

Reglament d'Eficiència Energètica en instal·lacions d'enllumenat exterior

MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO

***REAL DECRETO 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se
aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones
de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas
complementarias EA-01 a EA-07***

Aquest Reglament era necessari esperat i fins i tot desitjat.

- ▶ **Potencial d'estalvi energètic**
- ▶ **Efecte imatge de l'Enllumenat Exterior**

El seu plantejament és adequat

- ▶ **Criteris correctes**
- ▶ **Coincidents amb altres Reglamentacions nacionals**
- ▶ **Reglaments i pràctiques internacionals**

Tractament molt complet

- ▶ **Eficiència energètica**
- ▶ **Qualitats il·luminació**
- ▶ **Protecció ambiental del Medi nocturn**
- ▶ **Materials i instal·lacions**
- ▶ **Manteniment**

Abast d'aplicació extens

- a) **Vial (Funcional i ambiental)**
- b) **Específic**
- c) **Ornamental**
- d) **Vigilància i seguretat nocturna i Senyals i
anuncis lluminosos**
- f) **Festiu i nadalenc**

Abast d'aplicació extens

b) Específic

Enllumenat de Passarel·les per als vianants, Escales i Rampes

Enllumenat de Passos Soterranis per als vianants

Enllumenat Addicional de passos de vianants

Enllumenat de Parcs i Jardins

Enllumenat de Passos a nivell de Ferrocarril

Enllumenat de Fons de Sac

Enllumenat de Glorietes

Enllumenat de Túnels i Passos Inferiors

Aparcaments de vehicles a l'aire lliure

Enllumenat d'Àrees de Treball Exteriors

El tractament complet i abast extens obliguen a:

- ▶ **Especificacions complexes i nombroses**
- ▶ **Aplicació practica complicada**
- ▶ **Interpretació difícil**
- ▶ **Alguns casos d'especificació indeterminada**

Enllumenat Vial molt orientat a carreteres

Aplicació difícil en Enllumenat Urbà

Una opinió personal:

- ▶ **Molt exigent en controls i documentació**
- ▶ **Valors i límits d'eficiència molt permissius**

Conveniència de:

- ▶ **Establir interpretacions consensuades en casos dubtosos**
- ▶ **Definir aclariments que facilitin la seva aplicació pràctica**
- ▶ **Estudiar las casuístiques que anirà desvetllant la seva aplicació**

Instrucció Tècnica Complementària EA -01

Eficiència Energètica

ÍNDEX

1. EFICIÈNCIA ENERGÈTICA D'UNA INSTAL·LACIÓ

2. REQUISITS MÍNIMS D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

2.1 Instal·lacions d'enllumenat viari funcional

2.2 Instal·lacions d'enllumenat viari ambiental

2.3 Altres instal·lacions d'enllumenat

2.4 Instal·lacions d'enllumenat festiu i nadalenc

3. QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DE LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

- **EFICIÈNCIA ENERGÈTICA D'UNA INSTAL·LACIÓ**

només s'aplica en:

a) Vial (Funcional i ambiental)

(ULL en apartat 3)

2. REQUISITS MÍNIMS D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

s'aplica en

- b) Específic.
- c) Ornamental
- d) Vigilància i seguretat nocturna
- e) Senyals i anuncis lluminosos
- f) Festiu i nadalenc

2. REQUISITS MÍNIMS D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

s'aplica en

b) Específic.

Enllumenat de Passarel·les per als vianants, Escales i Rampes

Enllumenat de Passos Soterranis per als vianants

Enllumenat Addicional de passos de vianants

Enllumenat de Parcs i Jardins

Enllumenat de Passos a nivell de Ferrocarril

Enllumenat de Fons de Sac

Enllumenat de Glorietes

Enllumenat de Túnels i Passos Inferiors

Aparcaments de vehicles a l'aire lliure

(*) Enllumenat d'Àrees de Treball Exteriors

(Comercial, de Servei, Esportiu ?)

c) Ornamental;

d) Vigilància i seguretat nocturna

i) Senyals i anuncis lluminosos

f) Festiu i nadalenc

3. QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DE LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

s'aplica a **TOTS** excepte:

e) Senyales i anuncis lluminosos

f) Festius i nadalenc

EFICIÈNCIA ENERGÈTICA D'UNA INSTAL·LACIÓ

omés s'aplica en:

a) Vial (Funcional i ambiental)

1. EFICIÈNCIA ENERGÈTICA D'UNA INSTAL·LACIÓ

1.1 L'eficiència energètica d'una instal·lació d'enllumenat exterior es defineix com la relació entre el producte de la superfície il·luminada per l'iluminància mitjana en servei de la instal·lació entre la potència activa total instal·lada.

sent:

η = eficiència energètica de la instal·lació d'enllumenat exterior ($\text{m}^2 \text{ lux/W}$)

P = potència activa total instal·lada (làmpades i equips auxiliars) (W)

S = superfície il·luminada (m^2)

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

E_m = iluminància mitjana en servei de la instal·lació, considerant el manteniment previst (lux);

Aquest índex expressa : servei lumínic obtingut/ potencia requerida coincideix conceptualment amb el Codi Tècnic Edificació.

Una altra forma d'expressar-lo és:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_L \cdot f_m \cdot f_u \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lum}}{\text{W}} \right),$$

sent:

$\mathcal{E}_L$ = eficiència de les làmpades i equips auxiliars (lum/W= m2 lux/W);

f_m = factor de manteniment de la instal·lació (en valors per unitat)

f_u = factor d'utilització de la instal·lació (en valors per unitat)

Aquest índex expressa: flux útil / potència requerida

En ambdós casos són indicadors de potència

DIFERÈNCIA ENTRE ENLLUMENAT FUNCIONAL I AMBIENTAL (TAMBÉ HO FA EL CTE)

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

ELS VALORS MÍNIMS EXIGITS EN L'ENLLUMENAT AMBIENTAL, SÓN DE L'ORDRE DE 0,5 RESPECTE A L'ENLLUMENAT FUNCIONAL

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

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

VIA 30 LUX : EEM=22

Eficàcia lamp. Y eq. 87 lum/w

Factor Manteniment : 0,7 (*)

Factor utilització: 0,36

VIA 15 LUX : EEM=15

Eficàcia lamp. Y eq. 87 lum/w

Factor Manteniment : 0,7 (*)

Factor utilització: 0,24

VIA 7,5 LUX : EEM=9,5

Eficàcia lamp. Y eq. 87 lum/w

Factor Manteniment : 0,7 (*)

Factor utilització: 0,15 (*) v. ITC EA 06

EXEMPLE D'APLICACIÓ:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_L \cdot f_m \cdot f_u \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

**L'EFICIÈNCIA ENERGETICA EXIGIDA DISMINUEIX AMB EL NIVELL
D'IL·LUMINACIÓ.**

AIXÒ NO ES AIXÍ EN ALTRES REGLAMENTACIONS

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

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lum}}{\text{W}}\right)$
≥ 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

EFICIENCIA ENERGETICA

	CTE	REEAE
MAX.	12	22
MIN.	3,5	3,5
MX/MN	3,4	<u>6,3</u>

VIA 5 LUX : EEM= 3,5

Eficàcia lamp. Y eq. 82 lum/w

Factor Manteniment : 0,7 (*)

Factor utilització: **0,06**

EN EL CAS DEL ENLLUMENAT AMBIENTAL PODEN ASSOLIR-SE VALORS D'EFICIÈNCIA DIFÍCILMENT JUSTIFICABLES:

ACLARACIÓ NECESSÀRIA:

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

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);

QUÈ SUPERFÍCIE I NIVELL HA DE CONSIDERAR-SE?

CALÇADA, VORERA, VORALS, PASSEIGS, JARDINS, TOT.....?

2. REQUISITS MÍNIMS D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

s'aplica en

b) Específic.

Enllumenat de Passarel·les per als vianants, Escales i Rampes

Enllumenat de Passos Soterranis per als vianants

Enllumenat Addicional de passos de vianants

Enllumenat de Parcs i Jardins

Enllumenat de Passos a nivell de Ferrocarril

Enllumenat de Fons de Sac

Enllumenat de Glorietes

Enllumenat de Túnels i Passos Inferiors

Aparcaments de vehicles a l'aire lliure

(*) Enllumenat d'Àrees de Treball Exteriors

(Comercial, de Servei, Esportiu ?)

c) Ornamental;

d) Vigilància i seguretat nocturna

i) Senyals i anuncis lluminosos

f) Festiu i nadalenc

2.3 Altres instal·lacions d'enllumenat

En l'enllumenat específic, l'enllumenat ornamental, l'enllumenat per a vigilància i seguretat nocturna, i el de senyals i anuncis lluminosos, es tindran en compte els següents aspectes:

- a) S'il·luminarà únicament la **superfície** que es vol dotar d'enllumenat.
- b) S'instal·laran **làmpades** d'elevada eficàcia lluminosa compatibles amb els requisits cromàtics de la instal·lació i amb valors no inferiors als establerts al capítol 1 de l'ITC-EA-04.

a) 40 lum/W, per a enllumenats de vigilància i seguretat nocturna i de senyals i anuncis lluminosos

b) 65 lum/W, per a enllumenats vial, específic i ornamental

c) S'utilitzaran **lluminàries i projectors** de rendiment
lluminós elevat segons l'ITC-EA-04

Tabla 1 - Características de las luminarias y proyectores.

PARÁMETROS	ALUMBRADO VIAL		RESTO ALUMBRADOS (1)	
	Funcional	Ambiental	Proyectores	Luminarias
Rendimiento	$\geq 65\%$	$\geq 55\%$	$\geq 55\%$	$\geq 60\%$
Factor de utilización	(2)	(2)	$\geq 0,25$	$\geq 0,30$
(1) A excepción de alumbrado festivo y navideño. (2) Alcanzarán los valores que permitan cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en las tablas 1 y 2 de la ITC-EA-01.				

**EL FACTOR D'UTILITZACIÓ ÉS MENYS EXIGENT EN ELS
ENLLUMENATS VIALS?**

d) **L'equip auxiliar** serà de pèrdues mínimes, donant-se compliment als valors de potència màxima del conjunt làmpada i equip auxiliar, fixats en l'ITC-EA-04.

e) El **factor d'utilització** de la instal·lació serà el més elevat possible, segons l'ITC-EA-04.

f) El **factor de manteniment** de la instal·lació serà el major assequible, segons l'ITC-EA-06.

2.4 Instal·lacions d'enllumenat festiu i nadalenc

La potència assignada de les **làmpades incandescents** utilitzades serà igual o inferior a 15 W, i la potència màxima instal·lada per unitat de superfície (W/m²) serà d'indicada en l'ITC-EA-02.

Tabla 14 – Valores máximos de la potencia instalada en alumbrado festivo y navideño.

Anchura de la calle entre fachadas	Potencia máxima instalada por unidad de superficie W/m ²	
	Nº de horas al año de funcionamiento mayor de 200 horas	Nº de horas al año de funcionamiento entre 100 y 200 horas
Hasta 10 m	10	15
Entre 10 m y 20 m	8	12
Más de 20 m	6	9

**POTÈNCIA / M2 EN FUNCIÓ DE L'AMPLADA DEL CARRER ?
LA POTENCIA A UNA ILLA DE L'EIXAMPLE DE BARCELONA
PODRIA SUPERAR ELS 20 KW**

QUALIFICACIÓ ENERGÈTICA DE LES INSTAL·LACIONS D'ENLLUMENAT

s'aplica a tots excepte:

e) Senyals i anuncis lluminosos

f) Festiu i nadalenc

**ÍNDEX D'EFICIÈNCIA
ENERGÈTICA**

$$I_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

eficiència energètica de d'instal·lació

eficiència energètica de referència

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			

ÍNDEX DE CONSUM ENERGÈTIC

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

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	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_{\epsilon} > 0,92$
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	$ICE \geq 5,00$	$I_{\epsilon} \leq 0,20$

INTERPRETACIÓ APROXIMADA:

Eficiència energètica de referència: **aprox. 1,5 eficiència mínima requerida en Taules 1 i 2**

ICE = 1,5 eficiència mínima / eficiència real instal·lació

ICE= 1,5: eficiència real igual a la mínima

ICE< 1,5 : eficiència real superior a la mínima

ICE>1,5 .: eficiència real inferior a la mínima

- En Enllumenat Vial les Qualificacions E;F i G no compleixen els mínims requerits
- Com es calcula l'ICE en enllumenats no viaris?
- Se estan utilitzant en Enllumenats Específics i d'altres tipus, Criteris reservats en principi per a Enllumenat vial.
- En realitat les Qualificacions atenen a la Potència i no al consum. Encara que l'horari de funcionament figuri en l'etiqueta, no intervé en la Qualificació.

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
Más eficiente Menos eficiente	
Instalación: Localidad / calle: Horario de funcionamiento: Consumo de energía anual (kWh/año): Emisiones de CO₂ anual (kg CO₂/año): Índice de eficiencia energética (I_E): Iluminancia media en servicio E_m (lux): Uniformidad (%):	

Instrucció Tècnica Complementària

EA -02 NIVELLS D'IL·LUMINACIÓ

ÍNDEX

1. GENERALITATS

2. ENLLUMENAT VIAL

- 2.1 Classificació de les vies i selecció de les classes d'enllumenat
- 2.2 Nivells d'il·luminació dels vials
- 2.3 Nivells d'il·luminació de zones especials de vials

3. ENLLUMENATS ESPECÍFICS

- 3.1 Enllumenat de Passarel·les per Als Vianants, Escales i Rampes
- 3.2 Enllumenat de Passos Subterranis per Als Vianants
- 3.3 Enllumenat Addicional de Passos de Vianants
- 3.4 Enllumenat de Parcs i Jardins
- 3.5 Enllumenat de Passos a Nivell de Ferrocarrils
- 3.6 Enllumenat de Fons de Sac
- 3.7 Enllumenat de Glorietes

- 3.8 Enllumenat de Túnel·s i Passos Inferiors
- 3.9 Aparcaments de vehicles a l'aire lliure
- 3.10 Enllumenat d'Àrees de Treball Exteriors

4. ENLLUMENAT ORNAMENTAL

5. ENLLUMENAT PER A VIGILÀNCIA I SEGURETAT NOCTURNA

6. ENLLUMENAT DE SENYALS I ANUNCIS LLUMINOSOS

7. ENLLUMENAT FESTIU I NADALENC

8. ENLLUERNAMENTS

- 8.1 Instal·lacions d'Enllumenat viari funcional
- 8.2 Instal·lacions d'Enllumenat viari ambiental
- 8.3 Altres Instal·lacions d'Enllumenat

9. NIVEL·LS D'IL·LUMINACIÓ REDUÏTS

10. CLASSES D'ENLLUMENAT DE SIMILAR NIVELL D'ILUMINACIÓ

1. GENERALITATS

Els nivells màxims de luminància o d'iluminància mitjana de les instal·lacions d'enllumenat descrites a continuació **no podran superar en més d'un 20%** els nivells mitjos de referència establerts en la present ITC

Aquests nivells mitjos de referència estan basats en les normes de la sèrie UNE-EN 13201 "Il·luminació de carreteres", i **no tindran la consideració de valors mínims obligatoris**, doncs queden fora dels objectius d'aquest Reglament.

S'haurà de **garantir** així mateix el valor de la **uniformitat** mínima, mentre que **la resta de requisits fotomètrics**, per exemple, valor mínim d'iluminància en un punt, enlluernament i il·luminació de voltants, descrits per a cada classe de il·luminat, **són valors de referència, però no exigits**.

ENLLUMENAT VIAL

Esquema d'ús:

Classificació vies (per velocitat)

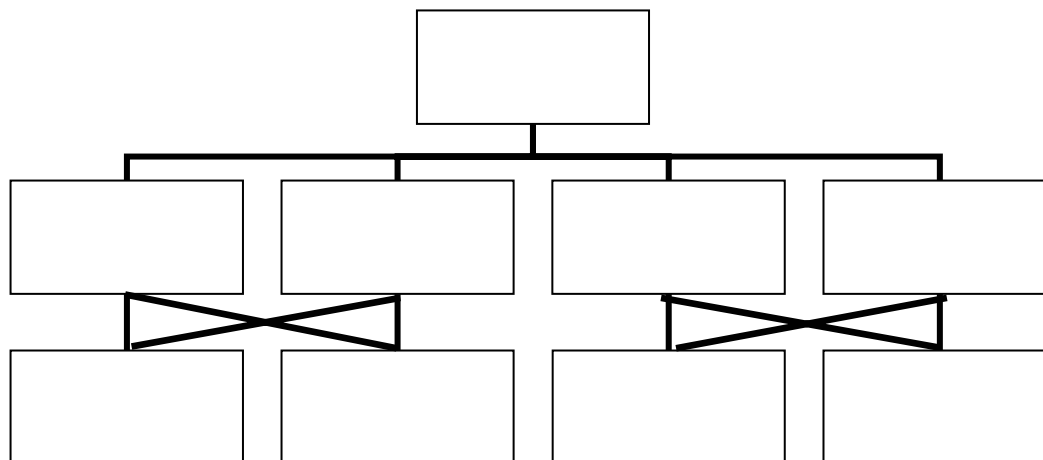
-1 Taula

Classes enllumenat

- 4 Taules

Nivells d'il·luminació

- 4Taules



Instrucció Tècnica Complementaria EA - 02

NIVELES DE ILUMINACIÓN

2.1.1 El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la Tabla 1.

Tabla 1 – Clasificación de las vías

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

EJEMPLO: Vía urbana: Clase B

Tabla 3 – Clases de alumbrado para vías tipo B

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
B1	Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante. Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.	
	Intensidad de tráfico	
	IMD ≥ 7.000	ME2 / ME3c
	IMD < 7.000	ME4b / ME5 / ME6
B2	Carreteras locales en áreas rurales.	
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.	
	IMD ≥ 7.000	ME2 / ME3b
	IMD < 7.000	ME4b / ME5
^(*) Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.		

Ejemplo: IMD < 7000 ME4b/ME5/ME6

ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

Exemple : 0,75 / 0,50 / 0,30 cd/m² ????

⁽⁴⁾ Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminancia, multiplicando los primeros por el coeficiente *R* (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

11,25 / 7,5 / 4,5 lux ??? (1)

[1] Depèn. De què depèn? Segons com es miri, tot depèn.....

2.1.3 Cuando para una determinada situación de proyecto e intensidad de tráfico puedan seleccionarse distintas clases de alumbrado, se elegirá la clase teniendo en cuenta la complejidad del trazado, el control de tráfico, la separación de los distintos tipos de usuarios y otros parámetros específicos.

???????

Vies urbanes:

- ▶ Vies col·lectores i rondes de circumval·lació.
- ▶ Vies urbanes de trànsit important, ràpides radials i de distribució urbana a districtes.
- ▶ Vies principals de la ciutat i travessia de poblacions

30-10 lux.

- ▶ Vies urbanes secundàries de connexió a urbanes de trànsit Important

22-7,5 lux

- ▶ Carrers residencials suburbans amb voreres per a vianants al llarg de la calçada

20-5 lux

Vianants:

- ▶ Espais per als vianants de connexió, carrers per als vianants, i voreres al llarg de la calçada.
- ▶ Àrees comercials per als vianants.
- ▶ Zones comercials amb accés restringit i ús prioritari de vianants.

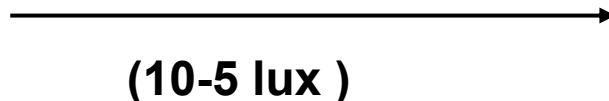
Flux de trànsit de vianants

Alt



CE1A / CE2 / S1-

Normal



S2 / S3 / S4 –

ENLLUMENATS ESPECÍFICS : 10 CASOS

Fent referència a Nivells anteriors

Exemple:

3.4 Enllumenat de Parcs i Jardins

Els vials principals, tals com accessos al parc o jardí, els seus passejos i gloriets, àrees d'estada i escales, que estiguin oberts al públic durant les hores nocturnes, haurien d'il·luminar-se com les vies de tipus E (taula 5).

ENLLUMENAT ORNAMENTAL

¿mínims?

Tabla 11 - Niveles mínimos de iluminancia media en servicio del alumbrado ornamental

NATURALEZA DE LOS MATERIALES DE LA SUPERFICIE ILUMINADA	NIVELES DE ILUMINANCIA MEDIA (Lux) ⁽¹⁾			COEFICIENTES MULTIPLICADORES DE CORRECCIÓN ⁽²⁾			
	Iluminación de los alrededores			Corrección para el tipo de lámpara		Corrección para el estado de la superficie iluminada	
	Baja	Media	Elevada	H.M. V.M.	S.A.P. S.B.P.	Sucia	Muy Sucia
Piedra clara, mármol claro	20	30	60	1,0	0,9	3,0	5,0
Piedra media, cemento, mármol coloreado claro	40	60	120	1,1	1,0	2,5	5,0
Piedra oscura, granito gris, mármol oscuro	100	150	300	1,0	1,1	2,0	3,0
Ladrillo amarillo claro	35	50	100	1,2	0,9	2,5	5,0
Ladrillo marrón claro	40	60	120	1,2	0,9	2,0	4,0
Ladrillo marrón oscuro, granito rosa	55	80	160	1,3	1,0	2,0	4,0
Ladrillo rojo	100	150	300	1,3	1,0	2,0	3,0
Ladrillo oscuro	120	180	360	1,3	1,2	1,5	2,0
Hormigón arquitectónico	60	100	200	1,3	1,2	1,5	2,0
REVESTIMIENTO DE ALUMINIO:							
- Terminación natural	200	300	600	1,2	1,1	1,5	2,0
- temlacado muy coloreado (10%) rojo, marrón, amarillo	120	180	360	1,3	1,0	1,5	2,0
- temlacado muy coloreado (10%) azul – verdoso	120	180	360	1,0	1,3	1,5	2,0
- temlacado colores medios (30 – 40%) rojo, marrón, amarillo	40	60	120	1,2	1,0	2,0	4,0
- temlacado colores medios (30 – 40%) azul – verdoso	40	60	120	1,0	1,2	2,0	4,0
- temlacado colores pastel (60 – 70%) rojo, marrón, amarillo	20	30	60	1,1	1,0	3,0	5,0
- temlacado colores pastel (60 – 70%) azul - verdoso	20	30	60	1,0	1,1	3,0	5,0

⁽¹⁾ Valores mínimos de iluminancia media en servicio con mantenimiento de la instalación sobre la superficie limpia iluminada con lámparas de incandescencia.

⁽²⁾ Coeficientes multiplicadores de corrección para lámparas de halogenuros metálicos (H.M.), vapor de mercurio (V.M.), de vapor de sodio a alta presión (S.A.P.) y a baja presión (S.B.P.), así como para el estado de limpieza de la superficie iluminada.

En tot cas, s'haurien de complir els valors màxims de **luminància mitja**, establertes per a cada zona E1, E2, E3 i E4 en la taula 3 de la Instrucció Tècnica Complementària ITC-EA-03.

	E1	E2	E3	E4
Luminancia máxima de las fachadas (L_{max})	10 cd/m ²	10 cd/m ²	60 cd/m ²	150 cd/m ²

VIGILANCIA I SEURETAT

Tabla 12 – Niveles de iluminancia media en alumbrado para vigilancia y seguridad nocturna

Factor de reflexión Fachada Edificio	Iluminancia Media E_m (lux) ⁽¹⁾	
	Vertical en Fachada ⁽²⁾	Horizontal en Inmediaciones
Muy clara $\rho=0,60$	1	1
Normal $\rho=0,30$	2	2
Oscura $\rho=0,15$	4	2
Muy oscura $\rho=0,075$	8	4

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado.
⁽²⁾ La iluminancia media vertical solo se considerará hasta una altura de 4 m desde el suelo

- Àrees de risc normal: 5 lux
- Àrees de risc elevat: 20 lux
- Àrees de alt risc: 50 lux

Valors de vertical en façana molt baixos: 0,2 cd/m²

Valors horitzontal contradictoris: Taula: 1-4 lux / llistat 5-50 lux

RÈTOLS I SENYALS

Tabla 13 – Niveles de luminancia máxima de señales y anuncios luminosos.

Superficie (m ²)	Luminancia Máxima (cd/m ²)
$S \leq 0,5$	1.000
$0,5 < S \leq 2$	800
$2 < S \leq 10$	600
$S > 10$	400

En tot cas, s'haurien de complir els valors màxims de luminància de rètols i anuncis lluminosos, establerts per a cada Zona E1, E2, E3 i E4 en la taula 3 de la Instrucció Tècnica Complementària ITC-EA-03.

Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos (L _{máx})	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1.000 cd/m ²
--	----------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------------

7. Enllumenat festiu i nadalenc

La potència assignada de les **làmpades incandescents** utilitzades serà igual o inferior a 15 W, i la potència màxima instal·lada per unitat de superfície (W/m²) serà d'indicada en l'ITC-EA-02.

Tabla 14 – Valores máximos de la potencia instalada en alumbrado festivo y navideño.

Anchura de la calle entre fachadas	Potencia máxima instalada por unidad de superficie W/m ²	
	Nº de horas al año de funcionamiento mayor de 200 horas	Nº de horas al año de funcionamiento entre 100 y 200 horas
Hasta 10 m	10	15
Entre 10 m y 20 m	8	12
Más de 20 m	6	9

**POTÈNCIA / M2 EN FUNCIO DE L'AMPLADA DEL CARRER ?
LA POTENCIA A UNA ILLA DE L'EIXAMPLE DE BARCELONA PODRIA
SUPERAR ELS 20 KW**

8 ENLLUERNAMENTS

CRITERIS: TI (%) / índexs D i GR

9 REDUÏTS

Vial, específic, ornamental, senyals, anuncis....>5kw

No esmenta hora. Si Uniformitat.

Percentatge de reducció: fins 50% (ITC – 04)

7 CLASSES

TABLA 19 – Clases de alumbrado de similar nivel de iluminación.

	ME 1 MEW 1	ME 2 MEW 2	ME 3 MEW 3	ME 4 MEW 4	ME 5 MEW 5	ME 6
CE 0	CE 1	CE 2	CE 3	CE 4	CE 5	
			S 1	S 2	S 3	S 4

NIVELLS DE REFERENCIA

CE 0	Lux: 50/	(només en passos de vianants subterranis)
•ME 1	Lux 30/	(alta intensitat i velocitat)
•ME 2	Lux20/	
•ME 3	Lux15/	
•ME 4	Lux 10/	
•ME 5	Lux 7,5/	
•ME 6	Lux 5-4,5/	(intensitat normal i velocitat baixa)

Instrucció Tècnica complementària EA-03

Resplendor Iluminós nocturn i llum intrusa o molesta

Reglament de desenvolupament de la Llei 6/2001, de 31 de maig, d'ordenació ambiental de l'enllumenament per a la protecció del medi nocturn

Disposició derogatoria única. *Derogación normativa.*

Quedan derogadas todas las disposiciones de igual o inferior rango, en todo aquello que contradigan o se opongan a lo dispuesto en el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-EA-01 a ITCEA-07 aprobados por este real decreto

És vàlid el més exigent

Instrucción Técnica complementaria EA-03

Resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	DESCRIPCIÓN
E1	ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS: Observatorios astronómicos de categoría internacional, parques nacionales, espacios de interés natural, áreas de protección especial (red natura, zonas de protección de aves, etc.), donde las carreteras están sin iluminar.
E2	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA: Zonas periurbanas o extrarradios de las ciudades, suelos no urbanizables, áreas rurales y sectores generalmente situados fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales, donde las carreteras están iluminadas.
E3	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA: Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.
E4	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD ALTA: Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna.

D 82/2005

Sòl no urbanitzable fora d'un espai d'interès natural o d'àrea de protecció especial o Xarxa Natura 2000

Àrees que el plantejament urbanístic les qualifica de sòl urbà o urbanitzable

Sòl urbà d'us intensiu a la nit, en activitats : comercials... Les determina cada ajuntament sota aprovació del departament de M.A.

Tabla 2 - Valores límite del flujo hemisférico superior instalado

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO FHS_{INST}
E1	$\leq 1\%$
E2	$\leq 5\%$
E3	$\leq 15\%$
E4	$\leq 25\%$

1 %

Horari nit

Además de ajustarse a los valores de la tabla 2, para reducir las emisiones hacia el cielo tanto directas, como las reflejadas por las superficies iluminadas, la instalación de las luminarias deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Se iluminará solamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- Los niveles de iluminación no deberán superar los valores máximos establecidos en la ITC-EA-02.
- El factor de utilización y el factor de mantenimiento de la instalación satisfarán los valores mínimos establecidos en la ITC-EA-04.

1.2 Lámparas

En la Zona E1 se utilizarán lámparas de vapor de sodio. Cuando no resulte posible utilizar dichas lámparas, se procederá a filtrar la radiación de longitudes de onda inferiores a 440 nm.

1.2 Làmpades

En la Zona E1 s'utilitzaran làmpades de vapor de sodi

Taula 1. Tipus de làmpades segons l'indret en què estan situades

Zona de protecció	Horari de vespre	Horari de nit
E1	VSBP/VSAP	VSBP/VSAP
E2	Preferentment VSBP/VSAP	VSBP/VSAP
E3	Preferentment VSBP/VSAP	Preferentment VSBP/VSAP
E4	Preferentment VSBP/VSAP	Preferentment VSBP/VSAP

VSBP: Làmpades de vapor de sodi a baixa pressió.

VSAP: Làmpades de vapor de sodi a alta pressió.

Zona E2, horari de nit: VS obligatori

Tabla 3.- Limitaciones de la luz molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior

Parámetros luminotécnicos	Valores máximos			
	Observatorios astronómicos y parques naturales E1	Zonas periurbanas y áreas rurales E2	Zonas urbanas residenciales E3	Centros urbanos y áreas comerciales E4
Illuminancia vertical (E_v)	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias (I)	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media de las fachadas (L_m)	5 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
Luminancia máxima de las fachadas (L_{max})	10 cd/m ²	10 cd/m ²	60 cd/m ²	150 cd/m ²
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos ($L_{máx}$)	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1.000 cd/m ²
Incremento de umbral de contraste (TI)	Clase de Alumbrado			
	Sin iluminación	ME 5	ME3 / ME4	ME1 / ME2
	TI = 15% para adaptación a $L = 0,1$ cd/m ²	TI = 15% para adaptación a $L = 1$ cd/m ²	TI = 15% para adaptación a $L = 2$ cd/m ²	TI = 15% para adaptación a $L = 5$ cd/m ²

sobre 4.5 m**- 10 cd/klm****- zones E1****Apagada a horari nit****Dimensions maximes**

I: Il·luminació en zona de vehicles; V: Il·luminació en zona de vianants

	I	V
Trànsit elevat	35	20
Trànsit moderat	25	10
Trànsit baix	15	6
Trànsit escàs	10	5

NIVELLS DE REFERENCIA

ME 1	Lux 30/ (alta intensitat i velocitat)	Posible +20 %
ME 2	Lux20/	
ME 3	Lux15/	
ME 4	Lux 10/	
ME 5	Lux 7,5/	
ME 6	Lux 5-4,5/ (intensitat normal i velocitat baixa)	

Valors inicials

Em servei= * 0,8

Son vàlids els del Reglament català

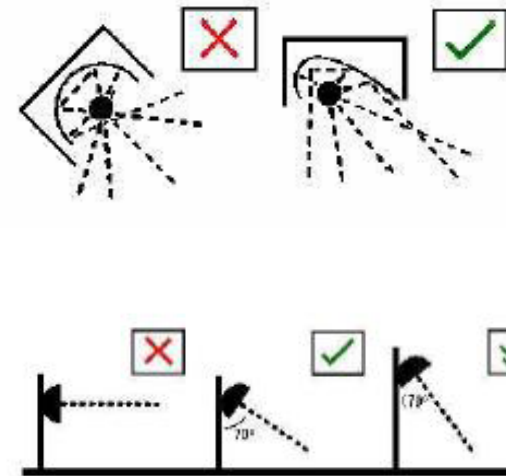
Instrucció Tècnica complementaria EA-04

Componentes de las instalaciones

3.1 Prescripcions específiques dels projectors

A fi d'aconseguir una elevada eficiència energètica, quan s'utilitzin projectors per a la il·luminació de superfícies horitzontals, haurien de complir-se els següents aspectes:

- a) S'empren preferentment projectors del tipus asimètric a fi de controlar la llum emesa cap a l'hemisferi superior.
- b) No obstant això, en tot cas, l'angle d'inclinació corresponent a la intensitat màxima ($I_{\text{máx}}$) serà inferior a 70° respecte a la vertical.
- c) La intensitat en angles superiors a 85° emesa pel projector, és limitarà a 50 50 cd/klm com a màxim.



10 cd/klm

En la il·luminació de superfícies verticals, com per exemple, la ornamental de **façanes i monuments**, sempre que resulti factible, hauran de complir-se els següents aspectes:

- a) A fi de controlar la llum, s'empraran preferentment **projectors** del tipus asimètric o que disposin del apantallament precís.
- b) La il·luminació haurà de realitzar-se preferentment en sentit descendent, és a dir, de dalt cap avall.
- c) Quan això resulti impossible, **haurà de tractar-se que la línia d'Intensitat màxima del projector no sobrepassi l'horitzontal en més de 30°**
- d) El flux lluminós emès pel projector s'ajustarà a la superfície a il·luminar i, en tot cas, no es projectarà fora de la referida superfície a una intensitat lluminosa superior luminoso emitido por el proyector se ajustará a la superficie a iluminar y, en todo caso, no se proyectará fuera de la referida superficie una intensidad luminosa superior a 50 cd/klm.

Instrucció Tècnica complementaria EA-05 Documentació Tècnica, Verificacions i Inspeccions

Instrucció Tècnica complementaria EA-06 Manteniment de la eficiència energètica de les instal·lacions

Instrucció Tècnica complementaria EA-07 Mesuraments luminotècniques a les instal·lacions de l'enllumenat

Verificacions

- ▶ Potència amb analitzador
- ▶ Il·luminància mètode dels 9 punts
- ▶ Uniformitat

Inspeccions

Cal afegir a les altres

- ▶ Luminància només quan sigui necessari
- ▶ Enlluernament

A partir de les mesures, és faran els càlculs

Necessitat d'establir un protocol que inclogui un ampli ventall de casuístiques

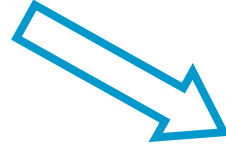
Es necessari aclarir als projectistes, instal·ladors, directors d'obra, inspectors i propietaris o recepcionadors

- ▶ Que s'ha d'inspeccionar
- ▶ Com
- ▶ I en quins casos

Uns exemples de la classificació de defectes:

- ▶ MOLT GREU → Eludir reiteradament el compliment dels horaris de utilització de les instal·lacions.
- ▶ GREU → Eludir reiteradament més de 10 vegades l'any el compliment d'horaris.
- ▶ LLEU → Eludir més de 4 vegades l'any el compliment d'horaris.

Factor de manteniment



$$fm = FDFL \times FSL \times FDLU$$

Essent:

FDFL = factor de depreciació del flux lluminós de la làmpada.

Valors típics: 0,9-0,75

FSL = factor de supervivència de la làmpada.

Valors típics: 0,9-0,75

FDLU = factor de depreciació de la llumenera.

Valors típics: 0'85-0,5

FACTOR MANTENIMENT : 0,7-0,28

Exemple d'utilització de les taules per calcular el Factor de manteniment

Tipus de Làmpada	Sodi Alta Pressió
Període de funcionament (hores)	4.000
Grau IP (primer digit)	IP 6x
Grau de contaminació	Baix
Periodicitat de neteges (anys)	1
Factor de manteniment	0,893172

4.000
6.000
8.000
10.000
12.000

IP 2x
IP 5x
IP 6x

Tipus de Làmpada	Sodi Alta Pressió
Període de funcionament (hores)	12.000
Grau IP (primer digit)	IP 6x
Grau de contaminació	Baix
Periodicitat de neteges (anys)	1
Factor de manteniment	0,74493

1
1,5
2
2,5
3

Alt
Mig
Baix

Sodi Alta Pressió
Sodi Baixa Pressió
Halogenurs Met
Vapor Mercuri
Fluorescent Trifosfor
Fluorescent Halofosfat
Fluorescència compacta

Tipus de Làmpada	Vapor Mercuri
Període de funcionament (hores)	12.000
Grau IP (primer digit)	IP 2x
Grau de contaminació	Alt
Periodicitat de neteges (anys)	3
Factor de manteniment	0,242592

S'ha de portar un registre

Operacions de manteniment i el seu registre

El registre, entre altres coses ha d'incloure (?):

g) Consum energètic anual

h) Temps d'encesa i apagada dels punts de llum

i) Energia activa i reactiva consumida amb discriminació horària i factor de potència

j) Nivells de il·luminació mantinguts

Com s'ha de mesurar



La ITC 07, ve a ser un manual de com fer mesuraments

- ▶ **LUMINÀNCIA** Marca les diverses formes: segons posició de l'observador, àrees, etc
- ▶ **IL·LUMINÀNCIA** Marca formes de retícules i posa algun exemple com es el cas de les glories o rotondes
- ▶ **ENLLUERNAMENT** també explica com mesurar des de diversos angles, posicions de l'observador

Els valors mitjos mesurats no poden desviar-se més de un 10% respecte als valors de projecte

CONCLUSIONS FINALS:

- ▶ La aplicació del Reglament serà beneficiosa per a l'economia i el Medi ambient.
- ▶ La problemàtica esmentada no ha d'interpretar-se com a crítica. És lògica i inevitable en un Reglament d'aquesta complexitat i abast.
- ▶ La detecció d'aquesta problemàtica, permet abordar la seva solució
- ▶ Aquestes solucions contribuiran a aconseguir una aplicació més ampla i fluida del Reglament, afavorint així la seva efectivitat.