

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

Instrucción Técnica Complementaria EA – 02

NIVELES DE ILUMINACIÓN

ÍNDICE

1	GENERALIDADES.....	3
2	ALUMBRADO VIAL.....	3
2.1	Clasificación de las vías y selección de las clases de alumbrado.....	3
2.1.1	Clases de Alumbrado M.....	3
2.1.2	Clases de Alumbrado C.....	4
2.1.3	Clases de Alumbrado P.....	5
2.2	Selección de las clases de alumbrado en diferentes tipos de vías de circulación.....	6
2.3	Equivalencia entre las diferentes clases de alumbrado.....	10
2.4	Niveles de iluminación de las diferentes clases de alumbrado.....	11
2.4.1	Clase de alumbrado M.....	11
2.4.2	Clase de alumbrado C.....	12
2.4.3	Clase de Alumbrado P.....	14
2.5	Niveles de iluminación adicionales a las clases de alumbrado P.....	14
3	ALUMBRADOS ESPECÍFICOS.....	16
3.1	Alumbrado de Pasarelas Peatonales, Escaleras y Rampas.....	16
3.2	Alumbrado de Pasos Subterráneos Peatonales.....	16
3.3	Alumbrado Adicional de Pasos de Peatones.....	17
3.4	Alumbrado de Parques y Jardines.....	17
3.5	Alumbrado de Pasos a Nivel de Ferrocarril.....	17
3.6	Alumbrado de Fondos de Saco.....	17
3.7	Alumbrado de Glorietas.....	17
3.8	Alumbrado de Túneles y Pasos Inferiores.....	17
3.9	Aparcamientos de vehículos al aire libre.....	18
3.10	Alumbrado de Áreas de Trabajo Exteriores.....	18
3.11	Alumbrado Deportivo.....	18
3.12	Puestos de Peaje de Autopistas y de Control de Aduanas.....	18
4	ALUMBRADO ORNAMENTAL.....	19
5	ALUMBRADO PARA VIGILANCIA Y SEGURIDAD NOCTURNA.....	21
6	ALUMBRADO DE SEÑALES Y ANUNCIOS LUMINOSOS.....	22
7	ALUMBRADO FESTIVO Y NAVIDEÑO.....	22
8	DESLUMBRAMIENTOS.....	23

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

8.1	Instalaciones de Alumbrado vial funcional	23
8.2	Instalaciones de Alumbrado vial ambiental	23
8.3	Otras Instalaciones de Alumbrado	24
9	NIVELES DE ILUMINACIÓN REDUCIDOS	25

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES MODIFICACIONES Y NOVEDADES:

- a) Se introduce el Sistema de clasificación de las vías y clases de alumbrado tomando como referencia el documento del CEN (Comité Europeo de Normalización) CEN-TR-13201-1 :2014 y la referencia a otras normas europeas armonizadas de la serie EN 13201-XX.
- b) Se añade como alumbrado específico, el alumbrado deportivo y el de puestos de peaje de autopistas y aduanas
- c) Se modifican los requisitos de alumbrado festivo y navideño para introducir valores específicos para iluminación LED.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

1 GENERALIDADES

Se entiende por nivel de iluminación o clase de alumbrado, el conjunto de requisitos luminotécnicos o fotométricos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación de entorno, etc.) cubiertos por la presente instrucción.

Los niveles máximos de luminancia o de iluminancia media de las instalaciones de alumbrado descritas a continuación no podrán superar en más de un 20 % los niveles medios de referencia establecidos en la presente ITC. Estos niveles medios de referencia se basan en la serie de normas UNE-EN 13201-2:2016 "Iluminación de Carreteras", y no tendrán la consideración de valores mínimos obligatorios, pues quedan fuera de los objetivos de este Reglamento.

Deberá garantizarse asimismo el valor de la uniformidad mínima, tal y como dispone el artículo 5 de este Reglamento, mientras que el resto de los requisitos fotométricos, por ejemplo, valor mínimo de iluminancia en un punto, deslumbramiento e iluminación de alrededores, descritos para cada clase de alumbrado, son valores de referencia, pero no exigidos, que deberán considerarse para los distintos tipos de instalaciones.

Asegurar unos valores mínimos de la relación entorno (R_{EI}), así como no superar los valores máximos del deslumbramiento perturbador o incapacitativo (f_{TI}), resulta necesario para la seguridad de los usuarios de las vías de tráfico, por lo que se recomienda ajustarse a los niveles determinados al respecto en esta ITC-EA-02.

2 ALUMBRADO VIAL

El nivel de iluminación requerido por una vía depende de múltiples factores como son, entre otros, el tipo de vía, la complejidad de su trazado y de la conducción, la intensidad y composición del tráfico, el sistema de control del tráfico y la separación entre carriles destinados a distintos tipos de usuarios.

En función de estos parámetros se podrá determinar un valor ponderado total que tiene en cuenta los parámetros mencionados y que establecerá la clase de alumbrado para el alumbrado vial (funcional y ambiental).

2.1 Clasificación de las vías y selección de las clases de alumbrado

En los siguientes apartados se recogen los parámetros principales y las diferentes opciones de proyecto con una descripción de la misma y un valor individualizado del valor ponderado que resultará para la selección correcta de la clase de alumbrado M (áreas de tráfico motorizado), C (áreas conflictivas de tráfico motorizado) y P (áreas para peatones y ciclistas).

2.1.1 Clases de Alumbrado M

Las clases de alumbrado M están destinadas a conductores de vehículos motorizados en carreteras, vías urbanas y residenciales, en las que se dan velocidades de conducción de moderadas a altas. La aplicación de estas clases de alumbrado depende de la geometría de la vía y de las circunstancias dependientes del tráfico y el tiempo. La clase de iluminación adecuada debe seleccionarse de acuerdo con la función de la carretera, la velocidad de diseño, el diseño general, el volumen de tráfico, la composición del tráfico y las condiciones ambientales.

Los criterios principales de iluminación de esta clase de alumbrado están basados en la luminancia media (L_m) de la superficie de la carretera, la uniformidad global (U_o) y la uniformidad longitudinal (U_l),

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

además de la uniformidad (U_w), para condiciones de calzada húmeda.

También se incluyen valores adicionales que se relacionan con el deslumbramiento incapacitivo o perturbador cuantificado por el incremento de umbral (f_{ti}) y la iluminación de las áreas adyacentes, evaluadas por la relación entorno (R_{EI}).

Tabla 1.- Parámetros para la selección de clases de alumbrado M.

PARÁMETROS	OPCIONES	DESCRIPCIÓN		VALOR PONDERADO V_w
Velocidad de Diseño o límite	Muy alta	$V \geq 100$ Km/h		2
	Alta	$70 < V < 100$ Km/h		1
	Moderada	$40 < V < 70$ Km/h		-1
	Baja	$V \leq 40$ Km/h		-2
Calzadas	Única	Un solo sentido de circulación		1
	Separadas	Doble sentido de circulación		0
Composición de Tráfico	Mixto con alto porcentaje no motorizado			2
	Mixto			1
	Solo motorizado			0
Intensidad de Tráfico	Grado	Calzada única	Calzadas separadas	
	Elevada	>45 % capacidad máxima	>65 % capacidad máxima	1
	Media	15-45% capacidad máxima	35-65 % capacidad máxima	0
	Débil	<15 % capacidad máxima	<35 % capacidad máxima	-1
Luminosidad Ambiental	Alta	Escaparates, anuncios, campos de deporte, áreas de estacionamiento, zonas de almacenes, etc.		1
	Moderada	Situación normal		0
	Baja	Urbanizaciones residenciales y zonas rurales		-1
Densidad de Nudos	Grado	Distancia entre Intersecciones/Km	Distancia entre Enlaces, puentes/km	
	Alta	> 3	> 3	1
	Moderada	≤ 3	≤ 3	0
Vehículos Aparcados	Existentes			1
	No existentes			0
Tarea de Conducción	Muy Difícil	Complejidad de trazado. Carga mental por la cantidad de información recibida por el conductor		2
	Difícil			1
	Fácil			0

2.1.2 Clases de Alumbrado C

Las clases de alumbrado C, se determinan para conductores de vehículos motorizados, pero para su uso en áreas conflictivas tales como intersecciones y enlaces de carretera de alguna complejidad, glorietas, rotondas, zonas de reducción del número de carriles, curvas y viales sinuosos en pendiente, áreas de incorporación de nuevos carriles, en áreas donde el tráfico transcurre en zonas frecuentadas

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

por peatones, ciclistas u otros usuarios de la carretera etc. Su existencia da como resultado un mayor potencial de colisiones entre vehículos, entre vehículos y peatones, ciclistas y otros usuarios de la carretera, y / o entre vehículos y objetos fijos. También se utilizan cuando no resulta de aplicación los cálculos de luminancia de la superficie de la calzada o su medición no se puede llevar a cabo.

Los criterios de iluminación de esta clase de alumbrado están fundamentadas en la iluminancia media horizontal (E_m) y en el valor mínimo de su uniformidad (U_0).

Tabla 2.- Parámetros para la selección de clases de alumbrado C.

PARÁMETROS	OPCIONES	DESCRIPCIÓN	VALOR PONDERADO Vw
Velocidad de Diseño o límite	Muy alta	$V \geq 100$ Km/h	3
	Alta	$70 < V < 100$ Km/h	2
	Moderada	$40 < V < 70$ Km/h	0
	Baja	$V \leq 40$ Km/h	-1
Calzadas	Única	Doble sentido de circulación	1
	Separadas	Un solo sentido de circulación	0
Composición De Tráfico		Mixto con alto porcentaje de no motorizado	2
		Mixto	1
		Solamente motorizado	0
Intensidad de Tráfico	Alta		1
	Moderada		0
	Baja		-1
Luminosidad Ambiental	Alta	Escaparates, anuncios, campos de deporte, áreas de estacionamiento, zonas de almacenes, etc.	1
	Moderada	Situación normal	0
	Baja	Urbanizaciones residenciales y zonas rurales	-1
Vehículos Aparcados	Existentes		1
	No existentes		0
Tarea de Conducción	Muy Difícil	Complejidad de trazado.	2
	Difícil		1
	Fácil	Carga mental debida a las dificultades eventuales derivadas del número de informaciones percibidas por el conductor, que ralentiza la velocidad de decisión y acelera el estrés.	0

2.1.3 Clases de Alumbrado P

Las clases de alumbrado P están previstas para peatones y ciclistas en aceras, carriles bici, vías de emergencia y otras calzadas que se encuentran separadamente a lo largo de la calzada de una vía de tráfico, calles residenciales y peatonales, áreas de aparcamiento, zonas escolares, etc. Son vías de tráfico en las que los peatones y ciclistas las frecuentan mayoritariamente, pero también en algunos casos son accesibles a los vehículos motorizados a baja velocidad ($V \leq 40$ km/h), en aparcamientos, zonas comerciales e históricas, espacios peatonales de conexión, caminos peatonales, carriles bici, etc.

Los criterios de iluminación de las clases de alumbrado (P) se asientan en la iluminancia horizontal sobre el área de la superficie a iluminar, y se expresan por la iluminancia media (E_m) y la iluminancia mínima (E_{min}).

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

Tabla 3.- Parámetros para la selección de clases de alumbrado P.

PARÁMETROS	OPCIONES	DESCRIPCIÓN	VALOR PONDERADO V _w
Velocidad Límite	Baja	V ≤ 40 Km/h	1
	Muy baja (paseo)	Muy baja (paseo)	0
Intensidad de Utilización	Animada		1
	Normal		0
	Calmada		-1
Composición de Tráfico	Peatones, ciclistas y tráfico motorizado		2
	Peatones y tráfico motorizado		1
	Solamente peatones y ciclistas		1
	Únicamente peatones		0
	Exclusivamente ciclistas		0
Luminosidad Ambiental	Alta	Escaparates, anuncios, campos de deporte, áreas de estacionamiento, zonas de almacenamiento	1
	Moderada	Situación normal	0
	Baja	Urbanizaciones residenciales y zonas rurales	-1
Vehículos Aparcados	Presentes		1
	No presentes		0
Reconocimiento Facial	Necesario	Requerimientos adicionales	2
	No necesario	Sin requerimientos adicionales	0

2.2 Selección de las clases de alumbrado en diferentes tipos de vías de circulación.

En función de las tablas anteriores (1,2,3) que se ajustan a lo establecido en el informe técnico del Comité Europeo de Normalización CEN/TR 13201-1:2014, se evalúan los distintos parámetros obteniéndose la suma de los valores ponderados ΣV_w que se expresan en las tablas 4 y 5.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

Tabla 4.- Evaluación de la suma de valores ponderados de la clase de alumbrado M ó C para cada tipo de vía.

CLASIFICACIÓN DE VÍAS DE TRÁFICO		VELOCIDAD				CALZADAS		COMPOSICIÓN DE TRÁFICO			INTENSIDAD DE TRÁFICO			LUMINOSIDAD AMBIENTAL			DENSIDAD DE NUDOS		VEHÍCULOS APARCADOS		TAREA DE CONDUCCIÓN			SUMA VALORES PONDERADOS		
T	Descripción	MA	A	M	B	U	S	MM	MX	SM	A	M	B	A	M	B	A	M	SI	NO	MD	D	F	ΣV _w		
1	Autopistas y autovías interurbanas	2					0			0	1					-1		0		0	2				4	
		2					0			0	1					-1		0		0			1		3	
2	Autovía Urbanas y vías rápidas	2					0			0	1					-1	1			0	2				5	
		2					0			0	1					-1	1			0			1		4	
3	Carreteras interurbanas Enlaces y conexiones		1			1		2				0				-1		0		0			1		4	
			1			1		2				0				-1		0		0				0	3	
4	Vías urbanas y rondas de circunvalación: Penetrantes Radiales y de distribución a distritos	2					0	2				0				-1	1			0			1		5	
		2					0	2				0				-1	1			0				0	4	
5	Vías urbanas de malla básica: Avenidas principales Travesías de poblaciones			-1		1			1			0		1			1		1					0	4	
				-1		1			1			0			0		1		1					0	3	
6	Vías urbanas secundarias de conexión a malla Básica. Bulevares Distribuidoras locales Calles			-1		1			1			0		1				0	1					0	3	
				-1		1			1			0			0			0	1					0	2	
7	Carreteras locales de áreas rurales Calles pacificadas. Vías Vecinales. Accesos urbanos a zonas residenciales y fincas				-2	1			1				-1	1			1		1					0	2	
					-2	1			1				-1		0		1		1					0	1	

T = Tipo de vía de circulación.

VELOCIDAD: MA = Muy alta; A = Alta; M = Media; B = Baja.

CALZADAS: U = Única; S = Separadas.

INTENSIDAD DE TRÁFICO: A = Alta; M = Moderada; B = Baja.

COMPOSICION DE TRÁFICO: MM= Mixto con alto porcentaje; Mx= Mixto; SM= solo motorizado

LUMINOSIDAD AMBIENTAL: A = Alta; M = Moderada; B = Baja.

DENSIDAD DE NUDOS: A = Alta; M = Moderada.

TAREA DE CONDUCCIÓN: MD = Muy difícil; D = Difícil; F = Fácil.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

Tabla 5.- Evaluación de la suma de valores ponderados de las clases de alumbrado (P) para cada tipo de vía

T	CLASIFICACIÓN VÍAS Descripción	VELOCIDAD		INTENSIDAD DE UTILIZACIÓN			COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO					LUMINOSIDAD AMBIENTAL			VEHÍCULOS APARCADOS		RECONOCIMIENTO FACIAL		SUMA VALORES PONDERADOS	
		B	MB	A	N	C	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	A	M	B	SI	NO	SI	NO	ΣV_w	
A	Áreas de aparcamiento: En autopistas y autovías		0	1			2							-1	1		2		5	
	Aparcamientos en general Estaciones de autobuses		0	1				1						-1	1		2			4
B	Zonas comerciales e históricas: Acceso restringido		0	1			2				1					0		0	4	
	Uso prioritario de peatones		0	1			2				1				1			0		5
C	Espacios peatonales de conexión: Vías peatonales, Aceras Itinerarios peatonales accesibles	1		1							1				1			0	5	
	Paradas de autobús con zonas de espera	1			0						1				1			0		4
D	Carriles bici: Independientes a lo largo de la calzada	1			0					0		0			1		2		4	
	Entre ciudades en área abierta Unión de zonas urbanas	1				-1				0		0			1		2			3
E	Zonas de velocidad muy limitada: Caminos peatonales	1			0				0			0				0	2		3	
	Espacios abiertos Parques	1				-1			0			0				0	2			2

T = tipo de vía de circulación.

VELOCIDAD: B = Baja; MB = Muy baja.

INTENSIDAD DE UTILIZACIÓN: A = Animada; N = Normal; C = Calmada.

COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO: (1)-Peatones, ciclistas y tráfico motorizado.; (2)-Peatones y tráfico motorizado.; (3)-Solamente peatones y ciclistas; (4)-Únicamente peatones; (5)-Exclusivamente ciclistas.

LUMINOSIDAD AMBIENTAL: A = Alta; M = Moderada; B = Baja.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

La selección de las clases de alumbrado se realiza restando a la cifra 6, la suma de los diferentes valores ponderados $\sum V_w$, determinados de acuerdo a las tablas anteriores.

Viene dado por la siguiente expresión:

$$\text{Nº de la clase de alumbrado} = 6 - \text{Suma Valores ponderado } (\sum V_w)$$

Las tablas 6 y 7 establecen finalmente las clases de alumbrado para cada tipo de vía

Tabla 6. Clases de Alumbrado M ó C para cada tipo de vía

TIPO	DESCRIPCION	VELOCIDAD Km/h	USUARIOS	CLASES DE ALUMBRADO
1	Autopistas y autovías interurbanas (calzadas separadas)	≤120	Motorizados	M2-M3
2	Autovías urbanas y vías rápidas (calzadas separadas)	≤120	Motorizadas con intensidad de tráfico elevada	M1-M2
3	Carreteras interurbanas Enlaces y conexiones	≤90	Motorizados Vehículos lentos	M2-M3
4	Vías urbanas y rondas de circunvalación: - Penetrantes - Radiales - De distribución a distritos	≤90	Motorizados Ciclistas Peatones	M1-M2
5	Vías urbanas de malla básica: - Avenidas principales - Travesías de poblaciones	≤70	Motorizados Vehículos lentos Ciclistas Peatones	M2-M3
6	Vías urbanas secundarias de conexión a malla básica: - Bulevares - Distribuidores locales - Calles	≤50	Motorizados Vehículos lentos Ciclistas Peatones	M3-M4
7	Carreteras locales en áreas rurales Calles pacificadas Vías vecinales Accesos urbanos a zonas residenciales	≤30	Motorizados Vehículos lentos Ciclistas Peatones	M4-M5
Las vías de tráfico de características iguales o similares a las incluidas en la descripción, tendrán la misma clase de alumbrado				

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

Tabla 7. Clases de Alumbrado P para cada tipo de vía

TIPO	DESCRIPCION	COMPOSICION DE TRÁFICO	INTENSIDAD DE TRÁFICO	CLASES DE ALUMBRADO
A	Áreas de aparcamiento: <ul style="list-style-type: none"> - En autopistas y autovías - Aparcamiento en general - Estaciones de Autobuses 	Motorizados Ciclistas Peatones	Media	C1A-P2
B	Zonas comerciales e históricas: <ul style="list-style-type: none"> - Acceso restringido - Uso prioritario de peatones 	Motorizados limitados Ciclistas Peatones	Alta	C2-P1
C	Espacios peatonales de conexión: <ul style="list-style-type: none"> - Vías peatonales - Itinerarios peatonales accesibles - Aceras a lo largo de la calzada - Paradas de Autobuses con zonas de espera 	Ciclistas Peatones	Normal	P1-P2
D	Carriles para bicicletas: <ul style="list-style-type: none"> - Independientes a lo largo de la calzada - Entre ciudades en área abierta - Unión de zonas urbanas 	Solamente ciclistas	Baja	P2-P3
E	Zonas de velocidad muy limitada: <ul style="list-style-type: none"> - Caminos peatonales - Espacios abiertos - Parques 	Únicamente peatones	Baja	P3- P4
Las vías de tráfico de características iguales o similares a las incluidas en la descripción, tendrán la misma clase de alumbrado				

2.3 Equivalencia entre las diferentes clases de alumbrado

En la tabla 8 se indican en la misma columna las diferentes clases de alumbrado que se consideran equivalentes por tener un nivel de iluminación similar.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

Tabla 8.-. Clases de alumbrado de nivel de iluminación equivalente

<i>Clases de alumbrado de nivel de iluminación equivalente</i>						
	<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M3</i>	<i>M4</i>	<i>M5</i>	<i>M6</i>
<i>C0</i>	<i>C1</i>	<i>C2</i>	<i>C3</i>	<i>C4</i>	<i>C5</i>	<i>C5</i>
			<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>

Los valores correspondientes a las clases de alumbrado son equivalentes debido, entre otras razones, a que las clases de alumbrado M son niveles de luminancia, mientras que las clases de alumbrado C y P se refieren a niveles de iluminancia, no resultando exacta la relación entre la iluminancia y la luminancia ($R = E/L$), habiéndose adoptado un valor $R = 15$.

2.4 Niveles de iluminación de las diferentes clases de alumbrado

2.4.1 Clase de alumbrado M.

En la tabla siguiente se indican los niveles de iluminación dados por la luminancia media (L_m) de la superficie de la carretera, la uniformidad global (U_0) y la uniformidad longitudinal (U_l), además de la uniformidad (U_w), para condiciones de calzada húmeda.

En el caso de calzadas húmedas, la superficie refleja la luz de forma mucho más especular (dirigida) que difusa (misma luminancia en todas direcciones del espacio), y la uniformidad de las luminancias de la calzada queda atenuada afectando negativamente a la visibilidad de los obstáculos en la carretera. En estos supuestos el cálculo de la uniformidad global de luminancias se realizará de acuerdo con el método señalado en la Publicación CIE nº 47, teniendo en cuenta las características fotométricas de los pavimentos normalizados al respecto (clase W).

Las condiciones húmedas se tienen que aplicar en aquellas zonas geográficas en las que la intensidad y persistencia de la lluvia provoque que, durante una parte significativa de las horas nocturnas a lo largo del año (aproximadamente 120 días de lluvia anuales), la superficie de la calzada permanezca mojada. En ella se incluye un requisito adicional de uniformidad global con calzada húmeda para evitar la degradación de las prestaciones durante los periodos húmedos.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

Tabla 9.- Niveles de iluminación de las clases de alumbrado M.

CLASE DE ALUMBRADO*	LUMINANCIA DE LA SUPERFICIE DE LA CARRETERA PARA CONDICIÓN SECA Y HÚMEDA DE LA SUPERFICIE DE LA CALZADA			DESLUMBRAMIENTO INCAPACITIVO	ALUMBRADO DE ALREDEDORES	
	CONDICIONES SECAS		HÚMEDAS	CONDICIONES SECAS	CONDICIONES SECAS	
	L_m (referencia) ^(a) cd/m ²	U_0 (Mínima)	U_l (Mínima) ^(b)	U_w (Mínima) ^(c)	f_{ti} (Máxima) ^(d) %	R_{Ei} ^(e) (Mínima)
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

* Los valores de luminancia fijados pueden convertirse en valores de iluminancia, multiplicando los mismos por el coeficiente ($R = E/L$) del pavimento utilizado, tomándose un valor $R = 15$ cuando se desconozcan las características fotométricas del pavimento.

^(a) Los valores de La luminancia media (L_m) son niveles medios de referencia en servicio, con mantenimiento de la instalación de alumbrado, mientras que las uniformidades (U_0 , U_l y U_w) y el alumbrado de alrededores (R_{Ei}) son niveles mínimos, y el deslumbramiento incapacitivo (f_{ti}) es un valor máximo.

^(b) La uniformidad longitudinal (U_l) proporciona una medida de la visibilidad del diseño repetido de manchas brillantes y oscuras en la superficie de la calzada, y como tal es solo relevante para condiciones visuales en secciones largas ininterrumpidas de carretera y, por tanto, se debería aplicar únicamente en tales circunstancias.

^(c) Este es el único criterio para condiciones de carretera húmeda. Se puede aplicar en adición a criterios para condiciones secas de acuerdo con los requisitos que se establezcan, de forma que los valores de la columna se pueden modificar.

^(d) Los valores dispuestos en la columna (f_{ti}) son los máximos recomendados para la clase de alumbrado específica. Sin embargo, pueden ser modificados de conformidad con los requisitos que se determinen.

^(e) Este criterio se debe aplicar solamente donde no hay áreas de tráfico con sus propios requisitos de alumbrado adyacentes a la calzada. Los valores de la columna se pueden modificar de manera que se asegure que se proporciona una iluminación adecuada de los alrededores. La anchura de las bandas adyacentes a la carretera será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

2.4.2 Clase de alumbrado C.

En la tabla 10 se indican los niveles de iluminación dados por Los criterios de iluminación de esta clase de alumbrado están fundamentadas en la iluminancia media horizontal (E_m) y en el valor mínimo de su uniformidad (U_0).

Una zona de un vial se considera especial debido a los problemas específicos de visión y maniobras que tienen que realizar los vehículos que circulan por ella, tales como enlaces e intersecciones, glorietas y rotondas, zonas de reducción del número de carriles o disminución del ancho de la calzada, curvas y viales sinuosos en pendiente, zonas de incorporación de nuevos carriles, o pasos inferiores.

Para dichas zonas especiales se tendrá en cuenta, por orden de prelación, los siguientes criterios:

a) Criterio de luminancia

Si la zona especial es parte de una vía cuya velocidad autorizada es $V \geq 90$ Km (vías tipo 1, 2), así como vías tipo 3 se aplicarán los niveles basados en la luminancia de la superficie de la calzada de las clases de alumbrado M.

b) Criterio de iluminancia.

Si la zona especial es parte de una vía cuya velocidad autorizada es $V < 90$ Km (vías tipo 4, 5, 6 y 7), o cuando no sea posible aplicar el criterio de luminancia, debido a que la distancia de visión resulte

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

inferior a 60 m (valor mínimo utilizado en el cálculo de la luminancia) y cuando no se pueda situar adecuadamente al observador, dada la sinuosidad y complejidad de la zona especial de vial, se aplicará el criterio de iluminancia, con unos niveles de iluminación correspondientes a la clase de alumbrado C.

Cuando exista una zona especial del vial e independientemente del criterio de luminancia o de iluminancia aplicado, la clase de alumbrado que se establezca será un grado superior al de la vía a la que corresponde dicho espacio. Si confluyen varias vías en una zona especial, tal y como puede suceder en los cruces, la clase de alumbrado será un grado superior al de la vía de tráfico donde se sitúa dicha zona. Asimismo, si confluyen varias vías, la clase de alumbrado de la zona especial de vial será un grado superior al de la vía de tráfico que tenga la clase de alumbrado más elevada.

Tabla 10.- Valores para las clases de alumbrado C.

CLASE DE ALUMBRADO	ILUMINANCIA HORIZONTAL		
	Em (Referencia) lux	Uo (Mínima)	f _{ti} (Máxima) %
C0	50,0	0,40	15
C1	30,0	0,40	15
C1A	25,0	0,40	15
C2	20,0	0,40	15
C3	15,0	0,40	20
C4	10,0	0,40	20
C5	7,5	0,40	20

Los valores de la tabla son valores de referencia (Em) y mínima (Uo) en servicio con mantenimiento de las instalaciones de alumbrado. A fin de conservar dichos niveles de servicio, debe adoptarse un factor de mantenimiento (fm) elevado que dependerá de la fuente de luz implantada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo

A título orientativo, en el alumbrado de zonas especiales en tramos de vías no iluminadas, en la tabla 11 se establecen las siguientes clases de alumbrado o niveles de referencia.

Tabla 11 - Zonas especiales situadas en tramos de vías no iluminados.

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA ESPECIAL DEL VIAL	CLASES DE ALUMBRADO
Cruces muy complejos con intensidad de tráfico elevado y alta complicación del trazado y campo visual.	C0
Cruces complejos. Glorietas y rotondas. Vías de tráfico rodado de gran anchura.	C0 – C1
Zonas de peaje. Áreas de estacionamiento.	C1 – C1A

Cuando se *emplea* el criterio de iluminancia, no es posible calcular el deslumbramiento perturbador o incremento de umbral (f_{TI}) fijado en la tabla 9, dado que se precisa determinar la luminancia media de la calzada. En este caso, la evaluación de dicho deslumbramiento se llevará a cabo mediante la utilización de los niveles de referencia de la intensidad luminosa de las luminarias, establecida en la tabla 12.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

Tabla 12- Clases G de intensidad luminosa de las luminarias

Clase de Intensidad	Intensidad Máxima ^a (cd/klm)			Otros requisitos
	$70^\circ \leq \gamma < 80^\circ$	$80^\circ \leq \gamma < 90^\circ$	$\gamma \geq 90^\circ$	
G*1	-	200	50	Ninguno
G*2	-	150	30	Ninguno
G*3	-	100	20	Ninguno
G*4	500	100	10	Intensidades por encima de 95° deben ser cero ^b
G*5	350	100	10	Intensidades por encima de 95° deben ser cero ^b
G*6	350	100	0 ^b	Intensidades por encima de 95° deben ser cero ^b

^a En cualquier dirección que forme el ángulo especificado de la vertical descendente, con la luminaria instalada para su uso (con la inclinación de montaje especificada) direcciones por debajo de la horizontal de la salida de flujo de la luminaria.
^b Intensidades luminosas inferiores a 1 cd/klm, pueden ser consideradas como cero

Como la evaluación del deslumbramiento incapacitado o incremento umbral (f_{TI}) no es estrictamente realista si se basa únicamente en las características fotométricas de la luminaria, como se concreta en la tabla 12 relativa a las clases G* de intensidad luminosa, para el cálculo de (f_{TI}) para clases de alumbrado C y P, podrá utilizarse lo establecido en la ITC-EA-07

2.4.3 Clase de Alumbrado P

Los criterios de iluminación de las clases de alumbrado P se asientan en la iluminancia horizontal sobre el área de la superficie a iluminar, y se expresan por la iluminancia media (E_m) y la iluminancia mínima (E_{min}).

Tabla 13.- Valores para las clases de alumbrado P.

CLASE DE ALUMBRADO*	LUMINANCIA HORIZONTAL			REQUISITOS ADICIONALES SI SE NECESITA RECONOCIMIENTO FACIAL	
	E_m (Referencia) lux	E_{min} lux	f_{TI} (Máxima) %	E_v lux	E_{sc} lux
P1	15,00	3,00	20	5,0	5,0
P2	10,00	2,00	25	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	25	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	30	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	30	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	35	0,6	0,2

* Las clases de alumbrado P de esta tabla están destinados para peatones y ciclistas en aceras, carriles bici, carriles de emergencia y otras áreas de carretera que se encuentran separadas o junto a la calzada de una vía de tráfico, y para vías residenciales, calles peatonales, áreas de aparcamiento, zonas de colegios, etc.

2.5 Niveles de iluminación adicionales a las clases de alumbrado P.

Respecto a los niveles de iluminación adicionales a las clases de alumbrado (P), se considerarán las clases de alumbrado HS (iluminancia semiesférica), SC (iluminancia semicilíndrica) y EV (iluminancia en el plano vertical) que se determinan respectivamente en las tablas 14, 15 y 16

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

Tabla 14.- Clases de alumbrado HS.

CLASE DE ALUMBRADO	* ILUMINANCIA SEMIESFÉRICA	
	(1) E _{hs} (Referencia) lux	U _o (Mínima) lux
HS1	5,00	0,15
HS2	2,50	0,15
HS3	1,00	0,15
HS4	Prestación no determinada	Prestación no determinada

*Es el flujo luminoso total sobre una pequeña semiesfera con una base horizontal, dividida por el área de la superficie de la semiesfera.

(1) Iluminancia media de referencia en servicio, con mantenimiento de la instalación de alumbrado.

Las clases de alumbrado adicional (HS) se basan en la iluminancia semiesférica de la calzada de la vía de tráfico y están previstas para mejorar el reconocimiento facial.

Tabla 15.- Clases de alumbrado SC.

ILUMINANCIA SEMICILÍNDRICA	
CLASE DE ALUMBRADO	(1) E _{sc} (Mínima) lux
SC1	10,00
SC2	7,50
SC3	5,00
SC4	3,00
SC5	2,00
SC6	1,50
SC7	1,00
SC8	0,75
SC9	0,50

(1) Iluminancia mínima en servicio con mantenimiento de la instalación.

Las clases (SC) de la tabla 15, como clase de alumbrado adicional para áreas peatonales, están destinadas con la finalidad de aumentar el reconocimiento facial y aumentar la sensación de seguridad. El valor E_{sc} mínimo se debe evaluar en un plano a 1,5 m sobre la calzada de la vía de tráfico.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

Tabla 16.- Clases de alumbrado EV.

ILUMINANCIA VERTICAL	
CLASE DE ALUMBRADO	(1) E _v (Mínima) lux
EV1	50,00
EV2	30,00
EV3	10,00
EV4	7,50
EV5	5,00
EV6	0,50

La iluminancia semiesférica (H_S) y semicilíndrica mínima (E_{sc}), así como la iluminancia en el plano vertical mínima (E_v), se calcularán y medirán de acuerdo con lo dispuesto en las normas UNE-EN 13201-3 y UNE-EN 13201-4

El área de la vía de tráfico para la cual se aplican los requisitos de las tablas 14, 15 y 16 puede incluir toda el área de dicha vía, tal como calzadas en carreteras residenciales y medianas entre calzadas, aceras y carriles bici.

3 ALUMBRADOS ESPECÍFICOS

Se consideran alumbrados específicos los que corresponden a pasarelas peatonales, escaleras y rampas, pasos subterráneos peatonales, alumbrado adicional de pasos de peatones, parques y jardines, pasos a nivel de ferrocarril, fondos de saco, glorietas, túneles y pasos inferiores, aparcamientos de vehículos al aire libre, áreas de trabajo exteriores, alumbrado deportivo, carriles bici, puestos de peaje de autopistas y control de aduanas, así como cualquier otro que pueda asimilarse a los anteriores.

Los requisitos fotométricos serán los especificados a continuación.

3.1 Alumbrado de Pasarelas Peonales, Escaleras y Rampas

La clase de alumbrado será C2 y, en caso de riesgo de inseguridad ciudadana, podrá adoptarse la clase C1. Cuando existan escaleras y rampas de acceso, la iluminancia en el plano vertical no será inferior al 50% del valor en el plano horizontal de forma que se asegure una buena percepción de los peldaños.

Cuando la pasarela peatonal cruce vías férreas su alumbrado deberá responder a las condiciones de visibilidad impuesta por estos condicionantes.

3.2 Alumbrado de Pasos Subterráneos Peonales

La clase de alumbrado será C1, con una uniformidad media de 0,5 pudiendo elevarse, en el caso de que se estime un riesgo de inseguridad alto, a CO y la misma uniformidad. Asimismo, en el supuesto de que la longitud del paso subterráneo peatonal así lo exija, deberá preverse un alumbrado diurno con un nivel luminoso de 100 lux y una uniformidad media de 0,5.

En este tipo de alumbrado la finalidad especial será evitar el efecto "agujero negro", proporcionando sensación de seguridad, por lo que se recomienda la iluminación de las superficies verticales para

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

mejorar la identificación de las personas.

3.3 Alumbrado Adicional de Pasos de Peatones

En el alumbrado adicional de los pasos de peatones, la iluminancia de referencia mínima en el plano vertical será de 40 lux, y una limitación en el deslumbramiento G2 en la dirección de circulación de vehículos y G3 en la dirección del peatón (tabla 10). La clase de alumbrado será C1 en áreas comerciales e industriales y C1A en zonas residenciales.

3.4 Alumbrado de Parques y Jardines

Los viales principales, tales como accesos al parque o jardín, sus paseos y glorietas, áreas de estancia y escaleras, que estén abiertos al público durante las horas nocturnas, deberán iluminarse como caminos peatonales (tipo de vía E de la tabla 7).

El alumbrado ornamental de estatuas, paramentos, etc. cumplirá lo dispuesto en el apartado 4 de esta ITC-EA-02

3.5 Alumbrado de Pasos a Nivel de Ferrocarril

El nivel de iluminación sobre la zona de cruce, comenzando a una distancia mínima de 40 m y finalizando 40 m después, será C2, recomendándose una clase de alumbrado C1.

No obstante, si el paso a nivel se encuentra en un itinerario dotado de un correcto alumbrado, dicho paso deberá iluminarse del mismo modo que el citado itinerario.

3.6 Alumbrado de Fondos de Saco

El alumbrado de una calzada en fondo de saco se ejecutará de forma que se señalen con exactitud a los conductores los límites de la calzada. El nivel de iluminación de referencia será C2 y *deberá procurarse que, tanto los bordillos de las aceras, como las isletas de tráfico resulten visibles, controlando estrictamente el deslumbramiento.*

3.7 Alumbrado de Glorietas

Además de la iluminación de la glorieta el alumbrado deberá extenderse a las vías de acceso a la misma, en una longitud adecuada de al menos de 200 m en ambos sentidos.

Los niveles de iluminación para glorietas serán una clase de alumbrado superior que los niveles de los accesos o entradas, incrementando la uniformidad media global (U_0) hasta al menos 0,5, con un valor de referencia de la iluminancia media $E_m \geq 30$ lux y deslumbramiento máximo $GR \leq 45$.

En zonas urbanas o en carreteras dotadas de alumbrado público, el nivel de iluminación de las glorietas será como mínimo un grado superior al del tramo que confluye con mayor nivel de iluminación, cumpliéndose en todo caso lo establecido en el apartado 2.5 referente a zonas especiales de viales, etc.

En vías interurbanas si la glorieta y las carreteras que confluyen no están iluminadas, se dotarán de alumbrado los accesos a ellas en una longitud, al menos, de 200 m en ambos sentidos, con los niveles de iluminación que dichas vías requieran según apartado 2.4.

3.8 Alumbrado de Túneles y Pasos Inferiores

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

En el dimensionamiento y cálculo de las instalaciones de alumbrado se considerarán como valores de referencia, los niveles de iluminación especificados en la Publicación CIE 88:2004 "Guía para alumbrado de túneles de carretera y pasos inferiores".

3.9 Aparcamientos de vehículos al aire libre

El alumbrado de aparcamientos al aire libre cumplirá con los requisitos fotométricos de las clases de alumbrado (C1A y P2) establecidos para el tipo de vía A en la tabla 7 de esta ITC-EA-02

3.10 Alumbrado de Áreas de Trabajo Exteriores

Se considerarán como valores de referencia, los niveles de iluminación especificados en la norma UNE-EN 12464-2, teniendo en cuenta la Publicación CIE nº 129.

3.11 Alumbrado Deportivo

Se adoptarán como valores de referencia los niveles de iluminación consignados en la norma UNE-EN-12193.

3.12 Puestos de Peaje de Autopistas y de Control de Aduanas

El área de peaje de una autopista o de control de la documentación en una aduana está compuesta por las cinco zonas siguientes:

- a) **Zona I - Divergencia de entrada:** El nivel de iluminación a mantener será el de la vía de tráfico en el supuesto que esté iluminada. En cualquier caso, se establecerá como nivel de referencia una iluminancia media horizontal en servicio con mantenimiento de la instalación de 15 lux y una uniformidad media del 50%.
- b) **Zona II - Plataforma de acceso:** En esta zona el nivel medio de referencia de iluminancia horizontal será de 30 lux sobre la totalidad de los aproximadamente 40 m de longitud de la misma
- c) **Zona III – Peaje:** Además de las luces de señalización antiniebla situadas en las cabeceras de las isletas, se asegurará un nivel de referencia de iluminancia horizontal de 75 lux y un nivel de referencia de iluminancia vertical media de 40 lux sobre el plano frontal de la barrera (lugar de transacción del ticket, de pago y, en su caso, de control de documentación).
- d) **Zona IV - Plataforma de salida:** Se establecerán los mismos niveles que los de la plataforma de acceso (Zona II).
- e) **Zona V - Convergencia de salida:** Se ajustará a lo establecido en la Zona I, manteniendo el mismo nivel de iluminancia horizontal y de la uniformidad media incluso en las áreas de estacionamiento de vehículos situadas a la salida del peaje.
- f) **Sistemas de Iluminación:** Se cuidará la correcta limitación del deslumbramiento. El cálculo del índice GR deberá efectuarse para el usuario (conductor del vehículo) que se presenta a la entrada divergente del peaje o aduana y mira a la barrera. Se fija un valor máximo de GR de 45, teniendo en cuenta el movimiento de vehículos y su seguridad. A nivel de la barrera de peaje, una iluminación indirecta contribuirá a reforzar el aspecto de barrera mediante un excelente nivel de iluminancia vertical.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

4 ALUMBRADO ORNAMENTAL

Se consideran alumbrados ornamentales los que corresponden a la iluminación de fachadas de edificios y monumentos, así como estatuas, murallas, fuentes, etc., y paisajista de ríos, riberas, frondosidades, equipamientos acuáticos, etc.

Los monumentos se iluminarán de modo que destaque su carácter, edad y, en lo posible, su significado histórico. Una acertada iluminación ornamental exigirá tener en cuenta las dimensiones del edificio o monumento, su situación y alrededores, las terminaciones de las fachadas, así como los contrastes entre fachadas y fondos.

En este tipo de iluminación los contrastes generalmente serán más importantes que su homogeneidad y, por ende, las sombras resultarán tan trascendentes como la propia luz.

Los valores de referencia de los niveles de iluminancia media en servicio, con mantenimiento de la instalación, del alumbrado ornamental serán los establecidos en la tabla 17.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

Tabla 17 ·Niveles 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. LED	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
- termolacado muy coloreado (10%) rojo, marrón, amarillo	120	180	360	1,3	1,0	1,5	2,0
- termolacado muy coloreado (10%) azul – verdoso	120	180	360	1,0	1,3	1,5	2,0
- termolacado colores medios (30 – 40%) rojo, marrón, amarillo	40	60	120	1,2	1,0	2,0	4,0
- termolacado colores medios (30 – 40%) azul – verdoso	40	60	120	1,0	1,2	2,0	4,0
- termolacado colores pastel (60 – 70%) rojo, marrón, amarillo	20	30	60	1,1	1,0	3,0	5,0
- termolacado colores pastel (60 – 70%) azul - verdoso	20	30	60	1,0	1,1	3,0	5,0

(1) Valores de referencia 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.), LED's, 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 todo caso, se deberán cumplir los valores establecidos para cada zona E0, E1, E2, E3 y E4 en la tabla 4 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-03.

Los valores de la tabla 17 corresponden a niveles de referencia del alumbrado ornamental por inundación. No se fijan valores de referencia para la iluminación ornamental por acento realizada con cualquier tipo de fuente de luz y aparato de alumbrado.

La ejecución del alumbrado ornamental requerirá un estricto control del flujo luminoso fuera de la superficie iluminada, adoptando al respecto el apantallamiento que se considere preciso.

Asimismo, se controlará el periodo de funcionamiento de este tipo de alumbrado, programando adecuadamente los ciclos en los que estarán funcionando las instalaciones de alumbrado ornamental.

Para determinar el nivel de luminancia sobre la fachada del edificio, debe tenerse en cuenta el factor de reflexión de los materiales que la constituyen, así como la forma como la luz es reflejada. Los factores de reflexión difusa con luz blanca de algunos materiales, según la Publicación CIE n° 150 de

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

2017, son los consignados en la tabla siguiente:

Tabla 18 - Factor de reflexión de algunos materiales

MATERIAL*	FACTOR DE REFLEXIÓN ρ
Hormigón medio	0,3 - 0,4
Ladrillo amarillo claro	0,35
Ladrillo pardo	0,30
Ladrillo rojo	0,15
Granito rosa	0,30
Granito gris	0,10- 0,15
Mármol claro	0,50 - 0,60
Mármol ligeramente coloreado	0,30
Mármol oscuro	0,15
Piedra clara	0,50
Piedra medianamente coloreada	0,30
Piedra oscura	0,15
* Se considera que todos los materiales son difusores y están limpios	

5 ALUMBRADO PARA VIGILANCIA Y SEGURIDAD NOCTURNA

Es el correspondiente a la iluminación de fachadas y áreas destinadas a actividades industriales, comerciales, de servicios, deportivas y recreativas, etc. con fines de vigilancia y seguridad durante la noche.

La tabla 19 incluye los valores de referencia de los niveles de iluminancia media vertical en fachada del edificio y horizontal en las inmediaciones del mismo, en función de la reflectancia o factor de reflexión p de la fachada.

Tabla 19 - 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 $p=0,60$	1	1
Normal $p=0,30$	2	2
Oscura $p=0,15$	4	2
Muy oscura $p=0,075$	8	4
<i>(1) Los niveles de la tabla son valores de referencia en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado.</i>		
<i>(2) La iluminancia media vertical solo se considerará hasta una altura de 4 m desde el suelo</i>		

En las áreas destinadas a actividades industriales, comerciales, de servicios, deportivas, recreativas, etc. los niveles de referencia medios de iluminancia serán los siguientes:

Áreas de riesgo normal: 5 lux

Áreas de riesgo elevado: 20 lux

Áreas de alto riesgo: 50 lux

La uniformidad media será de 0,30.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

Para la obtención de los niveles anteriores se admitirá la instalación de un sistema de alumbrado de seguridad temporizado, activado por detectores de presencia.

6 ALUMBRADO DE SEÑALES Y ANUNCIOS LUMINOSOS

Es el correspondiente a señales, carteles, anuncios luminosos, anuncios iluminados, alumbrado de escaparates, mobiliario urbano y edículos como marquesinas, cabinas telefónicas, etc. Se excluyen de este tipo todas las señales y anuncios de tráfico.

Los valores de referencia de los niveles máximos de luminancia (cd/m^2) para señales y anuncios luminosos e iluminados en función de la superficie (m^2), son los determinados en la tabla 20.

Tabla 20 - 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 todo caso, se deberán cumplir los valores máximos de luminancia de rótulos y anuncios luminosos, establecidos para cada Zona EO, E1, E2, E3 y E4 en la tabla 4 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-03.

Tal y como se ha señalado en el apartado 1 de esta Instrucción Técnica Complementaria ITC- EA-02, los valores de la tabla 20 son valores de referencia.

7 ALUMBRADO FESTIVO Y NAVIDEÑO

La potencia máxima instalada por unidad de superficie (W/m^2), en función de la anchura de la calle y del número de horas de funcionamiento por año del alumbrado festivo o navideño, no sobrepasarán los valores establecidos en la tabla 21. No se establece límite de potencia instalada por unidad de superficie para alumbrados festivos y navideños cuya duración de funcionamiento sea inferior a 100 horas anuales.

Tabla 21 - Valores máximos de la potencia instalada en alumbrado festivo y navideño

Anchura de la calle entre fachadas	POTENCIA MÁXIMA INSTALADA			
	OTRAS FUENTES DE LUZ		LED	
	FUNCIONAMIENTO ANUAL		FUNCIONAMIENTO ANUAL	
	ENTRE 100 Y 200 H	>200 H	ENTRE 100 Y 200 H	>200 H
Hasta 10m	15 W/m^2	10 W/m^2	3 W/m^2	2 W/m^2
Entre 10m y 20m	12 W/m^2	8 W/m^2	2,4 W/m^2	1,6 W/m^2
Más de 20m	9 W/m^2	6 W/m^2	1,8 W/m^2	1,2 W/m^2

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

Se fomentará la instalación de la menor potencia posible, teniendo en cuenta la utilización de microlámparas, fibra óptica, LED, halografías u otros sistemas de bajo consumo de energía y se establecerán sistemas de control horario manipulables a distancia,

8 DESLUMBRAMIENTOS

8.1 Instalaciones de Alumbrado vial funcional

En las instalaciones de alumbrado vial funcional, el deslumbramiento perturbador o incremento de umbral máximo (f_{ti}) en %, para cada clase de alumbrado será el establecido en la tabla 9 de esta ITC-EA-02.

Cuando se utilice el criterio de iluminancia, de conformidad con lo señalado en el epígrafe 2.5 de esta ITC, se limitará la intensidad luminosa de las luminarias conforme a lo dispuesto en las tablas 10 y 13 de esta ITC-EA-02.

8.2 Instalaciones de Alumbrado vial ambiental

La tabla 22 proporciona las clases D de índice de deslumbramiento que se utilizarán para satisfacer los requisitos apropiados del deslumbramiento molesto para las luminarias de ambiente con superficie luminosa difusora, instaladas a baja altura.

Tabla 22 ·Clases D de índice de deslumbramiento

Clase	DO	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Índice de deslumbramiento	-	7.000	5.500	4.000	2.000	1.000	500

El índice de deslumbramiento de una instalación de alumbrado vial ambiental es:

$$D = I.A - 0,5 \text{ cd/m}^2$$

dónde:

I es el valor máximo de la intensidad luminosa (cd) en cualquier dirección que forme un ángulo de 85° con la vertical.

A es el área aparente (m²) de las partes luminosas de la luminaria en un plano perpendicular a la dirección de la intensidad (I).

Si en la dirección de la intensidad I, son visibles partes de la fuente luminosa, bien directamente o bien como imágenes, se aplicará la clase DO. En este caso se deberán utilizar fuentes luminosas de bajo brillo.

Para alumbrado de vías peatonales, las clases D de índice de deslumbramiento máximo en función de la altura h de montaje en metros de las luminarias, serán las indicadas en la tabla 23:

Tabla 23 ·Índice de deslumbramiento en función de la altura de montaje

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

Altura de Montaje	Clases D
$h \leq 4,5$	D3
$4,5 < h \leq 6$	D2
$h > 6$	D1

El área aparente A cuando se determina en una dirección horizontal puede ser suficientemente exacta.

Cuando en las condiciones de funcionamiento se encuentre disponible una tabla de distribución de la intensidad luminosa de la luminaria, la intensidad (I) puede obtenerse en dicha tabla.

8.3 Otras Instalaciones de Alumbrado

Para evaluar el deslumbramiento en la iluminación -de recintos abiertos-superficies, instalaciones deportivas y áreas de trabajo exteriores, aparcamientos y, en general, en la iluminación a gran altura se utiliza el índice de deslumbramiento GR cuya escala de 0 a 100, en orden creciente de deslumbramiento es la indicada en la tabla 24:

Tabla 24 ·Evaluación del deslumbramiento mediante el índice GR

Deslumbramiento	Índice GR
Insignificante	10
Ligero	30
Límite admisible	50
Molesto	70
Insoportable	90

Los límites de deslumbramiento para este tipo de instalaciones de alumbrado son los establecidos en la tabla 25.

Tabla 25 ·Límites del deslumbramiento en recintos abiertos y, en general en la iluminación a gran altura

Destino del alumbrado	Tipo de Actividad	GRmáx
A la vigilancia y seguridad	Riesgos bajos	55
	Riesgos medios	50
	Riesgos altos	45
Al movimiento y seguridad	Solamente peatones	55
	Tráfico lento	50
	Tráfico normal	45
Al trabajo	Basto	55
	Basto y medio	50
	Fino	45
Instalaciones deportivas	Entrenamiento	55
	Competición	50

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	NIVELES DE ILUMINACIÓN	ITC-EA-02
---	------------------------	-----------

Para tareas decisivas de visión en áreas de trabajo los valores de GR máx serán 5 unidades por debajo de las establecidas

El índice de deslumbramiento GR se define en la Publicación CIE n° 112, cuya formulación empírica determinada experimentalmente responde a la siguiente expresión:

$$Gr = 27 + 24 \log (Lv/Lve^{0.9})$$

Donde:

Lv = Luminancia de velo debida a las (n) luminarias que producen cada una cierta iluminancia sobre el ojo del observador

Lve = luminancia de velo denominada equivalente, producida por el entorno situado en frente del observador.

Se puede establecer:

$$Lve = 0,035 Lm$$

Siendo:

Lm = luminancia de suelo, observado a la puesta en servicio de la instalación.

El deslumbramiento del usuario está influenciado de un modo importante por la distribución luminosa de los proyectores y el flujo luminoso de las fuentes de luz con las que van equipados, así como por la altura de los puntos de luz y posicionamiento en el emplazamiento, apuntamiento de los proyectores y la dirección de los haces luminosos en relación al usuario.

9 NIVELES DE ILUMINACIÓN REDUCIDOS

Con la finalidad de ahorrar energía, disminuir el resplandor luminoso nocturno y limitar la luz molesta, a ciertas horas de la noche, deberá reducirse el nivel de iluminación en las instalaciones de alumbrado vial, alumbrado específico, alumbrado ornamental y alumbrado de señales y anuncios luminosos, con potencia instalada superior a 5 kW con lámparas de descarga y 800 W con LED, salvo que, por razones de seguridad, a justificar en el proyecto, no resultara recomendable efectuar variaciones temporales o reducción de los niveles de iluminación.

Cuando se reduzca el nivel de iluminación, es decir, se varíe la clase de alumbrado a una hora determinada, deberán mantenerse los criterios de uniformidad de luminancia, iluminancia y deslumbramiento establecidos en esta Instrucción ITC-EA-02.

En el caso de vías cuya velocidad autorizada sea ≥ 90 km/h (vías tipo 1 y 2) y aquellas otras (vías 3, 4 y 5) de la tabla 6 con un velocidad autorizada $v \leq 90$, así como zonas especiales de viales (enlaces, intersecciones, glorietas, zonas de incorporación de nuevos carriles, etc.), la reducción de los niveles de iluminación deberán permitir un nivel de seguridad que, al menos, garantice una "probabilidad de visión" mínima no inferior al 50%, que corresponde a una clase de alumbrado M4 con una luminancia media de 0,9 cd/m² equivalente a 13,5 lux, y uniformidad global mínima del 0,4.

Todo ello teniendo en cuenta que, la influencia del nivel de luminancia de la calzada (L_m), y de la uniformidad global (U_o) sobre la "probabilidad de visión", no es lineal, de forma que por debajo de un cierto límite de dichos parámetros la "probabilidad de visión" cae bruscamente y prácticamente desaparece.