

REGLAMENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR

INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS ITC-EA-XX

Antonio VALLADOLID ALONSO

Director de Departamento del Laboratorio Central Oficial de
Electrotecnia

FUNDACIÓN PARA FOMENTO DE LA INNOVACIÓN INDUSTRIAL

INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS

ITC-EA-01: *Eficiencia Energética*

ITC-EA-02: *Niveles de Iluminación*

ITC-EA-03: *Resplandor Luminoso Nocturno y Luz Intrusa o Molesta*

ITC-EA-04: *Componentes de las Instalaciones*

ITC-EA-05: *Documentación Técnica, Verificaciones e Inspecciones*

ITC-EA-06: *Mantenimiento de la Eficiencia Energética de las Instalaciones*

ITC-EA-07: *Mediciones Luminotécnicas en las Instalaciones de Alumbrado*

L.C.O.E.

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

P: potencia instalada en W (lámparas + equipos auxiliares).

S: superficie iluminada en m²

E_m: iluminancia media en servicio con el mantenimiento previsto

Cuanto mayor es ε , más eficiente es la instalación y por tanto menos es su consumo energético

L.C.O.E.

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se puede determinar, como un producto de eficiencias o rendimientos

$$\varepsilon = \varepsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

ε_L : eficacia de las lámparas y equipos auxiliares (lm/W)

f_m : factor de mantenimiento de la instalación.

f_u : factor de utilización de la instalación que engloba el de la luminaria

Cuanto mayor sea cada uno de los factores mayor será la eficiencia energética de la instalación.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Se utiliza el índice de eficiencia energética (I_{ε}) o su inversa (ICE, índice de consumo energético).

$$I_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} \quad ICE = \frac{1}{I_{\varepsilon}}$$

ε_R = eficiencia energética de referencia

ε = eficiencia energética de la instalación

Los valores de ε_R se definen en función del tipo de alumbrado (vial funcional o de otros tipos) y del nivel de E_m proyectada.

La calificación se completa mediante letras (A-G)

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
≥ 30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	≤ 5	5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por Interpolación lineal

Valores de referencia

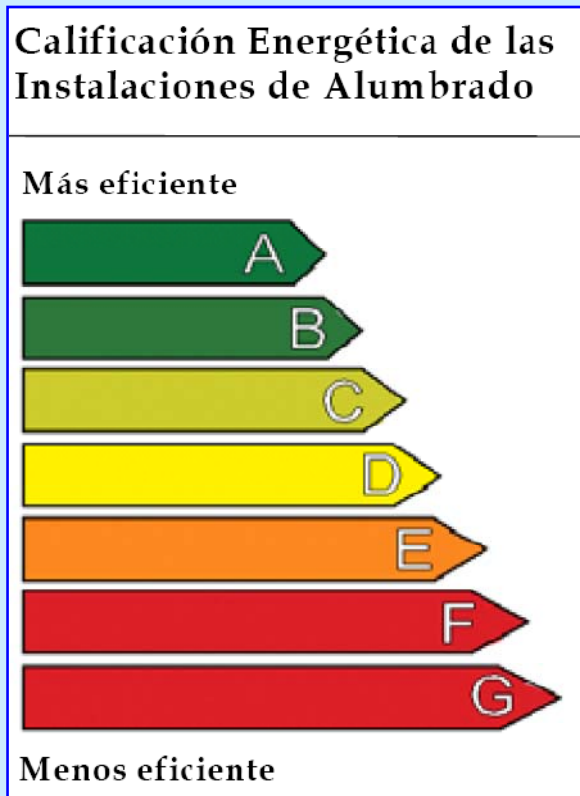
Calificación energética mediante código de 7 letras

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I_\epsilon > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_\epsilon > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_\epsilon > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_\epsilon > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_\epsilon > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_\epsilon > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_\epsilon \leq 0,20$

L.C.O.E.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Etiqueta de la instalación en función del consumo energético de la instalación (ICE)



Instalación:

Localidad / calle:

Horario de funcionamiento:

Consumo de energía anual (kWh/año):

Emisiones de CO₂ anual (kgCO₂/año):

Índice de eficiencia energética (I_E):

Iluminancia media en servicio E_m (lux):

Uniformidad (%):

NIVELES DE ILUMINACIÓN

Se establecen valores para:

- Alumbrado Vial (Funcional y ambiental)
- Alumbrado Específico.
- Alumbrado Ornamental;
- Alumbrado para Vigilancia y seguridad nocturna
- Alumbrado de Señales y anuncios luminosos
- Alumbrado Festivo y navideño

Niveles reducidos:

- En Vial, Ornamental y Señales, si $P \geq 5\text{kW}$
- Reducción manteniendo la uniformidad y deslumbramiento

NIVELES DE ILUMINACIÓN

- No se deben superar en más del 20% los niveles de referencia, basados en la EN 13201
- No son mínimos obligatorios; no son objeto de este Reglamento
- Asimismo se debe garantizar la uniformidad; el resto de requisitos de las tablas son valores de referencia no exigidos
- Posibilidad de excepcionalidad justificada y aprobada por el Órgano Competente de la Administración

NIVELES DE ILUMINACION

- Conjunto de requisitos luminotécnicos (Vial)
 - Luminancia L
 - Iluminancia E
 - Uniformidad U
 - Deslumbramiento
 - Relación de entorno
- Para otras instalaciones de alumbrado:
 - Se iluminará sólo la superficie que quiere dotar de alumbrado.
 - Las lámparas se escogerán con eficacia alta, compatible con requisitos cromáticos. Los valores mínimos de eficacia se indican en ITC-EA-04.
 - El equipo auxiliar será de bajas pérdidas, y el valor de $P(W)$ consumida por el conjunto se limitará según ITC-EA-04
 - Las luminarias serán de η elevado.
 - Se proyectarán los mayores factor de mantenimiento y de utilización (f_m , f_u) posibles.

RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO

El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, procedente, entre otros orígenes, de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas

- Se limita para evitar:
 - molestia \equiv contaminación
 - derroche \equiv pérdida de luz
- Se clasifican por zonas: E1(observatorios), E2 (zonas rurales); E3 (zonas residenciales) y E4(centros urbanos y comerciales)

LUZ INTRUSA O MOLESTA

Para minimizar los efectos de la luz intrusa o molesta procedente del alumbrado exterior sobre residentes y ciudadanos en general, se limitará:

- Iluminancia vertical en ventanas
- Intensidad luminosa de las luminarias
- Luminancia media y máxima de las superficies iluminadas: fachadas y similares
- Luminancia máxima de las señales y anuncios luminosos
- Deslumbramiento perturbador: TI o incremento de umbral

COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES

- Definir un marco común para la presentación de los datos fotométricos
- Lámparas: eficacia luminosa mínima
- Luminarias y Proyectoros: Características mínimas, aseguradas por laboratorio externo o medidas del fabricante:
 - FHS instalado
 - Rendimiento de la luminaria (η)
 - Factor de utilización (f_u)
 - Grado IP

COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES

- Balastos y Equipos asociados: conformidad con las normas Europeas de "características de funcionamiento" que no están consideradas por el Mercado CE; potencia eléctrica máxima consumida
- Sistemas de accionamiento para el ahorro de energía
 - Relojes horarios, fotocélulas
 - Relojes astronómicos (si $P > 5\text{kW}$)
 - Sistemas centralizados
- Sistemas de regulación del nivel luminoso
 - Balastos doble nivel
 - Balastos electrónicos con regulación
 - Reguladores-estabilizadores en cabecera de línea

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

- Complementaria a la exigida por el REBT
 - Proyecto ($P > 5 \text{ kW}$) o MTD ($P < 5 \text{ kW}$)
- DATOS A INCLUIR:
 - Del titular, del emplazamiento y uso al que se destina
 - Relación de luminarias, lámparas y equipos auxiliares que se prevea instalar y su potencia, con los datos relevantes
 - Factor de utilización (f_u) y de mantenimiento (f_m) de la instalación de alumbrado exterior, eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares a utilizar (ϵ_L), rendimiento de la luminaria (η), flujo hemisférico superior instalado (FHS_{inst}), disposición espacial adoptada para las luminarias y, cuando proceda, la relación luminancia/iluminancia (L/E) de la instalación
 - Régimen de funcionamiento y medidas para la mejora de la eficiencia y limitación del resplandor y luz intrusa
 - Cálculo de la eficiencia de la instalación (ϵ) y calificación energética (I_ϵ)
 - Anexos con los cálculos luminotécnicos; plan de mantenimiento y costes de explotación y mantenimiento

DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

• INFORMACIÓN A LOS TITULARES

- Instrucciones de uso
- Instrucciones para el mantenimiento de los niveles
 - Reposición masiva de lámparas
 - Limpieza de luminarias
 - Inspección y mediciones eléctricas
- Relación de receptores y lámparas
- Etiqueta energética

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
Más eficiente	
	A
	B
	C
	D
	E
	F
	G
Menos eficiente	
Instalación:	
Localidad / calle:	
Horario de funcionamiento:	
Consumo de energía anual (kWh/año):	
Emisiones de CO ₂ anual (kgCO ₂ /año):	
Índice de eficiencia energética (I _E):	
Iluminancia media en servicio E _m (lux):	
Uniformidad (%):	

VERIFICACIONES e INSPECCIONES

El cumplimiento de los requisitos de eficiencia energética deberá comprobarse:

- en todos los casos,
 - mediante verificación inicial, previa a la puesta en servicio
 - realizada por un instalador autorizado en baja tensión
 - y, además, según la potencia instalada, mediante inspección inicial y verificaciones o inspecciones periódicas, de acuerdo con lo indicado en la ITC-EA 05.
- Verificación inicial y periódica:
 - Potencia eléctrica consumida, Iluminancia media y Uniformidad
 - Inspección inicial y periódica:
 - Las anteriores
 - Luminancia media, si existen valores, Deslumbramiento perturbador y Relación de entorno (SR)

VERIFICACIONES e INSPECCIONES

1. Previa a la puesta en servicio:

VERIFICACIÓN
INICIAL

Instalador REBT

TODAS LAS INSTALACIONES DE AE

INSPECCIÓN
INICIAL

Organismo de
Control

$P > 5 \text{ kW}$

2. Cada 5 años:

VERIFICACIÓN
PERIÓDICA

Instalador REBT

$P \leq 5 \text{ kW}$

INSPECCIÓN
PERIÓDICA

Organismo de
Control

$P > 5 \text{ kW}$

1 kW

5 kW

MANTENIMIENTO

Obligatorio realizar un mantenimiento de la instalación para asegurar el nivel proyectado de servicio y que no haya pérdida de eficiencia por falta de mantenimiento

$$f_m = \frac{E_{\text{servicio}}}{E_{\text{inicial}}} < 1 \Rightarrow f_m \uparrow\uparrow \text{ para frecuencias mantenimiento } \downarrow\downarrow$$



Seleccionar lámparas, equipos auxiliares y luminarias mejores que impliquen una menor frecuencia de mantenimiento

$$f_m = \text{FDFL} \cdot \text{FSL} \cdot \text{FDLU} \cdot (\text{FDSR})$$

Factor depreciación flujo lámpara

Factor supervivencia lámpara

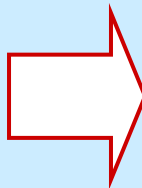
Factor depreciación luminaria

Factor depreciación superficies (túneles y p. sub)

OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

- Realizar las operaciones indicadas en el proyecto:
responsable el titular de la instalación
 - Directamente por sus medios
 - Subcontratación
- Las realiza un instalador autorizado \Rightarrow Registro de las operaciones, archivadas 5 años
- Operaciones mínimas:
 - Consumo energético anual
 - Tiempos de encendido y apagado de los puntos de luz
 - Energía activa y reactiva consumida (discrim. horaria y fdp)
 - Niveles de iluminación mantenidos

REGISTRO DE LAS OPERACIONES



#N

#2

#1

- Ubicación Instalación
- Titular instalación y Titular mantenimiento
- N° orden operación de mantenimiento preventivo/correctivo
- Fecha y persona que ejecutó
- Operaciones realizadas:
 - Consumo energético anual
 - Tiempos de encendido y apagado de los puntos de luz
 - Energía activa y reactiva consumida (discriminación horaria y fdp)
 - Niveles de iluminación mantenidos
 -

MEDICIONES LUMINOTÉCNICAS

Establecer procedimientos y métodos de medida para que sea más homogéneo:

- Realización de los proyectos y cálculos
- Realización de las verificaciones e Inspecciones
- Condiciones antes de realización de las medidas
 - Geometría, tensión alimentación, otras instalaciones y condiciones meteorológicas
- Medida de luminancia e iluminancia
 - Luminancímetro y luxómetro

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Antonio Valladolid - avalladolid@lcoe.etsii.upm.es