

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

Instrucción Técnica Complementaria EA - 02 Niveles de iluminación

INDICE

1. GENERALIDADES	2
2. ALUMBRADO VIAL	3
2.1 CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS Y SELECCIÓN DE LAS CLASES DE ALUMBRADO.....	3
2.2 NIVELES DE ILUMINACIÓN DE LOS VIALES.....	10
2.3 NIVELES DE ILUMINACIÓN DE ZONAS ESPECIALES DE VIALES.....	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.....	18
3.8 ALUMBRADO DE TÚNELES Y PASOS INFERIORES.....	18
3.9 APARCAMIENTOS DE VEHÍCULOS AL AIRE LIBRE	19
3.10 ALUMBRADO DE ÁREAS DE TRABAJO EXTERIORES.....	19
4. ALUMBRADO ORNAMENTAL	21
5. ALUMBRADO PARA VIGILANCIA Y SEGURIDAD NOCTURNA	22
6. ALUMBRADO DE SEÑALES Y ANUNCIOS LUMINOSOS	23
7. ALUMBRADO FESTIVO Y NAVIDEÑO	24
8. DESLUMBRAMIENTOS	24
8.1 INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL	24
8.2 INSTALACIONES DE ALUMBRADO VIAL AMBIENTAL	25
8.3 OTRAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO	26
9. NIVELES DE ILUMINACIÓN REDUCIDOS	27
10. CLASES DE ALUMBRADO DE SIMILAR NIVEL DE ILUMINACION	28

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

1. GENERALIDADES

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

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 están basados en las normas de la serie UNE-EN 13201 "Iluminación de Carreteras", y no tendrán la consideración de valores mínimos obligatorios, pues quedan fuera de los objetivos de este Reglamento.

Es de señalar que los niveles de luminancia e iluminancia medias consignados en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-02, son valores de referencia a excepción del caso del alumbrado festivo y navideño, para que el que se establecen valores máximos de potencia instalada.

Deberá garantizarse asimismo el valor de la uniformidad mínima, mientras que el resto de 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.

Los niveles de uniformidad incluidos en esta ITC-EA-02 son valores mínimos cuyo cumplimiento deberá garantizarse, tal y como dispone el artículo 7 de este Reglamento.

Aun cuando a título de ejemplo se señala que el nivel mínimo de iluminancia en un punto no es un valor exigido, excepto en las clases de alumbrado S en las que el valor mínimo es un valor exigible, debe tenerse en cuenta que si dicho valor es muy bajo la uniformidad media resulta prácticamente nula, lo que supondría incumplir los niveles mínimos de uniformidad establecidos.

Asimismo, alcanzar unos valores mínimos de la relación entorno (SR), así como no superar los niveles máximos de deslumbramiento (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.

Los requisitos fotométricos anteriores no serán aplicables a aquellas instalaciones o parte de las mismas en las que se justifique debidamente la excepcionalidad y sea aprobada por el órgano competente de la Administración Pública.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

2. ALUMBRADO VIAL

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

En función de estos criterios, las vías de circulación se clasifican en varios grupos o situaciones de proyecto, asignándose a cada uno de ellos unos requisitos fotométricos específicos que tienen en cuenta las necesidades visuales de los usuarios así como aspectos medio ambientales de las vías

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

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	$v \leq 5$

2.1.2. Mediante otros criterios, tales como el tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (IMD), se establecen subgrupos dentro de la clasificación anterior.

En las tablas 2, 3, 4 y 5 se definen las clases de alumbrado para las diferentes situaciones de proyecto correspondientes a la clasificación de vías anteriores

Tabla 2 – Clases de alumbrado para vías tipo A

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado*
A1	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías). Intensidad de tráfico 	ME1 ME2 ME3a
	Alta (IMD) ≥ 25.000	
	Media (IMD) ≥ 15.000 y < 25.000	
	Baja (IMD) < 15.000	
	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas). Intensidad de tráfico 	
Alta (IMD) > 15.000		
	Media y baja (IMD) < 15.000	

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

A2	<ul style="list-style-type: none"> • Carreteras interurbanas sin separación de aceras o carriles bici. • Carreteras locales en zonas rurales sin vía de servicio. 	ME1 / ME2 ME3a / ME4a
	Intensidad de tráfico IMD \geq 7.000 IMD $<$ 7.000	
A3	<ul style="list-style-type: none"> • Vías colectoras y rondas de circunvalación. • Carreteras interurbanas con accesos no restringidos. • Vías urbanas de tráfico importante, rápidas radiales y de distribución urbana a distritos. • Vías principales de la ciudad y travesía de poblaciones. 	ME1 ME2 ME3b ME4a / ME4b
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.	
	IMD \geq 25.000	
	IMD \geq 15.000 y $<$ 25.000	
	IMD \geq 7.000 y $<$ 15.000	
	IMD $<$ 7.000	
(*) Para todas las situaciones de proyecto (A1, A2 y A3), 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.		

Quando para una misma intensidad de tráfico puedan adoptarse distintas clases de alumbrado o niveles de iluminación, se recomienda seleccionar la que responda al nivel de exigencia más crítico, que se puede definir en función de la complejidad del trazado de la carretera, control de tráfico, separación de los distintos tipos de usuarios y de otros parámetros.

La complejidad del trazado de la vía de tráfico hace referencia a la propia infraestructura y entorno visual. A este respecto resulta aconsejable tener en cuenta el número de carriles, pendientes y densidad de enlaces e intersecciones existentes.

En el control de tráfico se recomienda considerar la existencia de señalización horizontal y vertical, marcas viales y balizamiento, así como sistemas de regulación de tráfico.

Para la separación de los distintos tipos de usuarios como tráfico motorizado, vehículos de movimiento lento, ciclistas y peatones, convendría evaluar la presencia de carriles especiales (carril bus, bici, etc.), o restricciones de uso a uno o más tipos de usuarios.

Los parámetros para el grupo de situación de proyecto A2 de la tabla 2 que se estima deben tenerse presentes, son el tipo de cruces (enlaces e intersecciones), la distancia entre ellos y su densidad a lo largo del recorrido, así como las características habituales de las condiciones meteorológicas, la existencia de tramos singulares o zonas especiales de viales, complejidad del campo visual y los niveles de luminosidad ambiental.

Para situaciones de proyecto A3 a la hora de dilucidar la clase de alumbrado o nivel de iluminación a tomar en consideración en relación a la situación A2, no se propone valorar la distancia entre cruces, pero en cambio se admite sopesar la existencia o no de vehículos aparcados.

Tabla 3 – Clases de alumbrado para vías tipo B		
Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
B1	<ul style="list-style-type: none"> 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 IMD < 7.000	ME2 / ME3c ME4b / ME5 / ME6
	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras locales en áreas rurales. Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. IMD ≥ 7.000 IMD < 7.000	
^(*) 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.		

En la tabla 3 para seleccionar la clase de alumbrado o nivel de iluminación resulta recomendable para las situaciones de proyecto B1 y B2 considerar el tipo de cruces y la densidad de intersecciones, la implantación de medidas geométricas para tráfico tranquilo, la dificultad en la tarea de conducción, así como el tráfico de ciclistas y la existencia de vehículos aparcados, la complejidad del campo visual y los niveles de luminosidad ambiental.

Como método alternativo y como ayuda para el proyectista en la selección de la clase de alumbrado ME para las situaciones de proyecto dadas, la publicación CIE nº 115 en su versión del año 2010, considera diferentes parámetros a los que asigna un peso específico (I), que deben ser sumados, obteniendo un valor total (L).

La clase de alumbrado ME será la siguiente:

$$ME = 6 - L$$

En la tabla que a continuación se expone, a título meramente orientativo, se obtendrá un valor comprendido entre los números 1 y 6. Si el resultado no es un número natural, se adoptará el número natural más próximo por abajo.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

PARÁMETROS	OPCIONES	PESO ESPECÍFICO (I)	PESO ESPECÍFICO SELECCIONADO
<i>Velocidad</i>	<i>Muy alta</i>	1	
	<i>Alta</i>	0,5	
	<i>Moderada</i>	0	
<i>Intensidad de tráfico</i>	<i>Muy alta</i>	1	
	<i>Alta</i>	0,5	
	<i>Moderada</i>	0	
	<i>Baja</i>	-0,5	
<i>Composición de tráfico</i>	<i>Muy baja</i>	-1	
	<i>Mixto con alto porcentaje de no motorizado</i>	2	
	<i>Mixto</i>	1	
<i>Separación de calzadas</i>	<i>Sólo motorizado</i>	0	
	<i>No</i>	1	
<i>Densidad de intersecciones</i>	<i>Si</i>	0	
	<i>Alta</i>	1	
<i>Existencia de vehículos aparcados</i>	<i>Moderada</i>	0	
	<i>Si</i>	0,5	
<i>Luminosidad ambiental</i>	<i>No</i>	0	
	<i>Alta</i>	1	
	<i>Moderada</i>	0	
<i>Orientación visual / control de tráfico</i>	<i>Baja</i>	-1	
	<i>Pobre</i>	0,5	
	<i>Moderado o bueno</i>	0	
		<i>Suma de los pesos específicos</i>	<i>L</i>

En cualquier caso, la adopción de la clase de alumbrado o nivel de luminancia de referencia, corresponde al proyectista, por lo que los pesos específicos incluidos en la tabla no deben considerarse que sustituyen a la realización de un juicio razonable y un estudio pormenorizado.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

Tabla 4 – Clases de alumbrado para vías tipos C y D

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
C1	<ul style="list-style-type: none"> • Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas Flujo de tráfico de ciclistas Alto Normal	S1 / S2 S3 / S4
D1 - D2	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías. • Aparcamientos en general. • Estaciones de autobuses. Flujo de tráfico de peatones Alto Normal	CE1A / CE2 CE3 / CE4
D3 - D4	<ul style="list-style-type: none"> • Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada • Zonas de velocidad muy limitada Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto Normal	CE2 / S1 / S2 S3 / S4

^(*) Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, 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.

Para las situaciones de proyecto C1 (carriles bici) a la hora de adoptar la clase de alumbrado o nivel de iluminación, se aconseja tener en cuenta las medidas geométricas para el tráfico tranquilo, el flujo de tráfico de ciclistas, la necesidad de reconocimiento facial de las personas, la existencia de un riesgo mayor o menor de criminalidad, así como los niveles de luminosidad ambiental.

En el caso de situaciones de proyecto D1 y D2 se sustituye el flujo de tráfico de ciclistas por el de peatones y se incorpora la dificultad normal o más elevada en la tarea de conducción, así como los niveles de luminosidad ambiental.

Para el supuesto de situaciones de proyecto D3 y D4, además de las medidas geométricas para tráfico tranquilo, la dificultad en la tarea de conducción y el flujo de tráfico de peatones y ciclistas, se incluye la consideración de la existencia de vehículos aparcados, el reconocimiento facial y riesgo de criminalidad, la complejidad del campo visual y los niveles de luminosidad ambiental.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

Tabla 5 – Clases de alumbrado para vías tipo E		
Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ^(*)
E1	<ul style="list-style-type: none"> • Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada. • Paradas de autobús con zonas de espera • Áreas comerciales peatonales. Flujo de tráfico de peatones Alto Normal	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
E2	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones. Flujo de tráfico de peatones Alto Normal	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4

(*) Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, 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.

En lo que respecta a la tabla 5 y situaciones de proyecto E1 y E2, la elección de la clase de alumbrado o nivel de iluminación se basa en tener presente el reconocimiento facial y riesgo de criminalidad, el flujo de tráfico de peatones, además de los niveles de luminosidad ambiental.

Las distancias de seguridad o reconocimiento facial de las personas que vienen de frente para un observador de 40 años, en función del nivel de iluminación son los siguientes:

- 4 m (distancia mínima para poder reaccionar ante una persona que pretende efectuar una agresión), con una iluminancia horizontal mínima de 5 lux.
- 10 m, con una iluminancia horizontal mínima de 20 lux.

La identificación se obtiene en la totalidad de los casos cuando la iluminancia horizontal es de 25 lux. No aumenta la identificación o reconocimiento facial de las caras de las personas que vienen de frente, a partir de 30 lux de iluminancia horizontal.

Como método alternativo y como ayuda para el proyectista en la selección de la clase de alumbrado CE para las situaciones de proyecto dadas, la publicación CIE nº 115 en su versión del año 2010, adopta diferentes parámetros a los que asigna un peso específico (i), que deben ser sumados, obteniendo un valor total (I)

La clase de alumbrado CE será la siguiente:

$$CE = 6 - I$$

En la tabla que a continuación se expone, a título meramente orientativo, se obtendrá un valor comprendido entre los números 0 y 5. Si el resultado no es un número natural, se adoptará el número natural más pequeño por abajo.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

PARÁMETROS	OPCIONES	PESO ESPECÍFICO (i)	PESO ESPECÍFICO SELECCIONADO
<i>Velocidad</i>	<i>Muy alta</i>	3	
	<i>Alta</i>	2	
	<i>Moderada</i>	1	
	<i>Baja</i>	0	
<i>Intensidad de tráfico</i>	<i>Muy alta</i>	1	
	<i>Alta</i>	0.5	
	<i>Moderada</i>	0	
	<i>Baja</i>	-0.5	
<i>Composición de tráfico</i>	<i>Muy baja</i>	-1	
	<i>Mixto con alto porcentaje de no motorizado</i>	2	
	<i>Mixto</i>	1	
	<i>Solo motorizado</i>	0	
<i>Separación de calzada</i>	<i>No</i>	1	
	<i>Si</i>	0	
<i>Luminosidad ambiental</i>	<i>Alta</i>	1	
	<i>Moderada</i>	0	
	<i>Baja</i>	-1	
<i>Orientación visual/ Control de tráfico</i>	<i>Pobre</i>	0.5	
	<i>Moderado o bueno</i>	0	
		<i>Suma de los pesos específicos</i>	<i>1</i>

En todo caso, la elección de la clase de alumbrado o nivel de iluminancia de referencia corresponde al autor del proyecto, por lo que los pesos específicos incorporados en la tabla no deben considerarse que reemplazan a la elaboración de un juicio razonable y un detallado estudio.

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.

Al pie de cada una de las tablas 2,3,4 y 5 se han detallado las recomendaciones para la selección de la clase de alumbrado o nivel de iluminación más idónea, considerando los parámetros que influyen en cada situación de proyecto, al objeto de responder al nivel de exigencia más crítico.

2.2 Niveles de iluminación de los viales

En las tablas 6, 7, 8 y 9 se reflejan los requisitos fotométricos aplicables a las vías correspondientes a las diferentes clases de alumbrado.

Tabla 6 – Series ME de clase de alumbrado para viales secos tipos A y B

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia Media L_m (cd/m ²) ⁽¹⁾	Uniformidad Global U_o [mínima]	Uniformidad Longitudinal U_l [mínima]	Incremento Umbral TI (%) ⁽²⁾ [máximo]	Relación Entorno SR ⁽³⁾ [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
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

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (TI), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

⁽²⁾ Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI).

⁽³⁾ La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

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

En la tabla 7 se concretan los niveles de iluminación de las series MEW de clases de alumbrado a 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, la superficie de la calzada permanezca mojada (aproximadamente 120 días de lluvia anuales). En ella se incluye un requisito adicional de uniformidad global con calzada húmeda para evitar la degradación de las prestaciones durante los periodos húmedos.

En el caso de calzadas mojadas, la superficie refleja la luz de forma mucho más especular (dirigida) que difusa (misma luminancia en todas las direcciones del espacio), y la uniformidad de las luminancias de la calzada queda degradada 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).

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

Tabla 7 – Series MEW de clase de alumbrado para viales húmedos tipos A y B

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas y húmedas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores	
	Calzada seca		Calzada húmeda			
	Luminancia ⁽⁵⁾ Media L_m (cd/m ²) ⁽¹⁾	Uniformidad Global U_o [mínima]	Uniformidad Longitudinal U_l ⁽²⁾ [mínima]	Uniformidad Global U_o [mínima]	Incremento Umbral TI (%) ⁽³⁾ [máximo]	Relación Entorno SR ⁽⁴⁾ [mínima]
MEW1	2,00	0,40	0,60	0,15	10	0,50
MEW2	1,50	0,40	0,60	0,15	10	0,50
MEW3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,50
MEW4	0,75	0,40	Sin requisitos	0,15	15	0,50
MEW5	0,50	0,35	Sin requisitos	0,15	15	0,50

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (TI), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

⁽²⁾ Este criterio es voluntario pero puede utilizarse, por ejemplo, en autopistas, autovías y carreteras de calzada única de doble sentido de circulación y accesos limitados.

⁽³⁾ Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI)

⁽⁴⁾ La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan áreas contiguas a la calzada con sus propios requerimientos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

⁽⁵⁾ 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.

Tabla 8 – Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E

Clase de Alumbrado ⁽¹⁾	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media E_m (lux) ⁽¹⁾	Iluminancia mínima E_{min} (lux) ⁽¹⁾
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

⁽¹⁾ Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f_m) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

En consonancia con lo determinado en la norma UNE-EN 13201-2, la tabla 8 se destina fundamentalmente a espacios peatonales, aceras, carriles bici, etc. de acuerdo con lo señalado en las tablas 4 y 5 de esta ITC-EA-02.

Tabla 9 – Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E

Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media <i>Em (lux)</i> [mínima mantenida ⁽¹⁾]	Uniformidad Media <i>Um</i> [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento () elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

(2) También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

En las instalaciones de alumbrado donde se utilice una fuente luminosa de luz blanca con temperatura de color $T_c > 2500$ K e índice de rendimiento de color $R_a > 60$, se podrá aplicar la clase de alumbrado inmediatamente inferior a la seleccionada con los criterios establecidos.

La nota 1 de las tablas 6, 7, 8 y 9 corresponde a los valores de luminancia o iluminancia medias que son niveles de referencia, mientras que las uniformidades y la relación entorno (SR) son valores mínimos, y, por último, el deslumbramiento perturbador (TI) es un nivel máximo, tal y como se indica en el apartado 1 de esta ITC-EA-02.

El mantenimiento de los referidos niveles se llevará a cabo considerando un factor de mantenimiento (f_m) elevado, adecuado a lo dispuesto en la ITC-EA-06, que dependerá de la fuente de luz adoptada, que comprende tanto la lámpara como los LED, del tipo de luminaria instalada, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Tal y como dispone la norma UNE-EN 13201-2, en lo referente a las tablas 6 y 7, la luminancia media (L_m), uniformidad global (U_g), uniformidad longitudinal (UI), el incremento de umbral (TI), y la relación entorno (SR), se calcularán y efectuarán las mediciones conforme a lo establecido respectivamente en las normas UNE-EN 13201-3 y UNE-EN 13201-4.

De igual manera la iluminancia media (E_m) y mínima (E_{min}) consignadas en las tablas 8 y 9, se calcularán y se realizarán las mediciones, asimismo de acuerdo con lo determinado respectivamente en las normas UNE-EN 13201-3 y UNE-EN 13201-4.

Las tareas visual del peatón es menos compleja que la del conductor de un vehículo, entre otras razones, porque la velocidad media (del orden de 4 a 5 km/h.) es mucho menor que la de los vehículos. No obstante, debe:

- Efectuar desplazamientos de modo que detecte los obstáculos eventuales e identifique a los otros peatones.
- Detectar con rapidez la presencia de vehículo, evaluar su alejamiento, así como el movimiento de los mismos.

Según datos estadísticos de la Dirección General de Tráfico, el 32% de los atropellos de peatones se produce durante la noche o a la caída de la tarde, y en ellos se produce el 56% de los fallecimientos por atropello.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

Se pueden recomendar como clases o niveles de referencia para áreas peatonales y de tráfico lento las siguientes:

TIPOS	DESCRIPCIÓN	CLASES DE ALUMBRADO
P1	Vías de muy elevado prestigio urbano.	CE1A
P2	Vías de alto prestigio urbano	CE2
P3	Calzadas de prestigio urbano	S1
P4	Utilización intensa por peatones o ciclistas	S2
P5	Utilización moderada por peatones o ciclistas	S3
P6	Utilización baja por peatones o ciclistas solo, asociada a las propiedades adyacentes	S4

Como método alternativo y como ayuda para el proyectista en la selección de la clase de alumbrado para áreas peatonales y de tráfico lento del tipo (P) para las situaciones de proyecto dadas, la publicación CIE n° 115 en su versión del año 2010, el de referencia, adopta distintos parámetros a los que asigna un peso específico (a), que deben ser sumados, obteniendo un valor total (A)

El tipo (P) y, concretamente, la clase de alumbrado será la siguiente:

$$P = 6 - A$$

En la tabla, que a continuación se expone, a título meramente orientativo, se obtendrá un valor comprendido entre 1 y 6. Si el resultado no es un número natural, se adoptará el número natural más pequeño por abajo.

PARÁMETROS	OPCIONES	PESO ESPECÍFICO (a)	PESO ESPECÍFICO SELECCIONADO
Velocidad	Baja	1	
	Muy baja (andando)	0	
Intensidad de tráfico	Muy alta	1	
	Alta	0.5	
	Moderada	0	
	Baja	-0.5	
Composición de tráfico	Muy baja	-1	
	Peatones, ciclistas y tráfico motorizado	2	
	Peatones y tráfico motorizado	1	
	Solo peatones y ciclistas	1	
	Solo peatones	0	
Existencia de vehículos aparcados	Solo ciclistas	0	
	Si	0.5	
	No	0	
Luminosidad ambiental	Alta	1	
	Moderada	0	
	Baja	-1	
Reconocimiento facial	Necesario	Requisitos adicionales	
	No necesario	Ningún requisito adicional	
		Suma de los pesos específicos	A

Sin embargo, la adopción de la clase de alumbrado o nivel de iluminancia de referencia corresponde al autor del proyecto o de la memoria técnica de diseño, por lo que los pesos específicos consignados en la

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

tabla no deben considerarse que suplen a la realización de un juicio razonable y un estudio pormenorizado

2.3 Niveles de iluminación de zonas especiales de viales

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.

En los carriles-bici o zonas peatonales (vías del tipo C o E), no se considera que existan este tipo de zonas especiales.

Para dichos espacios se tendrá en cuenta, por orden de prelación, los siguientes criterios:

a) Criterio de luminancia

Si la zona especial es parte de una vía de tipo A o B, se aplicarán los niveles basados en la luminancia de la superficie de la calzada de las series ME de la tabla 6, de forma que para la zona especial, 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 que tenga la clase de alumbrado más elevada.

b) Criterio de iluminancia

Si la zona especial es parte de una vía de tipo D o cuando no sea posible aplicar el criterio de luminancia, debido a que la distancia de visión resulte 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 serie CE de clases de alumbrado de la tabla 9. Entre las clases de alumbrado CE1 y CE0, podrá adoptarse un nivel de iluminancia intermedio.

No solamente pueden adoptarse niveles intermedios de iluminancia entre CE1 y CE0, sino se estima que también entre el resto de clases de alumbrado de la tabla 9.

Cuando se utilice el criterio de iluminancia, la clase de alumbrado que se establezca para la zona especial de vial, será un grado superior a la 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.

En el alumbrado de zonas especiales de viales ubicados en tramos no iluminados se recomiendan las siguientes clases de alumbrado o niveles de referencia:

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

Descripción de la zona especial del vial	Clase de alumbrado
Cruces muy complejos con intensidad de tráfico elevada y alta complicación del trazado y campo visual	CE0
Cruces complejos Glorietas y rotondas Vías de tráfico rodado de gran anchura	CE0 CE1
Zonas de peaje Áreas de estacionamiento	CE1 CE1A

El índice de deslumbramiento máximo será $GR \leq 45$

Cuando se utiliza el criterio de iluminancia, no es posible calcular el deslumbramiento perturbador o incremento de umbral TI fijado en las tablas 6 y 7, 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 10.

Tabla 10 - Clases G de intensidad luminosa de las luminarias

Clase de Intensidad	Intensidad Máxima (cd/klm) ⁽¹⁾			Otros requisitos
	$70^\circ \leq \gamma < 80^\circ$	$80^\circ \leq \gamma < 90^\circ$	$\gamma \geq 90^\circ$	
G1	-	200	50	Ninguno
G2	-	150	30	Ninguno
G3	-	100	20	Ninguno
G4	500	100	10	Intensidades por encima de 95° deben ser cero
G5	350	100	10	
G6	350	100	0	Ninguno

⁽¹⁾ Todas las intensidades son proporcionales al flujo de la lámpara para 1.000 lm.

NOTA: Las clases de intensidad G1, G2 y G3 corresponden a distribuciones fotométricas "semi cut-off" y "cut-off", de uso tradicional. Las clases de intensidad G4, G5 y G6 se asignan a luminarias con distribución "cut-off" total, como las luminarias de cierre de vidrio plano en la posición horizontal.

Las distribuciones fotométricas "cut-off", "semi cut-off" y "non cut-off" responden a los valores siguientes:

Distribución fotométrica	Dirección intensidad Máxima $I_{máx}$	Intensidad máxima admisible emitida bajo un ángulo de	
		80°	90°
Cut-off	$0 - 65^\circ$	30 cd / 1000 lm	10 cd / 1000 lm
Semi cut-off	$0 - 75^\circ$	100 cd / 1000 lm	50 cd / 1000 lm
Non cut-off	$0 - 90^\circ$	>100 cd / 1000 lm	>50 cd / 1000 lm

Alternativamente y de acuerdo con la Publicación CIE n° 115 en su versión del año 2010, se puede utilizar la expresión del deslumbramiento perturbador (TI) para controlar el deslumbramiento en áreas peatonales y de tráfico lento, recomendando los siguientes valores máximos:

<i>Tipo de Alumbrado</i>	<i>Incremento de Umbral TI (%)</i>
<i>P1</i>	<i>20</i>
<i>P2</i>	<i>25</i>
<i>P3</i>	<i>25</i>
<i>P4</i>	<i>30</i>
<i>P5</i>	<i>30</i>
<i>P6</i>	<i>35</i>

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 y áreas de trabajo exteriores, así como cualquier otro que pueda asimilarse a los anteriores..

Los requisitos fotométricos serán los especificados a continuación.

3.1 Alumbrado de Pasarelas Peadonales, Escaleras y Rampas

La clase de alumbrado será CE2 y, en caso de riesgo de inseguridad ciudadana, podrá adoptarse la clase CE1. 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 impuestas por este condicionante

3.2 Alumbrado de Pasos Subterráneos Peadonales

La clase de alumbrado será CE1, con una uniformidad media de 0,5 pudiendo elevarse, en el caso de que se estime un riesgo de inseguridad alto, a CE0 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 mejorar la identificación de las personas.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

3.3 Alumbrado Adicional de Pasos de Peatones

En el alumbrado adicional de los pasos de peatones, cuya instalación será prioritaria en aquellos pasos sin semáforo, la iluminancia de referencia mínimo 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 CE1 en áreas comerciales e industriales y CE2 en zonas residenciales

En calzadas de circulación en un único sentido, se recomienda instalar si la calzada es estrecha un punto de luz en un lado, pero si la calzada es ancha se aconseja implantar dos puntos de luz, uno a cada lado y ambos muy cerca del paso de peatones, pero antes del mismo en el sentido de circulación de los vehículos.

Cuando se trate de una vía de tráfico de doble sentido de circulación se sugiere instalar dos puntos de luz, uno a cada lado de la calzada y ambos próximos al paso de peatones, pero también antes del mismo en el sentido de circulación de vehículos.

Debido a que este tipo de instalaciones de alumbrado lo que debe primar es la seguridad, y no es una zona representativa con respecto a la totalidad de la vía, se analizarán de forma independiente tanto en el estudio como en las mediciones de los parámetros de iluminación y dicha zona quedará exenta del cálculo de la eficiencia energética.

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 las vías de tipo E (tabla 5).

En el diseño del alumbrado de parques y jardines se recomienda tener en cuenta la Publicación CIE nº 94

En el alumbrado de parques y jardines, cuando se utilice exclusivamente la iluminación por balizamiento, dichos elementos se considerarán fuera de la instalación de alumbrado, en lo referente a los cálculos de eficiencia energética, tal como se especifica en las excepciones del artículo 2.4 del reglamento

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 CE2, recomendándose una clase de alumbrado CE1.

Si el paso a nivel se encuentra en un itinerario dotado de un correcto alumbrado, se estima que dicho paso deberá iluminarse de la misma forma 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 CE2.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

Se recomienda que tanto los bordillos de las aceras, como las isletas de tráfico resulten visibles, debiéndose controlar 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 un 50% mayores que los niveles de los accesos o entradas, con los valores de referencia siguientes:

- Iluminancia media horizontal $E_m \geq 40$ lux
- Uniformidad media $U_m \geq 0,5$
- 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 2.3 referente a zonas especiales de viales.

Glorieta Interurbana

Si la glorieta y las vías que confluyen no están iluminadas, se dotarán de alumbrado los accesos a ella en una longitud de, al menos, 200 m. en ambos sentidos con los niveles de iluminación que dichas vías requieran, según ITC-EA-02 en su apartado 2.2. También se iluminará la glorieta con valores de iluminación un 50% mayores que el del tramo que confluye con superior nivel de iluminación, y siempre manteniendo como mínimo:

$$E_m \geq 30 \text{ lux}$$

$$U_m \geq 0,4$$

$$GR \leq 45$$

Glorieta Urbana

Se dotará siempre de un alumbrado tal, que proporcione a la glorieta un nivel como mínimo de un grado superior al del tramo que confluye con mayor nivel de iluminación, cumpliéndose en todo caso lo establecido en el apartado 2.3 de esta ITC-EA-02 referente a zonas especiales de viales.

Si los accesos carecen de alumbrado se iluminarán, al menos, 200 m en ambos sentidos, al igual que en las glorietas interurbanas, con los niveles que dichas vías de acceso requieran, según apartado 2.2 de la ITC-EA-02, y se dotará de alumbrado a la glorieta con un valor de, al menos, un grado superior al del tramo de acceso con mayor nivel de iluminación.

3.8 Alumbrado de Túneles y Pasos Inferiores

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".

Debido a las especiales características de este tipo de alumbrado no será necesaria efectuar la calificación energética de estas instalaciones

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

Se recomienda prestar especial atención a la adecuación de regímenes a la hora natural, de modo que durante la noche no deberán permanecer en funcionamiento los regímenes de días soleados y/o nublados.

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 correspondientes a la situación de proyecto D1-D2, establecidos en la tabla 4.

Se aconseja realizar el alumbrado con estricto control del flujo luminoso emitido fuera de la superficie iluminada adoptando, en su caso, el apantallamiento necesario.

3.10 Alumbrado de Áreas de Trabajo Exteriores

Se considerarán como valores de referencia, los niveles de iluminación especificados en la norma EN 12464-2:2007

Asimismo se recomienda tener en cuenta la [Publicación CIE nº 129](#)

Alumbrado Deportivo

En el apartado 2 del artículo 8 del Reglamento se hace referencia a los espacios deportivos por lo que respecto a la iluminación de los mismos, es decir, el alumbrado deportivo se considera deben adoptarse como valores de referencia los niveles de iluminación consignados en la norma UNE-EN 12193.

A mayor abundamiento, en el apartado 8.3 de esta ITC-EA-02, a la hora de evaluar el deslumbramiento en la iluminación, entre otras zonas y áreas, se tienen en cuenta las instalaciones deportivas.

Asimismo, se recomienda tener en cuenta la [Publicación CIE nº 169](#).

Carriles Bici

Las exigencias fundamentales de seguridad de los carriles bici son que el ciclista pueda identificar con facilidad:

El límite del carril bici y su entorno, así como los cruces con calles o carreteras

Los objetos (piedras, ramas, barro, etc) sobre la superficie, grietas, baches, así como badenes, obstáculos y curvas

La velocidad y situación de otros usuarios del carril bici.

De conformidad con la tabla 4 los niveles de referencia serán S1/S2 para un elevado tráfico de ciclistas y S3/S4 para un tráfico de ciclistas bajo.

Se recomienda considerar la [Publicación CIE nº 136](#).

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:

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 recomienda establecer como nivel de referencia una iluminancia media horizontal en servicio con mantenimiento de la instalación de 15 lux y una uniformidad media del 50%.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

Zona II: Plataforma de acceso

En esta zona el nivel medio de referencia de iluminancia horizontal aconsejable, será de 30 lux sobre la totalidad de los aproximadamente 40 m. de longitud de la misma.

Zona III: Peaje

Además de las luces de señalización antiniebla situadas en las cabeceras de las isletas, se considera conveniente asegurar:

Un nivel de referencia de iluminancia horizontal de 75 lux.

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).

Zona IV: Plataforma de salida

Se establecerán los mismos niveles que los de la plataforma de acceso (Zona II).

Zona V: Convergencia de salida

Se ajustará a lo establecido en la Zona I, manteniendo el mismo nivel de iluminancia horizontal y de uniformidad media incluso en las áreas de estacionamiento de vehículos situadas a la salida del peaje.

Sistemas de Iluminación

Resulta aconsejable cuidar 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 recomienda 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 contribuye a reforzar el aspecto de barrera mediante un excelente nivel de iluminancia vertical.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

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 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 11.

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
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 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.), 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 máximos de luminancia media, establecidas para cada zona E1, E2, E3 y E4 en la tabla 3 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-03.

Tal y como se dispone en el apartado 1 de esta ITC-EA-02, los valores de la tabla 11 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.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

Los niveles determinados para cada zona E1, E2, E3 y E4 en la tabla 3 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-03 corresponden también a valores de referencia.

Se recomienda ejecutar este tipo de alumbrado con estricto control del flujo luminoso fuera de la superficie iluminada, adoptando al respecto el apantallamiento que se considere preciso.

Resulta aconsejable controlar el periodo de funcionamiento de este tipo de alumbrado, programando adecuadamente los ciclos en los que estarán en servicio las instalaciones de alumbrado ornamental.

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 12 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 ρ de la fachada.

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

De acuerdo con lo determinado en el apartado 1 de esta ITC-EA-02 los valores de la tabla 12 son niveles de referencia.

La uniformidad media de iluminancia recomendable para este tipo de alumbrado de seguridad será de 0,3

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

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

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

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, son los consignados en la tabla siguiente:

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

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 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 13.

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 todo caso, se deberán cumplir los valores máximos de luminancia de rótulos y anuncios luminosos, establecidos para cada Zona E1, E2, E3 y E4 en la tabla 3 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 13 son niveles de referencia.

Asimismo, como se ha indicado anteriormente, los niveles fijados para cada zona E1, E2, E3 y E4 en la tabla 3 de la ITC-EA-03 corresponden también a valores de referencia.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

Se recomienda llevar a cabo este tipo de alumbrado con un estricto control del flujo emitido fuera de la superficie iluminada, adoptando cuando proceda el apantallamiento que resulte necesario.

Además, se aconseja cumplir rigurosamente los horarios de funcionamiento, mediante la instalación de los dispositivos de encendido o apagado adecuados.

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 14. 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 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

Para la ejecución del alumbrado festivo y navideño se potenciará el uso de microlámparas, hilo luminoso, fibra óptica, LED, holografías u otros sistemas de bajo consumo de energía.

Deberán establecerse sistemas de control horario manipulables a distancia.

8. DESLUMBRAMIENTOS

8.1 Instalaciones de Alumbrado vial funcional

En las instalaciones de alumbrado funcional, el deslumbramiento perturbador o incremento de umbral máximo TI en %, para cada clase de alumbrado será el establecido en la tabla 6 de esta ITC-EA-02.

Cuando se utilice el criterio de iluminancia, de conformidad con lo señalado en el epígrafe 2.3 de esta ITC, se limitará la intensidad luminosa de las luminarias conforme a lo dispuesto en la tabla 10 de esta ITC-EA-02.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

En relación al deslumbramiento siempre que se cumplan los límites establecidos en las tablas 6 y 7, ó en su caso, en la tabla 10 de esta ITC-EA-02, y el flujo hemisférico superior instalado y la luz intrusa se ajusten a lo dispuesto en la ITC-EA-03, se adoptarán las luminarias de mayor eficacia fotométrica cuyos alcances longitudinales y dispersiones transversales permitan la máxima separación entre puntos de luz, es decir, luminarias con distribuciones fotométricas “cut-off” y “semi cut-off”.

Se define la eficacia fotométrica de una luminaria, como la capacidad más eficiente de un sistema óptico para la utilización del flujo luminoso de una fuente de luz, en la obtención del nivel de iluminación necesario en la superficie iluminada.

8.2 Instalaciones de Alumbrado vial ambiental

La tabla 15 proporciona las clases D de índice de deslumbramiento que se utilizará para satisfacer los requisitos apropiados del deslumbramiento molesto para las luminarias de ambiente con superficie luminosa difusora, instaladas a baja altura.

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

$$D = I \cdot A^{-0.5} \text{ cd/m}^2$$

donde:

- 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 D0. En este caso se deberán utilizar fuentes luminosas de bajo brillo, por ejemplo lámparas fluorescentes.

Tabla 15 - Clases D de índice de deslumbramiento

Clase	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Índice de deslumbramiento máximo	-	7.000	5.500	4.000	2.000	1.000	500

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 16:

Tabla 16 - Índice de deslumbramiento en función de la altura de montaje

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

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

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

Cuando en las condiciones de funcionamiento se encuentra 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 17:

Tabla 17 - 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 18.

Tabla 18 - Límites del deslumbramiento en recintos abiertos y, en general en la iluminación a gran altura

Destino del alumbrado	Tipo de Actividad	GR_{máx}
A la salvaguarda 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
Para tareas decisivas de visión en áreas de trabajo los valores de GR máx serán 5 unidades por debajo de las establecidas		

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR NIVELES DE ILUMINACIÓN	GUÍA-EA-02
		Edición: dic 2012 Revisión: 0.1

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

$$Gr = 27 + 24 \text{ Log } (L_v / L_{ve}^{0,9})$$

donde :

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

L_{ve} = luminancia de velo denominada equivalente, producida por el entorno situado en frente del observador

Se puede establecer:

$$L_{ve} = 0,035 L_m$$

Siendo:

L_m = luminancia del 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 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 ésta Instrucción ITC-EA-02.

La reducción del nivel de iluminación implica el descenso de la potencia y los sistemas de regulación del nivel luminoso podrían permitir la disminución del flujo emitido hasta el valor de servicio mínimo que admite la fuente de luz.

Se llama la atención de que no todas las luminarias equipadas con lámparas de descarga utilizadas en alumbrado exterior admiten la regulación por variación de la tensión de alimentación, por lo que se deberá tener en cuenta en el proyecto la posibilidad o no de utilizar este sistema de regulación, incluyendo la tensión mínima admisible para un funcionamiento estable de la instalación de alumbrado.

Se deberá tener en cuenta lo indicado en el apartado 6 de la ITC-EA-06 en lo relativo a los sistemas de regulación del nivel luminoso

10. CLASES DE ALUMBRADO DE SIMILAR NIVEL DE ILUMINACION

En la Tabla 19 se indican en la misma columna las diferentes clases de alumbrado que se consideran equivalentes por tener un nivel de iluminación similar.

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
CEO	CE 1	CE 2	CE 3	CE 4	CE 5	
			S 1	S 2	S 3	S 4

Los valores correspondientes a las clases de alumbrado son equivalentes debido, entre otras razones, a que las clases de las series ME y MEW son niveles de luminancia, mientras que las de las series CE y S se refieren a niveles de iluminancia, no resultando exacta la relación entre la iluminancia y la luminancia ($R = E / L$) tal y como se ha expresado en el desarrollo del artículo 3 de este Reglamento.

No obstante, la Publicación CIE nº 115 en su versión del año 2010, a título informativo incluye una tabla de equivalencias entre los niveles de la serie ME (tabla 6) en luminancias y los de la serie CE (tabla 9) en iluminancia, en función del coeficiente de luminancia medio (Q_0) del pavimento. Es decir, establece la correspondencia entre luminancia e iluminancia medias que depende del valor (Q_0) de la superficie iluminada.

Adopta los tres valores característicos siguientes:

$$Q_0 = 0,05 \quad Q_0 = 0,07 \quad \text{y} \quad Q_0 = 0,09$$

Es de señalar que en la Publicación CIE nº 115 no se hace referencia a los valores de los factores especulares S1 y S2.

La tabla orientativa recomendada por dicha publicación es la siguiente:

Clase de alumbrado ME			ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6
Luminancia media en cd/m^2			2	1,5	1	0,75	0,5	0,3
Clase de alumbrado CE para $Q_0 = 0,05$			CEO	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5
Iluminancia media en lux			50	30	20	15	10	7,5
Clase de alumbrado CE para $Q_0 = 0,07$		CE0	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	
Iluminancia media en lux		50	30	20	15	10	7,5	
Clase de alumbrado CE para $Q_0 = 0,09$	CE0	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5		
Iluminancia media en lux	50	30	20	15	10	7,5		