, apartado 5 Mantenimiento, de este fascículo.

#### 4.1 DOCUMENTACIÓN JUSTIFICATIVA DEL PROYECTO

En la **Memoria** del Proyecto, además de los cálculos justificativos, al menos se deberá presentar la siguiente documentación;

- Índice del local K que se ha utilizado en el cálculo 
$$K = \frac{L \times A}{H_x (L + A)}$$
 Y el nº de puntos de luz, N.
- El Factor de Mantenimiento Fm previsto. Sin prescripción, normal 0,8. Prever plan de mantenimiento.
- Iluminancia media horizontal mantenida  $E_m$ , obtenida. Mínimos del documento básico de seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada. Para los niveles de iluminación se debe aplicar la Norma EN 12464.
- UGR, índice de deslumbramiento unificado, obtenido.
- $R_a$ , índice de rendimiento de color. (Sin prescripción, según los requerimiento visuales).
- VEEI, Valor de la Eficiencia Energética de la Instalación resultante en el cálculo.
- La potencia de los equipos existentes: lámpara y elemento auxiliar.
- Para cada zona: el sistema de control y regulación que corresponda.



### 4.2 CARACTERIZACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

Las exigencias de la Sección HE 3 vienen caracterizadas y cuantificadas por las condiciones de cumplimiento del VEEI y de los sistemas de control y regulación.

El cálculo del valor de eficiencia energética de la instalación deberá cumplir los valores que se presentan a continuación. La exigencia para el valor VEEI será la siguiente, según corresponda en grupo y zona de actividad la instalación a estudio:

Grupo	Zonas actividad	VEEI límite
Zonas de NO representación (grupo 1)	Administrativo Gral.	3,5
	Andenes estaciones transporte	3,5
	Salas de diagnóstico <sub>4</sub>	3,5
	Pabellones exposición o ferias	3,5
	Aulas y laboratorios <sub>2</sub>	4,0
	Habitaciones de hospital <sub>3</sub>	4,5
	Zonas comunes <sub>1</sub>	4,5
	Almacenes, archivos, salas técnicas, cocinas	5
	Aparcamientos	5
	Espacios deportivos <sub>5</sub>	5
	Recintos interiores asimilables a los anteriores que no hayan sido descritos	4,5
Zonas de representación (grupo 2)	Administrativo Gral.	6
	Estaciones transporte <sub>6</sub>	6
	Supermercados, hipermercados, grandes almacenes	6
	Bibliotecas, museos, galerías arte	6
	Zonas comunes en edificios residenciales	7,5
	Centros comerciales (excluidas tiendas) <sub>9</sub>	8
	Hostelería y restauración <sub>8</sub>	10
	Religioso en Gral.	10
	Salones actos, auditorios, salas multiusos, salas ocio o espectáculo, salas conferencias	10
	Tiendas y pequeño comercio	10
	Zonas comunes <sub>1</sub>	10
	Habitaciones hoteles, hostales	12
	Recintos interiores asimilables a este grupo no descritos.	10



Se establecen en esta tabla los valores de eficiencia energética límite de recintos interiores de un edificio. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

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

La eficiencia energética de una instalación se determinará mediante el valor de eficiencia energética de la instalación por cada 100 lux.  $VEEI (W/m^2) / 100 \text{ lux}$ . Se determinará mediante la expresión:

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

Siendo:

P: la potencia total instalada en lámparas más los equipos auxiliares (W)

S: la superficie iluminada ( $m^2$ )

$E_m$ : la iluminancia media horizontal mantenida (lux)

Las instalaciones para las que se va a establecer el VEEI límite, se identifican en los 2 grupos siguientes:

- **Grupo 1: Zonas de NO representación** o espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuarios con la iluminación, queda relegado a un segundo plano frente a otros criterios como el nivel de iluminación, el confort visual, la seguridad y eficiencia energética.



- Grupo 2: Zonas de representación o espacios donde el criterio de diseño, imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación, son principales frente a los criterios de eficiencia energética.

### 4.3 SISTEMAS DE CONTROL Y DE REGULACIÓN

Se denomina **Sistema de Control y Regulación** al conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a controlar de forma automática o manual el encendido y apagado o el flujo luminoso de una instalación de iluminación. Se distinguen 4 tipos fundamentales:

1. Regulación o control bajo demanda del usuario, por interruptor manual, pulsador, potenciómetro o mando a distancia.
2. Regulación de iluminación artificial según el aporte de luz natural.
3. Control del encendido y apagado según presencia en la zona.
4. Regulación y Control por sistema centralizado de gestión.

Se denomina **Sistema de Aprovechamiento de Luz Natural** al conjunto de dispositivos, cableado y componentes destinados a regular de forma automática el flujo luminoso de una instalación de iluminación, en función del flujo luminoso aportado a la zona por la luz natural, de tal forma que ambos flujos aporten un nivel de iluminación fijado en un punto, donde se encontraría el sensor de luz. Existen dos tipos fundamentales de regulación:

1. Regulación todo/nada, la iluminación se enciende o se apaga por debajo o por encima de un nivel de iluminación prefijado.
2. Regulación progresiva, la iluminación se va ajustando progresivamente según el aporte de la luz natural hasta conseguir el nivel de iluminación prefijado.

#### 4.3.1 Equipos de Control

Toda zona contará al menos con un **dispositivo de encendido y apagado** manual, cuando no disponga de otro sistema de control; no se admite la maniobra desde el cuadro eléctrico como único sistema de control.

Las zonas de uso esporádico dispondrán de control de sistema encendido/apagado por detección de presencia o sistema temporizado.



Se entiende por zona de uso esporádico el espacio donde la ocupación es aleatoria, no controlada y no permanente, como aseos escaleras, pasillos, zona de tránsito, aparcamientos, etc.

### CONTROL DE LÁMPARAS

De entre los equipos de control que se utilizan para el control de las lámparas de descarga y algunas incandescentes no estándar, alimentadas a tensiones diferentes a la de la red, se pueden destacar por su importancia:

- Los Balastos
- Los Sistemas de Regulación de fase

Los **Balastos** regulables en respuesta a la luz natural y que en consecuencia aportan una variación adaptable y progresiva a la mayor o menor aportación de luz natural, son los **balastos electrónicos regulables**.

El balasto regulable controla la potencia de la lámpara fluorescente mediante la modulación de la frecuencia de 20 a 100 kHz. Los diferentes tipos de balastos regulables son: los analógicos, los DSI, y los DALI.

Los **Reguladores de Fase** son dispositivos electrónicos que cortan la onda sinusoidal de corriente alterna en un punto variable, de modo que modula la potencia de de la corriente.

### MODOS DE CONTROL

Existen varias formas de actuar sobre el entorno de trabajo del edificio o en consonancia con la actividad de los ocupantes y pueden realizarse de forma separada o combinada. Las más frecuentes son:

#### a. Detección de movimiento

Un sensor de movimiento o presencia o PIR responde al movimiento del calor corporal en una zona determinada, encendiendo o apagando la luz según la presencia o la ausencia de personas en movimiento. Tiene un período de retardo para que si una persona permanece quieta durante un determinado tiempo no sea interpretado como no presencia y en consecuencia se apague la luz.



## Cumplimiento del Código Técnico

### b. Regulación en función de la luz natural o diurna

Se utiliza un detector (fotocélula) en la luminaria o en el techo para medir la cantidad de luz total (natural más artificial) que hay en el local. Esta medición se lleva al sistema de control, que ordena la regulación del flujo de las lámparas del área controlada para mantener un nivel de iluminación constante y correcto.

### c. Nivel de iluminancia constante

Se puede utilizar una fotocélula conectada a un sistema de control para mantener un nivel de iluminación constante a lo largo de la vida útil de la lámpara. Como al principio, la lámpara al ser nueva emite un mayor flujo luminoso, deberá ser atenuada para conseguir el nivel adecuado. A medida que transcurren las horas de funcionamiento el flujo luminoso disminuye y el sistema aumenta gradualmente el flujo que inicialmente había atenuado.

### d. Control horario y por fechas

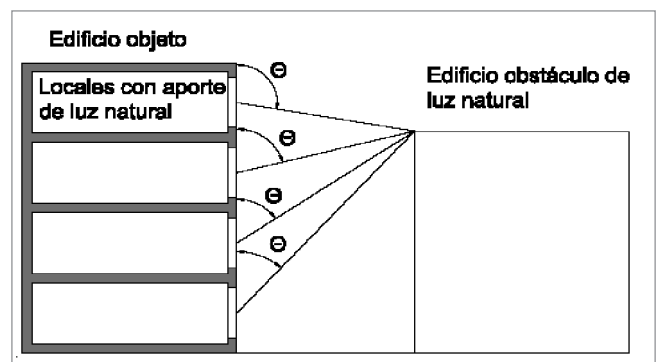
El control horario se puede utilizar para encender, apagar y regular automáticamente las luces en momentos determinados, para que sólo estén activados cuando se necesitan.

## 4.3.2 Sistemas de aprovechamiento de luz natural

Se dispondrán de sistemas de aprovechamiento de luz natural que regulen el nivel de iluminación en función del aporte de luz natural, en la primera línea paralela de luminarias situadas a una distancia inferior a 3 metros de la ventana, y en todas las situadas bajo lucernario, en los siguientes casos:

i. Tanto en las **zonas** de no **representación** como en las zonas de representación (grupos 1 y 2 respectivamente), que cuenten **con cerramientos acristalados al exterior cuando éstas cumplan simultáneamente** las siguientes condiciones, a y b:

a. Que el ángulo  $\theta > 65^\circ$ . Siendo  $\theta$  el ángulo desde el punto medio del acristalamiento hasta la cota máxima del edificio obstáculo, medido en grados sexagesimales.





b. Que se cumpla la expresión  $T \frac{A_w}{A} > 0,07$

Siendo:

T: coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local en tanto por uno.

$A_w$ : área de acristalamiento de la ventana de la zona ( $m^2$ ).

A: área total de las superficies interiores del local, suelo+techo+paredes+ventanas ( $m^2$ ).

ii. En **todas las zonas de los grupos 1 y 2** que cuenten **con cerramientos acristalados a patio o atrios**, cuando éstas **cumplan simultáneamente** las siguientes condiciones, a y b.



a. Que la relación **anchura/altura**, sea la siguiente:

Para **patios no cubiertos**: la anchura del patio es dos veces mayor que la distancia desde el suelo donde se encuentra la zona de estudio a la cubierta del edificio.

Siendo:

a: anchura del patio.

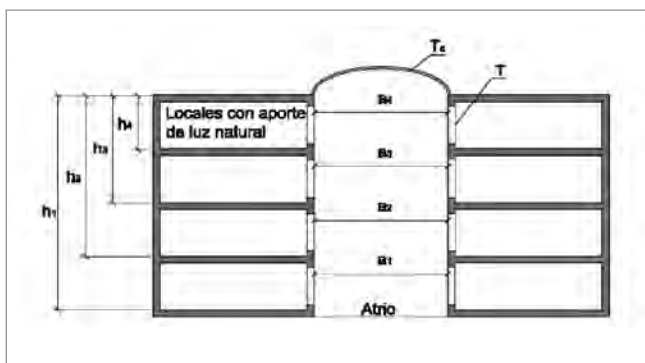
h: distancia de la planta donde se encuentra la zona de estudio a la cubierta.

Para **patios cubiertos** por acristalamientos cuando su anchura (a) sea mayor que  $2/T_c$  veces la distancia h.

Siendo:

$T_c$ : el coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de cerramiento del patio, expresado en tanto por uno.

b. Que se cumpla la expresión  $T \frac{A_w}{A} > 0,07$







## Cumplimiento del Código Técnico

Siendo:

T: coeficiente de transmisión luminosa del vidrio de la ventana del local en tanto por uno.

$A_w$ : área de acristalamiento de la ventana de la zona ( $m^2$ ).

A: área total de las superficies interiores del local, suelo+techo+paredes+ventanas ( $m^2$ ).

Quedan excluidas de los puntos i e ii descritos anteriormente, las zonas:

- Zonas comunes en edificios residenciales.
- Habitaciones de hospital.
- Habitaciones de hoteles, hostales, etc.

### 4.4 CERTIFICACIONES DE LÁMPARAS Y EQUIPOS

Deberán cumplir con la normativa específica para cada uno de ellos. Las lámparas utilizadas en la instalación de iluminación de cada zona tendrán limitada la pérdida de potencia de sus equipos auxiliares, por lo que la potencia del conjunto lámpara + equipo auxiliar no será superior a los valores tabulados siguientes:

Lámpara de descarga			Lámparas halógenas de Baja Tensión	
Potencia Total Conjunto (W)			P. nominal lámpara (W)	P total conjunto (W)
P. nominal (W)	Vapor Mercurio	Vapor Halogenuros		
50	60	--	35	43
70	--	84	50	60
80	92	--	2x35	85
100	--	116	3x25	125
125	139	--	2x50	120
150	--	171		
250	270	270 (2,15 A) 277 (3A)		
400	425			

Estos valores no se aplicarán a los balastos de ejecución especiales tales como secciones reducidas o reactancias de doble nivel.



### 4.5 MÉTODOS DE CÁLCULO

Para realizar el cálculo y las soluciones luminotécnicas de las instalaciones de iluminación interior, se tienen en cuenta parámetros como:

- El uso que se va a dar a la zona a iluminar.
- El tipo de tarea visual a realizar.
- Las necesidades de luz y del usuario del local.
- El índice del local, K, o dimensiones del espacio (longitud, altura y anchura útil).
- Las reflectancias de las paredes, techo y suelo de la sala.
- Las características y tipo de techo.
- Las condiciones de la luz natural.
- El tipo de acabado y decoración del local.
- El mobiliario previsto.

Podrá utilizarse cualquier método de cálculo, siempre que cumpla las exigencias de la sección HE3 descritas en el apartado 4.2 Caracterización de las exigencias.

Se consideran **aceptables** los valores de los distintos parámetros de iluminación, que definen la calidad de las instalaciones de iluminación, recogidos en las normas:

- UNE EN 12464-1: 2003.
- UNE EN 12193.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo.

El método de cálculo utilizado debe:

- Quedar establecido en la memoria del proyecto.
- Cumplir las exigencias indicadas: Exigencias apartado 4.2 y parámetros de las normas UNE citadas.
- Como mínimo ha de obtenerse en los cálculos, para cada zona, los siguientes resultados:
  - VEEL.
  - Iluminancia media horizontal mantenida  $E_m$  en el plano de trabajo.
  - Índice deslumbramiento unificado UGR.



## Cumplimiento del Código Técnico

- Valores del índice rendimiento color Ra.
- Potencias de los conjuntos lámpara + equipo auxiliar utilizados en el cálculo.

El método de cálculo se podrá formalizar:

- Manualmente.
- Mediante programa informático, obteniendo como mínimo los resultados anteriores citados. Estos programas se podrán establecer como Documentos Reconocidos.

### 4.6 MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Para garantizar los parámetros luminotécnicos adecuados y la eficiencia energética de la instalación en el tiempo, se elaborará en el proyecto un Plan de Mantenimiento, de las instalaciones de iluminación. Este Plan de Mantenimiento ha de contemplar:

- Las operaciones de reposición de lámparas con la frecuencia de reemplazamiento.
- La limpieza de las luminarias con la metodología prevista y la limpieza de la zona iluminada, según la periodicidad necesaria.
- Los sistemas de regulación y control utilizados en las diferentes zonas.

A título orientativo se comentan para 3 partes importantes del sistema de iluminación —superficies, luminarias y lámparas— los períodos que se pueden considerar correctos para su mantenimiento.

#### 1. Superficies.

Las superficies que constituyen los techos, paredes, ventanas, o componentes de las estancias, como el mobiliario, deben ser mantenidos para conservar sus características de reflexión.

En el momento necesario, debido al nivel de polvo o suciedad, se procederá a la limpieza de las superficies pintadas o alicatadas. Las pinturas de tipo “plásticas” se tratarán con esponjas o trapos humedecidos con agua jabonosa, las pinturas al silicato pasando ligeramente un cepillo con agua clara, y las de tipo temple se limpiará únicamente el polvo mediante trapos secos.



**Cada 5 años**, como mínimo, se revisará el estado de conservación de los acabados sobre yeso, cemento, derivados y madera, en interiores.

Cada 5 años, como mínimo, se procederá al repintado de los paramentos.

### 2. Limpieza de luminarias.

La pérdida más importante del nivel de iluminación la produce el ensuciamiento de la luminaria en su conjunto (lámpara + sistema óptico). Es fundamental la limpieza de sus componentes ópticos como reflectores o difusores.

Se procederá a su limpieza general, como mínimo, **2 veces al año**. Realizada la limpieza se comprobará la ganancia obtenida.

### 3. Sustitución de lámparas.

El flujo de las lámparas disminuye con el tiempo de utilización y una lámpara puede seguir funcionando después de la vida útil marcada por el fabricante pero su rendimiento lumenes/watio puede situarse por debajo de lo aconsejable y por tanto consumiendo más energía de la precisa.

Será, por tanto, necesario sustituir las lámparas al final de la vida útil indicada por el fabricante. Y habrá que tener en cuenta que cada tipo de lámpara (y en algunos casos según potencia) tiene una vida útil diferente.





## 5. NORMATIVA

Real Decreto 1580/2006, de 22-12-2006, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.

(Corr.err. Real Decreto 1580/2006, de 22-12-2006, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.)

Real Decreto 208/2005 de 25-02-2005 sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.

(Corr.err. Real Decreto 208/2005 de 25-02-2005 sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos.)

Real Decreto 838/2002, de 02-08-2002, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

Real Decreto 284/1999, de 22-02, por el que se regula el etiquetado energético de las lámparas de uso doméstico.

Real Decreto 154/1995 de 03-02-1995 por el que se modifica el Real Decreto 7/1988 de 08-01-1988 por el que se regula las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.

Real Decreto 7/1988 de 08-01-1988 relativo a las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.

Orden 06-06-1989 por la que se desarrolla y complementa el Real Decreto 7/1988 de 08-01-1988 relativo a las exigencias de seguridad del material eléctrico, destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.

UNE EN12464.1: Norma Europea sobre la iluminación para interiores.

UNE 12193: Iluminación de instalaciones deportivas.

Directiva 2002/95CE: Restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.



**EnerAgen**

Asociación de Agencias  
Españolas de Gestión de la Energía