

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR EFICIENCIA ENERGÉTICA	GUÍA-EA-01
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

Instrucción Técnica Complementaria EA - 01 Eficiencia Energética

INDICE

1. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN.....	2
2. REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	4
2.1 INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL.....	4
2.2 INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIAL AMBIENTAL.....	5
2.3 OTRAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.....	5
2.4 INSTALACIONES DE ALUMBRADO FESTIVO Y NAVIDEÑO.....	5
3. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.....	6

PROYECTO PARA EFICIENCIA ENERGÉTICA

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR EFICIENCIA ENERGÉTICA	GUÍA-EA-01
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

1. EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN

1.1 La eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior 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.

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

siendo:

- ϵ = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ($\text{m}^2 \cdot \text{lux/W}$)
- P = potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W);
- S = superficie iluminada (m^2);
- E_m = iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux);

La superficie iluminada a considerar (S) será la definida por la dimensión de la sección transversal, y longitudinalmente por una dimensión representativa de la implantación de los puntos de luz proyectados.

La iluminancia media (E_m) será la obtenida en el cálculo de la superficie anteriormente citada (S).

La potencia (P) será la correspondiente a todas las luminarias comprendidas en la superficie de cálculo, teniendo en cuenta que la potencia de las luminarias que delimitan la superficie (S) transversalmente se contabilizará solo al 50 %. En el caso de áreas de estudio irregulares se considerará el total de la potencia de los puntos de luz que dispongan sobre dichas áreas.

Factor de mantenimiento (f_m): Es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales

Factor de utilización (f_u): Es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias.

El factor de utilización de la instalación es función del tipo de lámpara, de la distribución de la intensidad luminosa y rendimiento de las luminarias, así como de la geometría de la instalación, tanto en lo referente a las características dimensionales de la superficie a iluminar (longitud y anchura), como a la disposición de las luminarias en la instalación de alumbrado exterior (tipo de implantación, altura de las luminarias y separación entre puntos de luz).

El factor de utilización es función del tipo de fuente de luz, de la distribución de la intensidad luminosa y rendimiento de las luminarias, así como de la geometría de la instalación, tanto en lo referente a las características dimensionales de la superficie a iluminar (longitud y anchura), como a la disposición de las luminarias en la instalación de alumbrado exterior (tipo de implantación, altura de las luminarias y separación entre puntos de luz).

1.3 Para mejorar la eficiencia energética de una instalación de alumbrado se podrá actuar incrementando el valor de cualquiera de los tres factores anteriores, de forma que la instalación más eficiente será aquella en la que el producto de los tres factores -eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares y factores de mantenimiento y utilización de la instalación- sea máximo.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR EFICIENCIA ENERGÉTICA	GUÍA-EA-01
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

Viales con zonas adyacentes de alumbrado funcional y ambiental.

1. Cuando mediante alumbrado vial funcional se iluminen además aceras, zonas peatonales, etc. Se realizarán los cálculos luminotécnicos acordes con lo dispuesto en la ITC-EA-02 para cada zona, mientras que para el cálculo de la eficiencia energética se tomará en consideración lo siguiente:
 - La superficie iluminada a considerar (S) será la definida por la dimensión total de la sección transversal, y longitudinalmente por una dimensión representativa de la implantación de los puntos de luz proyectados.
 - La iluminancia media (E_m), será la obtenida en el cálculo luminotécnico de la superficie anteriormente citada (S).
 - La potencia (P) será la correspondiente a la de todas las luminarias comprendidas en la superficie de cálculo, teniendo en cuenta que la potencia de las luminarias que delimitan la superficie (S) se contabilizará sólo al 50 %. En el caso de áreas de estudio irregulares se considerará el total de la potencia de los puntos de luz que se dispongan sobre dichas áreas.
 - Tanto los requisitos mínimos como los valores de referencia de eficiencia energética, serán los correspondientes al alumbrado vial funcional.

2. Cuando se proyecte un alumbrado vial ambiental para reforzar la iluminación en aceras, zonas peatonales, etc. Iluminadas parcialmente por un alumbrado funcional adyacente, se realizarán los cálculos luminotécnicos acordes con lo dispuesto en la ITC-EA-02 para cada zona, mientras que para el cálculo de la eficiencia energética se tendrá en consideración lo señalado en el punto 1, teniendo en cuenta que para el cálculo de la potencia (P), se tomará la de todas las luminarias, tanto funcionales como ambientales, comprendidas en la superficie de cálculo, teniendo en cuenta que la potencia de las luminarias que delimitan la superficie (S) transversalmente se contabilizará solo al 50 %.

Tanto los requisitos mínimos como los valores de referencia de eficiencia energética, serán los correspondientes al alumbrado vial funcional.

3. Cuando en una misma sección de un vial coexistan alumbrados funcional y ambiental, que iluminan de forma independiente diferentes superficies y cuya influencia entre ellos no sea considerable, se realizarán para cada zona los cálculos luminotécnicos acordes con lo dispuesto en la ITC-EA-02 y para el cálculo de la eficiencia energética lo establecido en la ITC-EA-01.

Para la evaluación de las eficiencias energéticas, los valores de referencia serán los correspondientes a cada tipo de alumbrado funcional y ambiental.

En el anexo de esta Guía Técnica de Aplicación, se exponen diversos ejemplos de cálculo de la eficiencia energética para los tres casos de viales con zonas adyacentes de alumbrado funcional y ambiental.

2. REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

2.1 Instalaciones de alumbrado vial funcional.

Se definen como tales las instalaciones de alumbrado vial de autopistas, autovías, carreteras y vías urbanas, consideradas en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-02 como situaciones de proyecto A y B.

Las instalaciones de alumbrado vial funcional, con independencia del tipo de lámpara, pavimento y de las características o geometría de la instalación, deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan en la tabla 1.

Tabla 1 – Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial funcional

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

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

Para las instalaciones de alumbrado en zonas especiales de viales, se aplicarán los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en el apartado 2.3.

2.2 Instalaciones de alumbrado vial ambiental

Alumbrado vial ambiental es el que se ejecuta generalmente sobre soportes de baja altura (3-5 m) en áreas urbanas para la iluminación de vías peatonales, comerciales, aceras, parques y jardines, centros históricos, vías de velocidad limitada, etc., considerados en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-02 como situaciones de proyecto C, D y E.

Las instalaciones de alumbrado vial ambiental, con independencia del tipo de lámpara y de las características o geometría de la instalación -dimensiones de la superficie a iluminar (longitud y anchura), así como disposición de las luminarias (tipo de implantación, altura y separación entre puntos de luz)-, deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan en la tabla 2.

Tabla 2 – Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental.

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5

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

2.3 Otras instalaciones de alumbrado

En el alumbrado específico, el alumbrado ornamental, el alumbrado para vigilancia y seguridad nocturna, y el de señales y anuncios luminosos, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Se iluminará únicamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- Se instalarán lámparas de elevada eficacia luminosa compatibles con los requisitos cromáticos de la instalación y con valores no inferiores a los establecidos en el capítulo 1 de la ITC-EA-04.
- Se utilizarán luminarias y proyectores de rendimiento luminoso elevado según la ITC-EA-04
- El equipo auxiliar será de pérdidas mínimas, dándose cumplimiento a los valores de potencia máxima del conjunto lámpara y equipo auxiliar, fijados en la ITC-EA-04.
- El factor de utilización de la instalación será el más elevado posible, según la ITC-EA-04.
- El factor de mantenimiento de la instalación será el mayor alcanzable, según la ITC-EA-06.

2.4 Instalaciones de alumbrado festivo y navideño

La potencia asignada de las lámparas incandescentes utilizadas será igual o inferior a 15 W, y la potencia máxima instalada por unidad de superficie (W/m^2) será la indicada en la ITC-EA-02.

En el alumbrado festivo y navideño se potenciará el uso de microlámparas, hilo luminoso, fibra óptica, LED, holografías u otros sistemas de ahorro energético.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR EFICIENCIA ENERGÉTICA	GUÍA-EA-01
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

En el proyecto o memoria técnica de diseño, además de las características geométricas de las calles donde se va a instalar, se incluirá la potencia de las lámparas incandescentes convencionales utilizadas, así como la potencia máxima instalada por unidad de superficie de calle

3. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrados de señales y anuncios luminosos y festivo y navideño, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

El índice de eficiencia energética (I_{ϵ}) se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación (ϵ) y el valor de eficiencia energética de referencia (ϵ_R) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada, que se indica en tabla 3.

$$I_{\epsilon} = \frac{\epsilon}{\epsilon_R}$$

Tabla 3 – Valores de eficiencia energética de referencia

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

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía). El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_{\epsilon}}$$

La tabla 4 determina los valores definidos por las respectivas letras de consumo energético, en función de los índices de eficiencia energética declarados.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR EFICIENCIA ENERGÉTICA	GUÍA-EA-01
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

La calificación energética de una instalación de alumbrado se efectuará para cada sección de vial de idénticas características geométricas, luminotécnicas y de distribución de los puntos de luz.

En el supuesto en el que se requiera realizar la calificación energética de la totalidad de los puntos de luz de un alumbrado vial alimentados por un cuadro de alumbrado, se aplicará la siguiente expresión:

$$I_{Ei} = \frac{\sum (I_{Ei} \cdot S_i)}{\sum S_i}$$

Donde :

I_{Ec} = índice de eficiencia energética de las instalaciones de alumbrado vial alimentadas por el cuadro.

I_{Ei} = índice de eficiencia energética de cada tipo de sección.

S_i = superficie de cada tipo de sección.

Ejemplo de cálculo de la calificación energética de una instalación de alumbrado vial compuesta por varias calles alimentadas por el mismo cuadro de alumbrado

Vía 1 de tráfico rodado

Longitud = 480 m ; Anchura = 8 m ; superficie = 480 x 8 = 3.840 m²

Calificación Energética : B ($I_{Ei} = 0,96$)

Vía 2 de tráfico rodado

Longitud = 510 m ; Anchura = 12 m ; superficie = 510 x 12 = 6.120 m²

Calificación Energética : A ($I_{Ei} = 1,18$)

Calle 3 peatonal

Longitud = 420 m ; Anchura = 15 m ; superficie = 420 x 15 = 6.300 m²

Calificación Energética : C ($I_{Ei} = 0,85$)

$$I_{Ec} = \frac{0,96 \times 3840 + 1,18 \times 6120 + 0,85 \times 6300}{3840 + 6120 + 6300} = \frac{16263}{16260} = 1,00$$

$I_{Ec} = 1,00$ Calificación B

En el caso de que se precise calificar una instalación de alumbrado, constituida por diferentes secciones de viales, alimentada por uno o varios cuadros de alumbrado, la calificación energética se realiza de la siguiente manera:

- Empleando el índice de eficiencia energética alcanzado por cada sección de vial ponderado por la superficie total

$$I_{Ei} = \frac{\sum (I_{Ei} \cdot S_i)}{\sum S_i}$$

Siendo :

I_{Einst} = índice de eficiencia energética de la instalación de alumbrado vial

I_{Ei} = índice de eficiencia energética de cada tipo de sección

S_i = superficie de cada tipo de sección

Ejemplo de calificación energética de una instalación de alumbrado vial constituida por diferentes secciones de viales alimentadas por uno o varios cuadros de alumbrado.

Vial 1 de tráfico rodado	Calle 2 peatonal
Sección α : $230 \text{ m} \times 7 \text{ m} = 1610 \text{ m}^2$ $I_{\epsilon} = 1,20$ (A)	Sección X: $420 \text{ m} \times 8 \text{ m} = 3360 \text{ m}^2$ $I_{\epsilon} = 0,90$ (C)
Sección β : $340 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 3400 \text{ m}^2$ $I_{\epsilon} = 0,94$ (B)	Sección Y: $530 \text{ m} \times 14 \text{ m} = 7420 \text{ m}^2$ $I_{\epsilon} = 0,70$ (D)
Sección γ : $180 \text{ m} \times 12 \text{ m} = 2160 \text{ m}^2$ $I_{\epsilon} = 0,85$ (C)	Sección Z: $380 \text{ m} \times 16 \text{ m} = 6080 \text{ m}^2$ $I_{\epsilon} = 0,94$ (B)
$I_{\epsilon 3} = \frac{1,20 \times 1610 + 0,94 \times 3400 + 0,85 \times 2160}{1610 + 3400 + 2160}$	$I_{\epsilon 2} = \frac{0,90 \times 3360 + 0,70 \times 7420 + 0,94 \times 6080}{3360 + 7420 + 6080}$
$I_{\epsilon 1} = 0,97$ (B)	$I_{\epsilon 2} = 0,83$ (C)

CONJUNTO

$$I_{\epsilon t} = \frac{0,97 \times 7170 + 0,83 \times 16860}{7170 + 16860} = \frac{20949}{24030} = 0,87$$

$I_{\epsilon t} = 0,87$ Calificación C

Tabla 4 – Calificación energética de una instalación de alumbrado.

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

Entre la información que se debe entregar a los usuarios figurará la eficiencia energética (ϵ), su calificación mediante el índice de eficiencia energética (I_{ϵ}), medido, y la etiqueta que mide el consumo energético de la instalación, de acuerdo al modelo que se indica a continuación:

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado
<p>Más eficiente</p> <p>Menos eficiente</p>
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 (%):

Colores que deberán usarse en la etiqueta:
 CMYK: cian, magenta, amarillo, negro.
 Ejemplo: 07X0: 0 % cian, 70 % magenta, 100 % amarillo, 0 % negro.

- Flechas:
- A: X0X0; B: 70X0; C: 30X0; D: 00X0; E: 03X0; F: 07X0; G: 0XX0
- Color del contenido: X070
- Todo el texto en negro. El fondo es blanco

En consonancia con lo preceptuado en los artículos 9, 10 y 11 del Reglamento, la documentación en la que se incluirá la eficiencia energética y su calificación, incluida la etiqueta que mide el consumo energético de la instalación se debe entregar al titular de la instalación

PROYECTO