

OFICINA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO



**RESUMEN DE RECOMENDACIONES
PARA LA ILUMINACIÓN DE
INSTALACIONES EXTERIORES
O EN RECINTOS ABIERTOS**

REVISIÓN AGOSTO 2018

www.iac.es/otpc



ÍNDICE

	ÚLTIMA REVISIÓN
<input type="checkbox"/> RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO, USO RACIONAL DE LA ENERGÍA Y PROTECCIÓN DEL PAISAJE Y FAUNA NOCTURNA.	Pág. 2 Nov. 2.011
<input type="checkbox"/> ALUMBRADO DE VIALES MOTORIZADOS, PEATONALES Y SEGURIDAD.	Pág.. 4 Nov. 2.008
<input type="checkbox"/> RECOMEDANCIONES PARA LA LIMITACIÓN DE LA LUZ INTRUSA.	Pág..9 Nov. 2.016
<input type="checkbox"/> NIVELES RECOMENDADOS EN CARTELES, ANUNCIOS LUMINOSOS Y PANTALLAS LED.	Pág..10 Nov. 2.008
<input type="checkbox"/> NIVELES RECOMENDADOS PARA LA ILUMINACIÓN DE FACHADAS Y MONUMENTOS.	Pág.. 15 Nov. 2.008
<input type="checkbox"/> TABLA DE FACTORES DE DEPRECIACIÓN DE LAS LUMINARIAS.	Pág.. 18 Nov. 2.008
<input type="checkbox"/> GUÍA PARA EL ALUMBRADO DE ÁREAS DE TRABAJO EXTERIORES.	Pág..19 Octu. 2.016
<input type="checkbox"/> ALUMBRADOS Y NOTAS DE INTERÉS (estaciones de servicio, zonas comerciales, fachadas edificios privados).	Pág..24 Febr. 2.010
<input type="checkbox"/> ILUMINACIÓN DE INSTALACIONES DEPORTIVAS. Consultar Norma UNE-EN 12193:2007 (40 páginas, Julio 2.009, AENOR M 32664:2009).	Pág.. 25 Ago. 2.018

RECOMENDACIONES GENERALES PARA INSTALACIONES DE ALUMBRADO DESDE EL PUNTO DE PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO, USO RACIONAL DE LA ENERGÍA, PROTECCIÓN DEL PAISAJE Y FAUNA NOCTURNA.

1) Evitar la emisión de luz directa hacia el cielo:

- Usar luminarias con reflector y cierres transparentes, preferentemente de vidrio plano. No inclinar las luminarias (excepcionalmente no más de 5°).
- Usar luminarias certificadas por el IAC con un porcentaje de emisión al hemisferio superior instalado nulo respecto al flujo total saliente de la luminaria (no usar cierres laterales en faroles ni cierres abombados, aunque sean transparentes lisos).
- Usar proyectores para alumbrado de superficies horizontales de forma que la intensidad máxima de luz en el horizonte no supere las 10 cd/Klm y sea cero por encima, ni supere 2500 cd a partir de los 10° bajo el horizonte hacia arriba (a partir de gamma 80°) ni los 50cd/Klm sobre los 85°. Ángulo máximo de apuntamiento 70°. En alumbrados permanentes la emisión en y sobre el horizonte debe ser nula.
- Procurar usar proyectores frontalmente asimétricos, con asimetrías adecuadas a la zona a iluminar y en función de su altura de instalación, sin inclinación (máximo 5°). No son adecuados los simétricos con rejillas antideslumbrantes o deflectores.
- Apuntamientos (dirección de la intensidad máxima) de proyectores deberán ser con ángulos inferiores a 70°. (Ello evita deslumbramiento a usuarios y vecinos).
- El flujo enviado cerca del horizonte (los primeros 10°, 20°) produce un resplandor de 6 a 160 veces superior que el mismo flujo reflejado en el suelo (December 2009 Physics Today "Lighting and astronomy").

2) Evitar los excesos de iluminación y luminancia y de forma que la distribución fotométrica de luminarias se adapte eficazmente a la instalación.

- Seguir, por este orden, Reglamentos, Normas europeas, recomendaciones del Ministerio de Fomento, Comité Español de Iluminación y Comité Internacional de iluminación, para establecer los niveles necesarios para iluminación de espacios, edificios, monumentos y letreros públicos y privados. Usar otras recomendaciones publicadas por fabricantes u otras instituciones de prestigio en los demás casos que no se especifiquen en las anteriores recomendaciones. Considerar los valores de estos documentos como valores objetivo a conseguir no debiendo ser superados en más de un 20%.
- Estudiar la reducción de los niveles de iluminación o incluso el apagado de la instalación a partir de ciertas horas de la noche (23:45h) si la actividad o premisa que indujo su instalación cambiase de requisitos luminotécnicos (Ejemplo de alumbrado Comercial a Seguridad, reducción de la intensidad de tráfico, alumbrado de edificios y monumentos, carteles luminosos, etc.).



- Utilizar ópticas con luminarias de alto rendimiento y cuyo haz luminoso se adapte a la superficie a iluminar de forma que se ilumine solo lo necesario y el diseño tenga una alta utilancia (utilancia $U > 0,5$).
- No justificar excesos de iluminación en nuevas instalaciones porque las existentes vecinas fueron proyectadas con exceso. Estas deben ser corregidas antes de una nueva intervención. Debe evitarse la competencia y el deseo de destacar instalaciones respecto a otras utilizando niveles luminotécnicos exagerados, lo cual solo lleva a una escalada incontrolada de consumos energéticos innecesarios debido al comportamiento del ojo humano. Por tal razón, las actuaciones públicas y privadas debe considerarse globalmente en los entornos a iluminar (los excesos en unas obligan a sobre iluminar las otras).
- No proyectar con exagerados niveles de iluminación en zonas socialmente conflictivas. Hay estudios que indican que los excesos de iluminación y especialmente el deslumbramiento incrementan el vandalismo. En el mejor de los casos sólo se consigue trasladar el problema a otra zona.

3) Procurar el uso de lámparas de vapor de sodio o similares.

- Cuando el rendimiento cromático referido para una instalación no sea un objetivo primordial, utilizar como primer objetivo lámparas cuyo conjunto lámpara/luminaria ofrecen la iluminación más eficiente en $W/m^2/lux$ (W =vatios reales instalados en la superficie de “ m^2 ” metros cuadrados útiles y “lux”=nivel medio en lux en dicha superficie), sin olvidar el costo de la reposición, la duración de las lámparas y evitando espectros potencialmente dañinos para el medio ambiente, la salud y la calidad astronómica (radiaciones inferiores a los 500nm).
- No debe olvidarse que las lámparas con radiaciones en el azul y ultravioleta (mercurio, ledes fríos o neutros) atraen hasta tres veces más insectos que las tipo vapor de sodio o led ámbar. Las radiaciones entorno a los 460-470nm son las que contribuyen en el control de los ritmos circadianos de los seres vivos por lo que su emisión nocturna produce daños y reducciones en la biodiversidad de los entornos naturales y posibles enfermedades en las personas (<http://www.um.es/cronobio>).
- Las nuevas lámparas LED de color blanco neutro y frío tienen una fuerte emisión en 440-470nm (hasta 3 veces la media de su espectro visible) por lo que las hace potencialmente dañinas para la salud, el medio ambiente y la observación astronómica. En caso de ser necesaria la luz blanca, debe exigirse lámparas de color blanco cálido con temperatura de color igual o inferior a 2.700°K, siendo preferible las cálidas definidas por el IAC.
- Por otro lado, la dispersión de la luz en la atmósfera (resplandor luminoso) en entorno limpios (observatorios astronómicos) es aproximadamente inversamente proporcional a la cuarta potencia de la longitud de onda por lo que una emisión en el color ámbar 590nm es 3 veces menos dispersada que una en 440nm. Por tanto, debe evitarse radiaciones por debajo de los 500nm (colores azules).



ALUMBRADO DE VIALES MOTORIZADOS, PEATONALES Y SEGURIDAD GUÍA PRÁCTICA DE NIVELES DE ILUMINACIÓN SEGÚN EN-13201 Y RD 1890/08

SITUACIÓN DE PROYECTO	TIPO DE VÍA Y USO	CLASE / CRITERIOS	LUMINANCIA cd/m ²		LUMINANCIA lux					
			MEDIA	MAX	Uo	CLASE	MEDIA	MAX	Um	
A1	AUTOPISTAS Y AUTOVIAS.	M1	MMD > 25,000 (≥ 3 intersecciones*/km)	2	3	≥ 0,4	C1	20	72	≥ 0,4
		M2	MMD > 25,000 (< 3 intersecciones*/km)	1,5	2,3	≥ 0,4	C2	20	48	≥ 0,4
		M3	MMD > 15,000 (< 25,000 (≥ 3 intersecciones*/km)	1,5	2,3	≥ 0,4	C2	20	48	≥ 0,4
		M4	MMD < 25,000 (< 3 intersecciones*/km)	1	1,5	≥ 0,4	C3	15	36	≥ 0,4
		M5	MMD < 15,000	1	1,5	≥ 0,4	C3	15	36	≥ 0,4
		M6	MMD > 25,000	2	3	≥ 0,4	C1	30	72	≥ 0,4
A1	CARRETERAS ÚNICA CALZADA, DOBLE SENTIDO, VIAS RÁPIDAS.	M2	MMD > 15,000 (< 25,000 (< 3 intersecciones*/km)	1,5	2,3	≥ 0,4	C2	20	48	≥ 0,4
		M3	MMD < 15,000 (< 3 intersecciones*/km)	1,5	2,3	≥ 0,4	C2	20	48	≥ 0,4
		M4	MMD < 15,000 (< 3 intersecciones*/km)	1	1,5	≥ 0,4	C3	15	36	≥ 0,4
		M5	MMD > 7,000 (< 3 intersecciones*/km)	1,5	2,3	≥ 0,4	C2	20	48	≥ 0,4
		M6	MMD > 7,000 (< 3 intersecciones*/km)	1,5	2,3	≥ 0,4	C2	20	48	≥ 0,4
		M3	MMD > 7,000 (< 3 intersecciones*/km)	1	1,5	≥ 0,4	C3	15	36	≥ 0,4
A2	CARRETERAS SIN ACERAS, CARRETERAS RURALES.	M4	MMD < 7,000 (≥ 3 intersecciones*/km)	0,75	1,1	≥ 0,4	C4	10	24	≥ 0,4
		M1	MMD > 25,000 (≥ 3 intersecciones*/km)	2	3	≥ 0,4	C1	30	72	≥ 0,4
		M2	MMD > 15,000 (< 25,000 (< 3 intersecciones*/km)	1,5	2,3	≥ 0,4	C2	20	48	≥ 0,4
		M3	MMD > 7,000 (< 3 intersecciones*/km)	1,5	2,3	≥ 0,4	C2	20	48	≥ 0,4
		M4	MMD < 7,000 (< 3 intersecciones*/km)	1	1,5	≥ 0,4	C3	15	36	≥ 0,4
		M5	MMD < 7,000 (< 3 intersecciones*/km)	1	1,5	≥ 0,4	C3	15	36	≥ 0,4
A3	CARRETERAS RÁPIDAS EN CIUDADES, CIRCUNVALACIONES, FONDAS.	M2	MMD > 7,000 comercial/turístico	1,5	2,3	≥ 0,4	C2	20	48	≥ 0,4
		M3	MMD > 7,000	1	1,5	≥ 0,4	C3	15	36	≥ 0,4
		M4	MMD < 7,000	0,75	1,1	≥ 0,4	C4	10	24	≥ 0,4
		M5	MMD > 7,000	1	1,5	≥ 0,4	C3	15	36	≥ 0,4
		M6	MMD < 7,000	0,75	1,1	≥ 0,4	C4	10	24	≥ 0,4
		M5	MMD < 4,000 poco tránsito	0,5	0,8	≥ 0,35	C5	7,5	18	≥ 0,4
B1	CALLE PRINCIPALES EN CIUDADES / ARTERIAS URBANAS.	M2	MMD > 7,000 comercial/turístico	1,5	2,3	≥ 0,4	C2	20	48	≥ 0,4
		M3	MMD > 7,000	1	1,5	≥ 0,4	C3	15	36	≥ 0,4
		M4	MMD < 7,000	0,75	1,1	≥ 0,4	C4	10	24	≥ 0,4
		M5	MMD > 7,000	1	1,5	≥ 0,4	C3	15	36	≥ 0,4
		M6	MMD < 7,000	0,75	1,1	≥ 0,4	C4	10	24	≥ 0,4
		M5	MMD < 4,000 poco tránsito	0,5	0,8	≥ 0,35	C5	7,5	18	≥ 0,4
B2	CAMINOS/CARRETERAS RURALES.	M6	Poco tránsito, sin estacionamientos	0,3	0,5	≥ 0,35	C5	7,5	18	≥ 0,4
		Alto flujo, comercial, turístico, ocio	-	-	-	C2	20	48	≥ 0,4	
		Normal	-	-	-	C3	15	36	≥ 0,4	
		Bajo flujo peatonal	-	-	-	C4	10	24	≥ 0,4	
		Muy alto flujo: comercial, turístico, ocio	-	-	-	C2	20	48	≥ 0,4	
		Alto flujo peatonal: comercial, ocio	-	-	-	P1	15	36	≥ 0,2	
D1/D2	AREAS DE APARCAMIENTOS, ESTACIONES DE GUAGUAS.	Alto/medio flujo peatonal: zona algo comercial	-	-	-	P2	10	24	≥ 0,2	
		Normal	-	-	-	P3	7,5	18	≥ 0,2	
		Bajo flujo peatonal	-	-	-	P4	5	12	≥ 0,2	
		Alto flujo peatonal: comercial y turístico	-	-	-	C2	20	48	≥ 0,4	
		Alto flujo peatonal (comercial-ocio)	-	-	-	P1	15	36	≥ 0,2	
		Normal urbano	-	-	-	P2	10	24	≥ 0,2	
D3/D4	CALLES RESIDENCIALES CON VEHICULOS Y CON ACERAS A LO LARGO DE LA CALZADA.	Alto flujo peatonal	-	-	-	P3	7,5	18	≥ 0,2	
		Muy bajo flujo peatonal	-	-	-	P4	5	12	≥ 0,2	
		Zona Residencial (ITC-EA-02-3.1/3.3)	-	-	-	C2	20	48	≥ 0,4	
		Zona Comercial (ITC-EA-02-3.1/3.3)	-	-	-	C1	30	72	≥ 0,4	
		Alto Riesgo	-	-	-	C1	30	72	≥ 0,4	
		Riesgo Elevado	-	-	-	C2	20	48	≥ 0,2	
E1/E2	PLAZAS URBANAS Y ZONAS PEATONALES.	Riesgo normal	-	-	-	C3	15	36	≥ 0,2	
		Portal, pasillos abiertos, acceso principal zona segura	-	-	-	C4	10	24	≥ 0,1	
		Riesgo zona aparcamiento D1/D2, CE4	-	-	-	C2	20	48	≥ 0,4	
		Fleto de zonas peatonales E1/E2, S2-S4	-	-	-	C3	15	36	≥ 0,2	
		Clases A1, A3, B1: 1/3 de la clase antes de 24h ó	-	-	-	P4	5	12	≥ 0,2	
		Clases E (núcleo principal urbano),	-	-	-	P5	3	7,2	≥ 0,2	
E1/E2	SITUACIONES ESPECIALES EN LA PALMA DESPUÉS DE MEDIANOCHE LED AMBARI IAC (U≥75%)	Clases D, B2/A2 con vehículos estacionados, E, general	-	-	-	P5	3	7,2	≥ 0,2	
		Clases D, B2, sin vehículos estacionados, seguridad	-	-	-	P6	2	4,8	≥ 0,2	
		Antes de medianoche normal	-	-	-	P2	10	24	≥ 0,2	
		Después de medianoche normal	-	-	-	P5	3	7,2	≥ 0,2	
		Clases D, B2/A2 con vehículos estacionados, E, general	-	-	-	P4	5	12	≥ 0,2	
		Clases D, B2, sin vehículos estacionados, seguridad	-	-	-	P6	2	4,8	≥ 0,2	
NOTAS:	ESPECIAL EN LA PALMA LED SUPER CALIDO IAC (U≥75%) Núcleo urbano principal con excepcional confluencia peatonal, comercio y ocio.	Estos valores no deben superarse en más de un 20% tanto antes como después de media noche . Después de las 24h, en general, todas las instalaciones con clases superiores a las A-M4, M5/C5/P4 deben reducir su flujo, al menos, a la clase inmediatamente inferior, a no ser que se justifique no realizarlo por razones de seguridad. Cada clase de alumbrado comienza donde termina la anterior y termina donde comienza la siguiente, ejemplos: P3 media = 6,5-9 lux, P2 media = 9,5-12 lux, P1 media = 12,5-18 lux.	-	-	-	-	-	-	-	
		Para las clases "M" se utilizará la correspondiente "C" en cuanto a límites de niveles, pudiendo utilizar el asfalto tipo CIE-F3 para obtener los valores de uniformidad. En caso de disponer de la tabla de reflexión específica de la instalación deberá usar esta en su caso.	-	-	-	-	-	-	-	-
		En las situaciones de proyecto "D" podrá considerarse el valor medio especificado aplicado a toda la superficie útil (calzadas + aceras) cuando el ancho de la acera es inferior a la mitad del de la calzada. El factor de mantenimiento no será inferior a 0,8 (0,75 en zona sombreada a rífluencia directa del mar).	-	-	-	-	-	-	-	-
		*Intersecciones: dos o más carreteras se encuentran al mismo nivel. En reducciones de flujo se mantendrá la Uo prevista sin reducción "=".	-	-	-	-	-	-	-	-
		Una clase superior del tramo de mayor clase que confluye en la zona	-	-	-	-	-	-	-	-
		Una clase superior del tramo de mayor clase que confluye en la zona	-	-	-	-	-	-	-	-

MAX. = Luminancia o Iluminancia puntual máxima. **Uo** =luminancia min./ media. **Um** =iluminancia min./ media.

NOTA: Cálculo de "U" en vías de ancho "a", en peatonales se calcula con un ancho de 2+a+2 metros y en calzadas a/2+a+a/2 m (a/2 ≤ 5m*), si no hay obstáculos o propiedad diferente en su entorno. Si el entorno está limitado por muros, añadir 1m en ese lado por el obstáculo (1+x+a+x+1 m) sin superar el ancho de entorno máximo. Otros parámetros o situaciones ver EN13201* y RD.1890/08.

NOTAS:

- Cálculos de iluminancia para evaluar la utilancia en vías peatonales de ancho “a” se calcula con un ancho de 2+a+2 metros si no hay obstáculos o propiedad diferente en su entorno en esos 2m (zona ajardinada). Si hay límites, podrá añadirse virtualmente 1m dentro del límite sin superar la distancia de 2m.
- Cálculos de iluminancia para evaluar la utilancia en calzadas por zonas abiertas (carreteras o caminos) donde no hay edificios o muros en su entorno, a los efectos del cálculo de la utilancia “U”, se obtiene el nivel de iluminación global considerando el ancho de la calzada junto con la mitad de este ancho a cada lado hasta un máximo de 5m (incluye arcones), siempre y cuando no existan obstáculos ajenos a la vía (muros, fachadas, etc.). Si hay límites, podrá añadirse virtualmente 1m dentro del límite sin superar el ancho adicional indicado.
- Los niveles no pueden superarse en más del 20% de la clase que le corresponde y después de las 24h (medianoche) deberá reducir su flujo a al menos una clase inferior o a la nueva clase que le corresponda por el cambio de situación (por ejemplo de comercial a seguridad), a no ser que se justifique fehacientemente no hacerlo por razones de seguridad (o se proyecte inicialmente con clases de nivel inferior).
- El factor mínimo de mantenimiento (f_m) será de **0,8** (0,75 para zona sometida a influencia directa del mar). En caso necesario deberá mejorar la calidad y frecuencia de las operaciones de mantenimiento. El flujo de la lámpara debe considerarse el obtenido después de 100 horas de funcionamiento (aproximadamente > 90% del flujo inicial en lámparas de descarga).
- **El RD. 1890/2008 establece niveles máximos permitidos, pudiendo diseñarse instalaciones con niveles inferiores a los indicados en las tablas.**
- Otros parámetros ver EN13201 y RD.1890/2008.

ALUMBRADOS ESPECÍFICOS (ITC-EA-02.3):

- Pasarelas peatonales, escaleras y rampas (entorno vías motorizadas): clase C2
- Paso de peatones: clase C2 en zona residencial y C1 en zona comercial.
- Parques y jardines: Vías o paseos, accesos, escaleras, áreas de estancia, se iluminan como vías tipo E, mientras estén abiertos al público. (El alumbrado de jardines deberá permanecer apagado a las 23:45h)
- Fondos de saco en calles: clase C2.
- Glorietas: se iluminará con un escalón de clase superior de la vía de mayor clase que confluya en la misma (o que le correspondería si estuviese iluminada). Esta clase podría mantenerse en las vías que confluyen hasta una distancia de 200m de la glorieta. En carreteras no iluminadas el nivel máximo de la glorieta será C1.

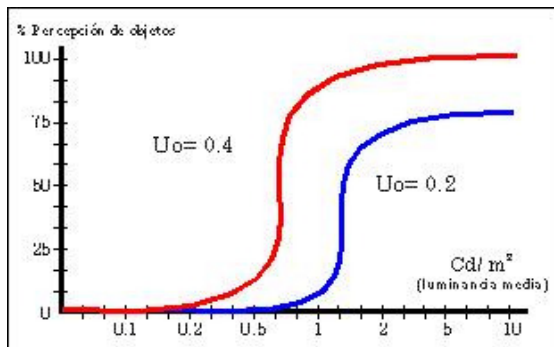
ALUMBRADO DE VIGILANCIA Y SEGURIDAD (ITC-EA-02.5):

- Entorno edificios (no residenciales):
 - fachada hasta 4lux de media entre 0m y 4m de altura
 - suelo: máximo de 4 lux
- Áreas: Ver Anexo A de la EN 12464-2:2007 sobre Requisitos de Iluminación para la Seguridad:

riesgo normal:	5 lux
riesgo elevado:	20 lux
alto riesgo:	50 lux
- Entorno edificios residenciales (RD.314/2006 SUA 4.1):
 - Portales, accesos zona segura: 20 lux (reducir con sistema de detección por presencia)
 - Resto zona aparcamientos (D1/D2: C4): 10 lux
 - Resto zona peatonales: (E1/E2: P4): 5 lux

VÍAS CON VEHÍCULOS MOTORIZADOS:

- En los cruces se recomienda aumentar estos niveles a un escalón de clase superior respecto de la vía de mayor clase que confluye en el mismo y en tramos curvos reducir la interdistancia en un 20% respecto al tramo recto.
- El tipo de asfalto recomendado a los efectos del cálculo de los parámetros de calidad en luminancias es el R₃ con $q_0 = 0.07$, y el observador a 60 m. y a 1.5 m. de altura. Se utilizará los niveles de iluminancia para determinar los valores máximos a no ser que se disponga de la tabla específica de reflexión del asfalto de la instalación en cuyo caso se podrá optar por el criterio de luminancias.
- Recordemos que es importante mantener $U_0 \geq 0.4$ para obtener un alto porcentaje de percepción de los objetos en la calzada:



Ejemplo gráfico en el que se observa la relación entre la Percepción de los objetos, la Luminancia media y la Uniformidad.

Nota: $T_i = 7\%$

Distribución recomendada en función de:
altura de luminaria = h
ancho de calzada = W

Unilateral: $W \leq h \leq 3/2 W$

Tresbolillo: $2/3 W \leq h < W$

Apareado oposición: $2/5 W \leq h < 2/3 W$

- Los parámetros de calidad recomendados para garantizar la seguridad vial son:
En iluminancia (lux): $U_m \geq 50\%$ (media) y $U_e \geq 30\%$ (extrema)
En luminancia: $U_0 \geq 40\%$ (media), $U_l \geq 70\%$ (longitudinal) y $T_i < 10\%$.

NOTA: Ver página siguiente las tablas de la Norma EN13201 y RD.1890/2008 para el resto de parámetros.

DESLUMBRAMIENTO MÁXIMO EN VÍAS PEATONALES (Vial ambiental)

Debe limitarse el brillo de la luminaria para evitar deslumbramiento con los siguientes valores máximos en función de la altura de instalación de la luminaria (en general, todas las luminarias certificadas por el IAC tienen valores inferiores).

ALTURA	$I \cdot A^{0.5}$
Hasta 4.5 m.	4.000
Entre 4.5 y 6 m.	5.500
Mas de 6 m.	7.000

NOMENCLATURA:

$I \cdot A^{0.5}$: cd/m . Índice de deslumbramiento máximo para alturas de soporte inferior a 7 metros.

I: Intensidad máxima de la luminaria (cd) en cualquier dirección que forme un ángulo γ de 85° .

A: Área aparente de la superficie emisora de luz de la luminaria (m^2) en un plano perpendicular a la intensidad (I). (suministrado por el fabricante).



ANEXO TABLAS (NORMA UNE EN-13201) – RD.1890/2008

°111111111111111111

TABLA SERIE ME DE CLASES DE ALUMBRADO

Clase	Luminancia de la superficie de la calzada para el estado seco de la superficie de la calzada			Deslumbramiento incapacitivo	Alumbrado de alrededores
	\bar{L} en cd/m ² [mínima mantenida]	U_0 [mínima]	U_1 [mínima]	Tl en % ^a [máximo]	SR ^b [mínima]
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	No hay requisitos

^a Un aumento de 5 puntos de porcentaje en Tl puede ser permitido cuando se usan fuentes de luz de baja luminancia (véase la nota 5)

^b Este criterio puede ser aplicado solo cuando no hay áreas de tráfico con sus propios requisitos junto a la calzada

NOTA 1 - La luminancia de la superficie de la calzada es el resultado de la iluminación de la superficie de la calzada, las propiedades de reflexión de la superficie de la calzada y las condiciones geométricas de observación. Se han dado acuerdos en las Normas EN13201-3 y en EN 13201-4, destinados a la circulación a lo largo de tramos de vía pública con distancias de visión de entre 60 y 180 m.

NOTA 2 - La luminancia media (L) refleja el nivel de luminancia general al que circula el conductor. Al bajo nivel de alumbrado usado para el alumbrado viario, las prestaciones mejoran con la luminancia en términos de aumentar la sensibilidad al contraste, aumentar la agudeza visual y mejorar el deslumbramiento.

NOTA 3 - La uniformidad global (U_0) mide de modo general la variación de luminancias e indica cómo sirve la superficie de la calzada como fondo para las marcas de la vía pública, objetos y otros usuarios de la vía pública.

NOTA 4 - La uniformidad longitudinal (U_1) proporciona una medida de la visibilidad por la repetición de manchas brillantes y oscuras en la calzada. Se refiere a condiciones visuales en secciones de vía pública largas sin interrupciones.

NOTA 5 - El incremento de umbral (Tl) indica que aunque el alumbrado viario mejora las condiciones visuales también causa deslumbramiento incapacitivo en un grado que depende del tipo de luminarias, lámparas y situación geométrica. Las lámparas de sodio de baja presión y tubos fluorescentes son consideradas normalmente como Lámparas de baja luminancia. Para estas lámparas, y luminarias que proporcionan una luminancia menor o equivalente, la llamada a) de la tabla permiten valores más elevados.

NOTA 6 - El alumbrado limitado a la calzada es inadecuado para revelar el entorno o alrededores inmediatos de la vía pública y revelar a los usuarios de la calzada en el bordillo. Los requisitos para la relación de alrededores (SR) se aplican solamente cuando no hay áreas de tráfico con sus propios requisitos junto a la calzada, incluyendo aceras, arcenes, pistas de ciclistas o carriles de emergencia.

TABLA SERIE CE DE CLASES DE ALUMBRADO

Clase	Iluminancia horizontal	
	\bar{E} en lux [mínima mantenida]	U_0 [mínima]
CE0	50	0,4
CE1	30	0,4
CE2	20	0,4
CE3	15	0,4
CE4	10	0,4
CE5	7,5	0,4

NOTA: Las clases CE están fundamentalmente destinadas a ser usadas cuando los acuerdos para los cálculos de luminancia de superficie de calzada no se aplican o son impracticables. Esto puede ocurrir cuando las distancias de visión son menores de 60 m y cuando son importantes distintas posiciones de observador (o no se conoce el tipo de asfalto). Las clases CE están simultáneamente destinadas a otros usuarios de la vía pública en el área conflictiva. Las clases CE tienen una aplicación adicional para peatones y ciclistas en tales casos, donde de las clases S no son adecuadas.

TABLA SERIE S DE CLASES DE ALUMBRADO

Clase	Iluminancia horizontal	
	\bar{E} en lx ^a [mínima mantenida]	$E_{min.}$ en lx [mantenida]
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1
S5	3	0,6
S6	2	0,6
S7	Prestación no determinada	Prestación no determinada

^a Para proporcionar uniformidad, el valor real de la iluminancia media mantenida no puede exceder de 1,5 veces el valor mínimo \bar{E} indicado para la clase.

NORMA UNE EN-13201-2015 ver publicación con ligeros cambios:

Mx = MEx

Cx = CEx

Px = Sx (Um ≥ 0,2)

SR: nuevo concepto considerando ambos lados.

RECOMENDACIONES PARA LA LIMITACIÓN DE LA LUZ INTRUSA

Publicación CIE 150 – 2003 "Guía para la limitación de los efectos de la luz intrusa producida por las instalaciones de alumbrado exterior", RD.1890/2008 ITC-EA-03 (no incluye datos después de 22h) y EN-12464-2:2014 tabla 2 "Luz indeseable máxima permitida".

Los máximos valores permisibles recomendados de luminancia vertical (E_v) en las fachadas de los edificios o propiedades, producida por instalaciones de alumbrado exterior se indican en la siguiente tabla atendiendo a una zonificación del territorio:

PARÁMETRO LUMINOTÉCNICO	CONDICIÓN DE APLICACIÓN	E1	E2	E3	E4
Iluminancia en un plano vertical (E_v) lux	Aplicable a planos verticales de los límites de la propiedad privada a la altura donde pueda haber una potencial afección del edificio (ventanas).	De 06:00h a 22:00 h 2	5	10	25
	Los valores dados corresponden a la componente directa de la iluminación.	De 22:00h a 06:00 h 0*	1	2	5
Intensidad luminosa emitida por las luminarias (I) en candelas (cd)	Los límites se aplican a cada luminaria en las direcciones donde pueden existir problemas de brillo en el campo de visión de los ciudadanos de manera más o menos constante.	De 06:00h a 22:00 h 2500 cd	7500 cd	10000 cd	25000 cd
		De 22:00h a 06:00 h 0* cd	500 cd	1000 cd	2500 cd

*Nota: Si la luminaria es para alumbrado público (calle) este valor puede llegar hasta 1 lux y 500cd, respectivamente.

E1: Zonas oscuras: Parques nacionales, áreas de singular belleza natural. **Zona de influencia directa a observatorios astronómicos internacionales.** Toda la Isla de La Palma, y en Tenerife sobre los 1.000m y toda Tenerife en zonas no urbanas o abiertas.

E2: Áreas de bajo brillo: Zonas fuera del perímetro urbano, zonas urbanas rurales. **Zona perimetral a la zona de influencia de observatorios astronómicos internacionales (buffer).** Isla de Tenerife <1.000m en zonas urbanas (intermedio entre E1/E2).

E3: Áreas de brillo medio: Zonas urbanas residenciales.

E4: Áreas de brillo alto: Zonas urbanas con uso comercial o mixto residencial/comercial con elevada actividad nocturna.

El valor máximo de incremento de umbral (deslumbramiento) recomendado para todo tipo de carreteras es de $TI \leq 15\%$.



NIVELES RECOMENDADOS PARA LA ILUMINACIÓN DE CARTELES Y ANUNCIOS LUMINOSOS

Publicación CIE 92 – 1992 "Guía para iluminación de áreas urbanas" y RD.1890/2008 ITC-EA-02.6

Esta recomendación limita el brillo máximo de los anuncios luminosos en función del tamaño de la superficie luminosa a efectos de proporcionar mayor confort a los ciudadanos y evitar deslumbramientos (pérdida de visión).

BRILLO MÁXIMO EN SUPERFICIES LUMINOSAS	
Superficie luminosa en m ²	Máxima luminancia candela/m ²
Menor de 0.5 m ²	1000
2 m ²	800
10 m ²	600
Mayor de 10 m ²	400

Publicación CIE 150 – 2003 "Guía para la limitación de los efectos de la luz intrusa producida por las instalaciones de alumbrado exterior", ITC-EA-03 tabla 3 y EN-12464-2:2014 tabla 2 "Luz indeseable máxima permitida".

Los máximos valores permisibles recomendados de brillo (cd/m²) en carteles y anuncios luminosos se indican en la siguiente tabla **atendiendo a una zonificación del territorio**:

PARAMETRO LUMINOTÉCNICO	CONDICIÓN DE APLICACIÓN	E1	E2	E3	E4
luminancia o brillo de la superficie del letrero luminoso (Ls) en candelas por metro cuadrado (cd/m ²)	Obtenido como múltiplo de la iluminación media y del factor de reflexión dividido por π. En letreros con iluminación interior como media de su luminancia.	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1000 cd/m ²

*Nota: En zona E1 debe permanecer apagado en el horario de reducción (media noche).

Estos valores no son aplicables a las señales de tráfico cuyos valores se definen en la publicación CIE 74.
Los letreros o señales luminosas no deben ubicarse cerca de ventanas de edificios habitados.

E1: Zonas oscuras: Parques nacionales, áreas de singular belleza natural. **Zona de influencia directa a observatorios astronómicos internacionales.** *Toda la Isla de La Palma y Tenerife sobre los 1.000m y toda Tenerife en zonas no urbanas o abiertas.*

E2: Áreas de bajo brillo: Zonas fuera del perímetro urbano, zonas urbanas rurales. **Zona perimetral a la zona de influencia de observatorios astronómicos internacionales (buffer).** *Isla de Tenerife <1.000m en zonas urbanas (baja altura: 1ª planta fachadas y bajo cornisa), valor medio <200 cd/m².*

E3: Áreas de brillo medio: Zonas urbanas residenciales.

E4: Áreas de brillo alto: Zonas urbanas con uso comercial o mixto residencial/comercial con elevada actividad nocturna.

Para los letreros y anuncios luminosos iluminados desde el exterior mediante proyectores o luminarias fluorescentes puede seguir las recomendaciones para el alumbrado de fachadas (paramentos verticales) CIE 94 – 1993, lo cual a términos orientativos se simplifica en la siguiente tabla para valores de 50-200 cd/m²:

ILUMINACIÓN <u>MÁXIMA</u> EN SUPERFICIES ILUMINADAS		
	ENTORNO DE UBICACIÓN	
Tipo de superficie	Zona oscura	
	50cd/m ² - 200cd/m ²	
Superficie clara	50 lux	- 150 lux
Superficie oscura	150 lux	- 450 lux

NORMATIVA DE PROTECCIÓN DE LA CALIDAD ASTRONÓMICA:

- 1) Las únicas lámparas permitidas son las incandescentes y las de descarga a baja presión y en particular: fluorescentes, incandescentes, incandescentes halógenas y cuarzo-yodo, sodio de baja presión y tubos de descarga de alta tensión con hidrogeno, helio, neón, argón, kriptón, xenón, o mercurio a muy bajas presiones. **No se permiten lámparas de descarga a alta presión (VSAP, VMHM, VM).** (Art. 14 R.D. 243/92). Los LEDs de luz cálida (< 3.200°K) o colores procurando evitar las emisiones azules.
- 2) Los letreros iluminados con proyectores o luminarias deberán evitar el envío de luz directa hacia el cielo, utilizando luminarias con ópticas adecuadas a los elementos a iluminar y al emplazamiento de las mismas, y en su caso utilizar rejillas o deflectores que eviten la salida de luz fuera de la zona de actuación. **La luz irá dirigida de arriba hacia abajo.** (Art. 2 Ley 31/88 y Art. 6 R.D. 243/92).
- 3) Las instalaciones deberán permanecer **apagadas** antes o en cualquier caso a partir de las **24:00 h.** Se garantizará este apagado mediante interruptor horario con reserva mínima de marcha de 100 horas y cambio horario automático programando el apagado a las 23:45h. (Art. 14 R.D. 243/92).
- 4) Los niveles máximos de luminancia o iluminancia elegidos deben estar razonablemente dentro de los niveles recomendados y justificados según cada caso (Art. 6 R.D. 243/92). **Las zonas protegidas se consideran zona E1 para la Palma y Tenerife sobre los 1.000m y resto de Tenerife en zona no urbana o abierta y E2/E1 en las zonas urbanas de Tenerife (1ª planta fachada o bajo cornisa). Las zonas E0 o ZAS tienen especificaciones propias.**
- 5) **CAJAS DE LUZ:** En la siguiente tabla se exponen los límites máximos de densidad de potencia para distintos materiales de cerramientos de cajas de luz con tubos fluorescentes según mediciones realizadas en colaboración con ASERLUZ (año 2004). Se distinguen las dos zonas posibles E1 (50cd/m²) y E2 (máximo ≤400cd/m² y media ≤200cd/m²). Estos límites máximos corresponden a la parte o zona del letrero más brillante.

Para más de 50cd/m² de media, la superficie iluminada del letrero con el brillo máximo permitido será inferior al 25% y con el 50% del brillo máximo permitido será inferior al 50% de la superficie total del letrero (no se admite el uso de letreros con anuncio sobre fondo blanco iluminado que no cumpla esta característica). Deberán tener el fondo opacado o muy ligeramente iluminado (<10% del brillo máximo) y mostrar los dibujos o letras iluminadas (por la superficie menor).





CAJAS DE LUZ

CAJAS DE LUZ	VATIOS (w) DE TUBOS FLUORESCENTES		MÁXIMO 150 w/m ²
	DENSIDAD DE POTENCIA MÁXIMA	DENSIDAD DE POTENCIA MÁXIMA	
MATERIAL	POR m ² DE SUPERFICIE DE LETRERO	POR m ² DE SUPERFICIE DE LETRERO	FACTOR DE INCREMENTO
	PARA 200 cd/m ²	PARA 50 cd/m ²	
	w fluor/m ² - lm fluor/m ² - lm LED/m ²	w fluor/m ² - lm fluor/m ² - lm LED/m ²	
METACRILATO OPALINO 6mm	48 w/m ² - 4080 lm/m ² - 2040 lm/m ²	12 w/m ² - 1020 lm/m ² - 510 lm/m ²	
METACRILATO OPALINO 4mm	40 w/m ² - 3400 lm/m ² - 1700 lm/m ²	10 w/m ² - 850 lm/m ² - 425 lm/m ²	
METACRILATO OPALINO 3mm, COLADO	40 w/m ² - 3400 lm/m ² - 1700 lm/m ²	10 w/m ² - 850 lm/m ² - 425 lm/m ²	
METACRILATO OPALINO 4mm, PINTADO ROJO	150 w/m ² - 12700 lm/m ² - 6375 lm/m ²	60 w/m ² - 5100 lm/m ² - 2550 lm/m ²	
METACRILATO OPALINO 4mm, PINTADO AMARILLO	60 w/m ² - 5100 lm/m ² - 2550 lm/m ²	15 w/m ² - 1275 lm/m ² - 638 lm/m ²	
METACRILATO OPALINO 4mm, PINTADO AZUL	150 w/m ² - 12700 lm/m ² - 6375 lm/m ²	80 w/m ² - 6800 lm/m ² - 3400 lm/m ²	
POLICARBONATO OPALINO 10mm, 2 CAPAS SANDWICH,	100 w/m ² - 8500 lm/m ² - 4250 lm/m ²	25 w/m ² - 2125 lm/m ² - 1063 lm/m ²	
METACRILATO OPALINO 3mm, TRANSPARENTE	18 w/m ² - 1530 lm/m ² - 765 lm/m ²	5 w/m ² - 425 lm/m ² - 213 lm/m ²	
LONA - SUSTRATO FLEXIBLE - BLANCA	60 w/m ² - 5100 lm/m ² - 2550 lm/m ²	15 w/m ² - 1275 lm/m ² - 638 lm/m ²	
VINILO 80 micras AMARILLO	-	-	x 1,7
VINILO 80 micras VERDE	-	-	x 9
VINILO 80 micras BLANCO	-	-	x 3
VINILO 80 micras ROJO	-	-	x 20
VINILO 80 micras AZUL	-	-	x 30
MÁXIMO:	150 w/m ² - 12700 lm/m ² - 6375 lm/m ²	80 w/m ² - 6800 lm/m ² - 3400 lm/m ²	
EQUIVALENCIAS			
VATIOS DE FLUORESCENTES =	VATIOS DE NEON / 1,3		

La densidad de potencia vendrá determinada por el valor más pequeño obtenido por cualquier parte de la superficie de la caja de luz, es decir, la superficie más traslúcida, independientemente de su tamaño, determinará la densidad de potencia máxima a instalar en toda la caja de luz. Se entiende que las lámparas estarán uniformemente distribuidas en toda la superficie de la caja de luz. Por superficie de la caja se entiende la de una cara en caso de que se utilice ambas caras. Conversiones: fluorescentes = 85lum/w, LEDs indirectos = 85lum/w-sistema, LEDs directos = 2x85-lum/w-sistema (directos = iluminan directamente hacia superficie luminosa) (datos a 2011).

Neones: tanto cajeado como visto indirecto, la intensidad máxima por tubo será entre 18-25mA (a 800V por metro lineal de tubo) (aproximadamente 20w/m).

CASOS PARTICULARES

Pantallas de LEDs:

La iluminación directa con LEDs estará limitada en su brillo por lo que deberá preverse un sistema de regulación automático del mismo para cuando sea utilizado en horas nocturnas (< 50 lux en el exterior) y diurnas. En tal sentido, las pantallas de LEDs regularán su brillo medio (fondo blanco) a un máximo de 200 cd/m² en zona urbana en Tenerife y a 50 cd/m² en el resto de las zonas protegidas (en los sistemas actuales se consigue 200cd/m² ajustando el brillo al 5%-3% y para 50cd/m² con el 3%-1%, no es lineal).

Para la regulación de brillo de pantallas LEDs en el ocaso y su posterior apagado a las 23:45h hasta el amanecer se recomienda el uso de interruptores astronómicos (como elemento exterior de control o como algoritmo del programa de control del sistema).

Letreros Retroiluminados:

En letreros con letras o figuras opacas sobre superficies verticales pero ligeramente separadas de la pared e iluminadas desde su parte interior hacia la pared (sin salida de luz directa paralela a la pared), puede aplicarse el nivel de iluminación medio “E” en lux correspondiente (pared blanca 50 lux – oscura 150 lux) mediante la siguiente fórmula:

$$E = \text{Lúmenes instalados} \times 0,8 \times 0,7 / \text{m}^2 \quad (\times 1,5 \text{ en caso de LEDs})$$

Donde Lúmenes instalados debe ser los totales utilizados uniformemente distribuidos en la superficie ocupada por el letrero. Y Los “m²” la superficie que ocupa el letrero proyectado sobre la pared más un margen o banda máxima de 20cm alrededor de su perímetro. En caso de usar LEDs debe aplicarse un factor de **1,5** a la fórmula anterior.

Letreros formados con tiras de LED:

En letreros realizados con tiras de LED (luz directa) con trazos no concentrados, como solución simplificada puede usarse tiras de LEDs que no superen los 104 lúmenes por metro (en longitud o entre tiras paralelas).

NIVELES RECOMENDADOS PARA LA ILUMINACIÓN DE FACHADAS Y MONUMENTOS

Publicación CIE 94 – 1993 "Guía para alumbrado con proyectores"

Situación	Luminancia recomendada
Zonas o entornos pobremente iluminados (áreas rurales pobremente iluminadas o de modo atenuado)	4 cd/m ²
Zonas o entornos medianamente iluminados (ciudades pequeñas, suburbios de grandes áreas urbanas)	6 cd/m ²
Zonas o entornos brillantes (zonas recreativas y comerciales en centros urbanos)	12 cd/m ²

Para obtener los niveles de iluminancia "E", una vez definido la luminancia "L" conociendo el valor de la reflectancia de la superficie "ρ", se utiliza la siguiente formula:

$$E = L \frac{\pi}{\rho}$$

En la tabla 2 se aporta dicho valor para diferentes tipos de materiales y situaciones de brillo de los alrededores. (referidos a lámparas de cuarzo-yodo ó incandescentes).

Publicación CIE 150 – 2003 "Guía para la limitación de los efectos de la luz intrusa producida por las instalaciones de alumbrado exterior", tabla 3 del ITC-EA-03 y EN-12464-2:2014 tabla 2 "Luz indeseable máxima permitida".

Los máximos valores permisibles recomendados de brillo (cd/m²) en la iluminación de fachadas de edificios o monumentos se indican en la siguiente tabla **atendiendo a una zonificación del territorio:**

PARÁMETRO LUMINOTÉCNICO	CONDICIÓN DE APLICACIÓN	E1	E2	E3	E4
luminancia o brillo de la superficie de los edificios o monumentos iluminados (Ls) en candelas por metro cuadrado (cd/m ²)	Obtenido como múltiplo de la iluminación media y del factor de reflexión.	0 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
brillo puntal máximo (cd/m ²)		0 cd/m ²	10 cd/m ²	60 cd/m ²	150 cd/m ²

E1: Zonas oscuras: Parques nacionales, áreas de singular belleza natural. **Zona de influencia directa a observatorios astronómicos internacionales.** *Toda la Isla de La Palma y Tenerife sobre los 1.000m y toda Tenerife en zonas no urbanas o abiertas*

E2: Áreas de bajo brillo: Zonas fuera del perímetro urbano, zonas urbanas rurales. **Zona perimetral a la zona de influencia de observatorios astronómicos internacionales (buffer).** *Isla de Tenerife <1.000m en zonas urbanas.*

E3: Áreas de brillo medio: Zonas urbanas residenciales.

E4: Áreas de brillo alto: Zonas urbanas con uso comercial o mixto residencial/comercial con elevada actividad nocturna.

NORMATIVA DE PROTECCIÓN DE LA CALIDAD ASTRONÓMICA:

- 1) Debe evitarse el envío de luz directa hacia el cielo, utilizando luminarias con ópticas adecuadas a los elementos a iluminar y al emplazamiento de las mismas, y en su caso utilizar rejillas o deflectores que eviten la salida de luz fuera de la zona de actuación. El objeto a iluminar debe al menos interceptar el haz de luz principal del proyector. (Art.2 Ley 31/88, Art. 6 R.D. 243/92, ITC-EA-04 3.1.3 e ITC-EA-03)
- 2) **Las fachadas y objetos se procurará iluminar de arriba hacia abajo y se justificará técnicamente otra disposición** (nunca apuntamientos a más de 30° sobre el horizonte para objetos verticales según RD.1890/2008).
- 3) En caso de que se utilicen lámparas de vapor de mercurio o halogenuros metálicos debe evitarse aquellas cuya radiancia espectral para longitudes de onda por debajo de los 440 nm. sea superior al 15% de la radiancia total. (Art. 7 R.D. 243/92) (500nm en LEDs).
- 4) La instalación deberá permanecer apagada antes o en cualquier caso a partir de las 24:00 h. Deberá garantizarse este apagado mediante interruptor horario con reserva mínima de marcha de 100 horas y cambio horario automático programando el apagado a las 23:45h (Art. 12 R.D. 243/92). En lo posible, de estudiará su encendido responsable sólo en determinados días de la semana que sea realmente útil o un deleite para la sociedad.
- 5) Los niveles de luminancia o iluminancia elegidos deben estar razonablemente dentro de los niveles recomendados (Art. 6 R.D. 243/92) no pudiéndose superar en más del 20% las 5cd/m² indicados en el RD.1890/2008.
Los valores en iluminación media serían aproximadamente los siguientes:
 - Piedra **negra** o superficies oscuras, $\rho < 10\text{-}20\%$: **160lux**
 - **Colores medios**, verde vegetal, piedra chasnera oscura: $30\% < \rho < 40\%$: **60 lux**
 - **Blanco**, colores claros, tosca blanca: $50\% < \rho < 70\%$: **30 lux**.
El nivel máximo puntual puede llegar al doble + 20%.
Los detalles en fachada (como escudos) (reducido tamaño en relación con la fachada) pueden utilizar hasta el doble del nivel indicado en cada caso según su color (si el resto del paño o fachada en su entorno está iluminado).
- 6) **La ley limita esta iluminación a edificios públicos, monumentos y jardines. No permite la iluminación de edificios privados a no ser que hayan obtenido la categoría de monumento (BIC) por la Comunidad Autónoma de Canarias.**
- 7) Ejemplos de cálculos:
 - a) **Cálculos teóricos:** a efectos de cálculos teóricos orientativos podrá obtenerse el nivel medio con la siguiente fórmula suponiendo los proyectores repartidos de forma uniforme: Lúmenes totales instalados / m² de superficie útil x 0,8 x 0,7 x 0,7 (lux)
(0,8 es el factor de mantenimiento y 0,7 los factores de rendimiento y utilización)
 - b) **Cálculos con el haz** (ejemplo): caso haz simétrico dirigido casi perpendicularmente hacia el centro de un objeto vertical con $I_{\text{máx}} = 2600\text{cd/Kl}$ y apertura del haz de $2 \times 13^\circ$ y haz de 50cd/Klm (en gamma 65°) de $2 \times 20^\circ$ (10cd/klm en gamma 70°). Según planos el objeto está a unos 8m de distancia y con unas dimensiones de $4 \times 4\text{m}$ y el spot a 8m tienen un diámetro de $2 \times 8 \times \text{tg}13^\circ = 3,7\text{m}$ (acorde con el objeto) el nivel medio en el spot será (lámpara 35w de 2,6 Kilo lúmenes) $2600 \times 2,6 \times \frac{3}{4} / 8^2 \times 0,8 = 63\text{ lux}$ (apto para colores medios pero no blancos). Para no emitir intensidades superiores a 50cd/Klm sobre el horizonte el proyector no deberá inclinarse más de $90^\circ - 20^\circ = 70^\circ$ respecto a la vertical.

c) Tabla 2: Valores de iluminancia recomendados.

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.), 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

No se iluminarán superficies tipo espejo ($\rho > 80\%$) como aluminio visto, acero inoxidable, etc., por su elevada reflexión.

FACTORES DE DEPRECIACIÓN DE LA LUMINARIA

Publicación CIE 136 – 2000 "Guía para iluminación de áreas urbanas" y tabla 3 ITC-EA-06

A título orientativo, pues a efecto de la Ley 31/88 debe considerarse un factor de **mantenimiento global no inferior a 0,8** (0,75 expuesto directamente a la influencia del mar). En caso necesario deberá aumentar la calidad y frecuencia del mantenimiento de la instalación.

INDICE IP DE LA LUMINARIA	AMBIENTE	INTERVALOS DE LIMPIEZA (meses)				
		12	18	24	30	36
IP2X	Limpio	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78
	Medio	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53
	Sucio	0,53	0,48	0,45	0,43	0,42
IP5X	Limpio	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
	Medio	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	Sucio	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
IP6X	Limpio	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90
	Medio	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	Sucio	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83

AMBIENTES:

Limpio: Ningún humo o polvo generado por actividades cercanas. Tráfico moderado. Nivel de partículas ambientales menos a 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (áreas rurales).

Medio: Humo o polvo moderado generado por actividades cercanas. Tráfico más pesado. Nivel de partículas ambientales menos a 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (áreas residenciales e industrias ligeras).

Sucio: Humo o nubes de polvo generadas por actividades cercanas que pueden envolver ocasionalmente la luminaria (áreas fuertemente industriales). Influencia marina.

También puede calcularse el valor más elevado posible usando las tablas de la ITC-EA-06 del RD.1890/2008 y sus Guías de interpretación, debiendo buscar una solución que no sea inferior a 0,8.

GUÍA PARA EL ALUMBRADO DE ÁREAS DE TRABAJO EXTERIORES.

EXTRACTO DE LA NORMA UNE-EN 12464-2:2014

Iluminación de los lugares de trabajo

Parte-2: Lugares de trabajo en exteriores

AENOR-2008

Índice de áreas, tareas y actividades:

5.1 ÁREAS DE CIRCULACIÓN GENERALES EN LUGARES DE TRABAJO EXTERIOR

5.2 AEROPUERTOS

5.3 OBRAS DE EDIFICACIÓN

5.4 CANALES, ESCLUSAS Y PUERTOS

5.5 GRANJAS

5.6 ESTACIONES DE SERVICIO (GASOLINERAS)

Ver apartado de **ALUMBRADOS Y NOTAS DE INTERÉS** en este cuaderno, página 22.

5.7 EMPLAZAMIENTOS INDUSTRIALES Y ÁREAS DE ALMACENAMIENTO

5.8 ESTRUCTURAS DE GAS Y PETRÓLEO (Ver Norma UNE EN 12464-2)

5.9 ÁREAS DE APARCAMIENTO

5.10 INDUSTRIAS PETROQUÍMICAS Y OTRAS INDUSTRIAS PELIGROSAS

5.11 CENTRALES ENERGÉTICAS, ELÉCTRICAS, DE GAS Y TÉRMICA

5.12 ZONAS FERROVIARIAS Y DE TRANVÍAS (Ver Norma UNE EN 12464-2)

5.13 HERRERÍAS

5.14 ASTILLEROS Y MUELLES

5.15 PLANTAS DEPURADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS

Anexo A REQUISITOS DE ILUMINACIÓN PARA LA SEGURIDAD

NOTAS:

- Prevalecerá lo indicado en el RD.1890/2008, especialmente en vías y aparcamientos.

- Los alumbrados de seguridad son los indicados en el RD.1890/2008 pudiéndose usar como orientativo el Anexo A de la EN 12464-2:2007 sobre Requisitos de Iluminación para la Seguridad.

- Los niveles indicados en la norma UNE-EN 12464-2:2014 son de aplicación durante la ejecución de los trabajos. Debe tenerse en cuenta los cambios de uso o necesidades del alumbrado para adaptar la instalación a los niveles mínimos adecuados durante la noche.

EXTRACTO DE LA NORMA UNE-EN 12464-2:2014

5.1 AREAS DE CIRCULACION GENERALES EN LUGARES DE TRABAJO EXTERIOR		E _m	U _m	GR _L	R _a
5.1.1	Aceras reservadas exclusivamente a peatones.	5	0,25	50	20
5.1.2	Áreas de tráfico para vehículos que desplazan a menos de 10 Km./h.	10	0,40	50	20
5.1.3	Tráfico regular de vehículos (Max. 40 Km./h).	20	0,40	45	20
5.1.4	Pasos de peatones, puntos de giro, de carga y descarga de vehículos.	50	0,40	50	20
5.1.5	Limpeza y servicio	50	0,25	50	20

5.2 AEROPUERTOS		E _m	U _o	GR _L	R _a
General	Evitar luz directa hacia la torre de control y de aterrizaje del avión. Restringir al mínimo la luz directa emitida desde los focos sobre la horizontal.				
5.2.1	Estacionamiento en hangares.	20	0,10	55	20
5.2.2	Estacionamiento en terminal. (ver situación D1/D2 RD.1890/2008)	30	0,20	50	40
5.2.3	Áreas de carga.	50	0,20	50	40
5.2.4	Deposito de combustibles.	50	0,20	50	40
5.2.5	Puesto de mantenimiento de aviones.	200	0,50	45	60

AEROPUERTOS, Normas OACI sobre la Iluminación de plataformas: Luces – Iluminación de plataforma con proyectores – ANEXO 14. Iluminación de plataforma con proyectores - Manual de diseño de Aeródromos – Parte 4 – Ayudas Visuales:

Puesto de estacionamiento de aeronave:

“Iluminación horizontal, 20 lux con una relación de uniformidad (media a mínima) no superior a 4:1”

“Iluminación vertical, 20 lux a una altura de 2 m sobre la plataforma, en las direcciones pertinentes”

Otras áreas de la plataforma:

“Iluminación horizontal, 50% de la iluminación media en los puestos de estacionamiento de aeronave, con una relación de uniformidad (media a mínima) no superior a 4:1”.

El área que se encuentra entre los puestos de estacionamiento de aeronave y los límites de la plataforma (*equipo de servicio, zona de aparcamiento, viales de servicio*) debería iluminarse con un promedio de luminancia horizontal de 10 lux. Si los proyectores montados a nivel más elevado no iluminan adecuadamente esta zona, podrían utilizarse faroles antideslumbrantes del tipo de alumbrado público.

Factor de mantenimiento: $f_m \geq 0,75$

5.3 OBRAS DE EDIFICACION		E _m	U _o	GR _L	R _a
5.3.1	Espacio libre, excavación y carga.	20	0,25	55	20
5.3.2	Obras de construcción, montaje de tuberías de drenaje, transporte, tareas auxiliares y de almacenamiento.	50	0,40	50	20
5.3.3	Montaje de elementos de entramado, trabajos de refuerzo ligeros, montaje de encofrados de madera y de entramado, tuberías y cableado eléctrico.	100	0,40	45	40
5.3.4	Unión de elementos que requieren montaje eléctrico, maquinas y tuberías.	200	0,50	45	40

5.4 CANALES, ESCLUSAS Y PUERTOS		E _m	U _o	GR _L	R _a
5.4.1	Muelles de espera en canales y esclusas.	10	0,25	50	20
5.4.2	Pasarelas y pasos exclusivos de peatones.	10	0,25	50	20
5.4.3	Áreas de control y estabilización de esclusas.	20	0,25	55	20
5.4.4	Manipulación, carga y descarga de mercancías.	30	0,25	55	20
5.4.5	Áreas de pasajeros en puerto de pasajeros (ver situación E1/E2 RD.1890/8)	50	0,40	50	20
5.4.6	Conexiones de manguera, tubos y cabos.	50	0,40	50	20
5.4.7	Partes peligrosas de acera y vías de acceso.	50	0,40	45	20



5.5 GRANJAS		E_m	U_o	GR_L	R_a
5.5.1	Corral.	20	0,10	55	20
5.5.2	Hangar de protección de maquinas (abierto).	50	0,20	55	20
5.5.3	Recinto de clasificación de animales.	50	0,20	50	40

5.6 ESTACIONES DE SERVICIO (GASOLINERAS)		E_m	U_o	GR_L	R_a
5.6.1	Aparcamiento de vehículos y áreas de almacenamiento.	5	0,25	50	20
5.6.2	Vías de acceso y salida: entorno oscuro (áreas rurales y suburbios) (ver situación B/D RD.1890/2008)	20	0,40	45	20
5.6.3	Vías de acceso y salida: entorno claro (ciudades).(ver situación B/D RD.1890/2008)	50	0,40	45	20
5.6.4	Puntos de control de presión de aire de neumáticos y de agua y otras áreas de servicio.	150	0,40	45	20
5.6.5	Área de lectura de medidores.	150	0,40	45	20
5.10.4	Puntos de carga y descarga de combustible	100	0,40	45	20

ESTACIONES DE SERVICIO (GASOLINERAS), ver notas en página 26:
Letreros, marquesina, accesos, área de maniobra y aparcamientos.

5.7 EMPLAZAMIENTOS INDUSTRIALES Y AREAS DE ALMACENAMIENTO		E_m	U_o	GR_L	R_a
5.7.1	Manipulación de corta duración de grandes unidades y materias primas. Carga y descarga de mercancías a granel.	20	0,25	55	20
5.7.2	Manipulación continua de grandes unidades y materias primas, carga y descarga de fletes, emplazamiento de maniobra de grúas, plataformas de carga al aire libre.	50	0,40	50	20
5.7.3	Lectura de direcciones, plataformas de carga cubiertas, uso de herramientas tareas de esfuerzo y colada ordinarias en plantas de hormigón.	100	0,50	45	20
5.7.4	Instalaciones eléctricas, de maquinaria y tuberías que necesitan inspección.	200	0,50	45	60

5.8 ESTRUCTURAS DE GAS Y PETROLEO (Ver Norma UNE EN 12464-2)

5.9 AREAS DE APARCAMIENTO		E_m	U_o	GR_L	R_a
5.9.1	Trafico ligero, por ejemplo, áreas de aparcamiento de tiendas, casas adosadas y edificios de aparcamiento; parque de bicicletas.	5	0,25	55	20
5.9.2	Trafico medio, por ejemplo, áreas de aparcamientos de almacenes comerciales, edificios de oficinas, plantas, complejos deportivos y multiusos.	10	0,25	50	20
5.9.3	Tráficos pesado, por ejemplo, áreas de aparcamientos de escuelas, iglesias, centro comerciales importantes, complejos deportivos y multiusos importantes.(ver situación D1/D2 RD.1890/2008)	20	0,25	50	20

5.10 INDUSTRIAS PETROQUIMICAS Y OTRAS INDUSTRIAS PELIGROSAS		E_m	U_o	GR_L	R_a
5.10.1	Manipulación de herramientas de mantenimiento, utilización de válvulas reguladas manualmente, puesta en marcha y parada de motores y alumbrado de quemadores.	20	0,25	55	20
5.10.2	Llenado y vaciado de camiones y vagones de cisterna con riesgo de sustancias libres, inspección de fugas, tuberías y empaquetadoras.	50	0,40	50	20
5.10.3	Llenado y vaciado de camiones y vagones de cisterna con sustancias peligrosas, reemplazamiento de bombas, empaquetaduras, trabajo de mantenimiento general, lectura de instrumentos.	100	0,40	45	40
5.10.4	Zonas de carga y descarga de combustibles.	100	0,40	45	20
5.10.5	Reparación de maquinas y dispositivos eléctricos.	200	0,50	45	60

5.11 CENTRALES ENERGETICAS, ELECTRICAS, DE GAS Y TERMICA		E_m	U_o	GR_L	R_a
5.11.1	Desplazamientos peatonales dentro de áreas eléctricamente seguras	5	0,25	50	20
5.11.2	Manipulación de herramientas de servicio, carbón	20	0,25	55	20
5.11.3	Inspección total	50	0,40	50	20
5.11.4	Trabajo de mantenimiento general y lectura de instrumentos	100	0,40	45	40
5.11.5	Reparación de dispositivos eléctricos	200	0,50	45	60



5.12 ZONAS FERROVIARIAS Y DE TRANVIAS (Ver Norma UNE EN 12464-2)

5.13 SERRERIAS		Em	Uo	GR_L	R_a
5.13.1	Manipulación de madera de construcción en transporte terrestre y navegable, transportadores de serrín y virutas.	20	0,25	55	20
5.13.2	Clasificación de maderas de construcción en tierra o transporte navegable, puntos descarga y descarga de madera, elevación mecánica de madera y apilamiento.	50	0,40	50	20
5.13.3	Lectura de direcciones y marcas de madera aserrada.	100	0,40	45	40
5.13.4	Clasificación cualitativa y embalaje.	200	0,50	45	40
5.13.5	Alimentación de maquinas de corte en tiras y en tacos.	300	0,50	45	40

5.14 ASTILLEROS Y MUELLES		Em	Uo	GR_L	R_a
5.14.1	Alumbrado general del área del astillero, áreas de almacenamiento para artículos prefabricados.	20	0,25	55	40
5.14.2	Manipulación de corta duración de grandes unidades.	20	0,25	55	20
5.14.3	Limpieza del casco del barco.	50	0,25	50	20
5.14.4	Pintura y soldadura del casco del barco.	100	0,40	45	60
5.14.5	Montaje de componentes eléctricos y mecánicos.	200	0,50	45	60

5.15 PLANTAS DEPURADORAS Y DE TRATAMIENTO DE AGUAS		Em	Uo	GR_L	R_a
5.15.1	Manipulación de herramientas de servicio, utilización de válvulas accionadas manualmente, puesta de marcha y parada de motores, estanqueidad de tuberías y plantas de rastrillado	50	0,40	45	20
5.15.2	Manipulación de productos químicos, inspección de fugas, cambio de bombas, trabajos de servicios general, lectura de instrumentos	100	0,40	45	40
5.15.3	Reparación de motores y dispositivos eléctricos	200	0,50	45	60

ANEXO A

REQUISITOS DE ILUMINACIÓN PARA LA SEGURIDAD

Nivel de riesgo	\bar{E}_m lux	U_o -	GR_L -	R_a -	Observaciones
<p>Riesgos muy pequeños, es decir,</p> <ul style="list-style-type: none"> Áreas de almacenamiento con tráfico ocasional en zonas industriales Depósitos de carbón en centrales energéticas Almacenamiento de madera de construcción, serrín y virutas en serrerías Pasos y escaleras de servicio usados ocasionalmente, depósitos de limpieza de aguas residuales y aireación, depósitos de digestión de filtros y lodos en plantas depuradoras y de tratamiento de aguas 	5	0,25	55	20	
<p>Riesgos pequeños, es decir,</p> <ul style="list-style-type: none"> Alumbrado general en puertos; Áreas de proceso libres de riesgo y plataformas y escaleras usadas ocasionalmente en industrias petroquímicas y otras industrias peligrosas; Áreas de almacenamiento de madera serrada en serrerías. 	10	0,40	50	20	En puertos, U_o puede ser 0,25
<p>Riesgos medios, es decir,</p> <ul style="list-style-type: none"> Áreas de almacenamiento de vehículos y terminales de contenedores con tráfico frecuente en puertos, zonas industriales y áreas de almacenamiento; Áreas de almacenamiento de vehículos y transportadores en industrias petroquímicas y otras industrias peligrosas; Almacenamiento de petróleo en centrales energéticas; Alumbrado general y áreas de almacenamiento para artículos prefabricados en astilleros y muelles; Escaleras usadas regularmente, piscinas y filtros de plantas depuradoras y de tratamiento de aguas 	20	0,40	50	20	En astilleros y muelles, U_o puede ser 0,25
<p>Riesgos elevados, es decir,</p> <ul style="list-style-type: none"> Almacenamiento de encofrados, madera de construcción y acero, vaciado de cimentación de edificios y áreas de trabajo a los lados del vaciado en zonas de edificación; Áreas de riesgo de incendio, explosión, veneno y radiación en puertos, zonas industriales y áreas de almacenamiento Depósitos de petróleo, torres de refrigeración, compresores de calderas, plantas de bombeo, válvulas, múltiples, plataformas operativas, escaleras usadas regularmente, puntos de cruce de transportadores, conmutadores eléctricos en industrias petroquímicas y otras industrias peligrosas; Conmutadores en centrales energéticas; Puntos de cruce de transportadores, áreas de riesgo de incendio en serrerías 	50	0,40	45	20	En zonas de edificación y en serrerías, GR_L puede ser 50

ALUMBRADOS Y NOTAS DE INTERÉS

ALUMBRADO DE FACHADAS EN EDIFICIOS CON ANAGRAMAS:

La iluminación de toda fachada de edificio que contenga algún anagrama de empresa privada o anuncio publicitario (no protegido por ley como bien de interés cultural), se considerará alumbrado publicitario o anuncio luminoso con los límites indicados en el artículo 14 del RD.243/92 y los criterios técnicos publicados por el IAC. No está permitido el alumbrado de fachadas de edificios privados (Art.12 RD. 243/92).

ALUMBRADO EN ZONA COMERCIAL (durante el horario de apertura al público):

- ENTRADA PRINCIPAL: El alumbrado peatonal en la zona inmediatamente exterior a la entrada principal del establecimiento comercial (radio inferior a 10m de la puerta) podrá tener un nivel máximo de iluminación media de 50 lux y considerado alumbrado de transición entre el exterior y el interior (máximo y a justificar 100 lux). *Por ejemplo, proyector con lámpara de VMHM 1x35w $\leq 3.000^{\circ}K$ (2,6 Klm ó 1,8Klm en LED 2700 $^{\circ}K$) distanciados cada 6m e iluminado el suelo de entrada (3-4m de altura), con óptica sin asimetría frontal e instalado sin inclinación.*
- CERRAMIENTOS TRASLÚCIDOS: No puede iluminarse directamente con proyectores cerramientos traslúcidos que emitan luz sobre el horizonte.

ESTACIONES DE SERVICIO (GASOLINERAS):

- LETREROS LUMINOSOS:
Las estaciones de servicio que permanezcan abiertas después de las 12h de la noche, no en zona E1 o ZAS, podrán tener encendido un anuncio publicitario iluminando exclusivamente los precios de los carburantes y la palabra "ABIERTO" (dimensiones normales, letras de altura no superior a 15 cm) siempre y cuando el brillo máximo del letrero no supere las 50cd/m² (generalmente en el tótem de la estación). El resto de la superficie del letrero y los demás letreros se apagarán a partir de las 24h (en cornisa de la marquesina, en fachada, etc.). Las lámparas utilizadas en este caso serán de temperatura de color inferior a 2.700 $^{\circ}K$ y **no se permite fuentes de luz azul**. En caso de usar letras "ABIERTO" y números (CON PRECIOS DE CARBURANTES) el tipo **LEDs a usar después de medianoche** serán (en orden de preferencia) de color **rojo, ámbar o amarillo** con brillos medios no superiores a 50 cd/m² (dimensiones con altura de dígito inferior a 15cm).
- ALUMBRADO BAJO MARQUESINA EN ZONA DE SURTIDORES:
El alumbrado exclusivo de la zona de surtidores bajo marquesina no podrá superar los siguientes niveles medios mantenidos ($f_m \geq 0,8$) de iluminación en función del tipo de lámpara utilizada (a partir de medianoche solo luz ámbar):
 1. **Hasta un máximo de 100 lux (+20%):** Vapor de sodio de alta/baja presión o led ámbar IAC. Normalmente corresponde a una matriz de 5 x 5 metros con lámparas de VSAP de 70 vatios (6.000 lúmenes y Ra=20%) a una altura de 6 metros empotrados bajo la marquesina (240 lúmenes uniformemente instalados/m²). Igualmente, **hasta media noche** puede utilizarse lámparas vapor de mercurio con halogenuros metálicos de luz



cálida cuya radiancia espectral cumpla los requisitos del artículo 7 del R.D. 243/92 (6.000 lúmenes y < 3.000 °K) o ledes Cálido IAC, la lámpara deberá estar certificada por el IAC (puede usarse tecnología LED ÁMBAR IAC con radiancia equivalente al VSAP y antes de medianoche BLANCO CÁLIDO IAC, ver lista de lámparas y luminarias certificadas).

- VIALES DE ACCESO, ÁREA DE MANIOBRA Y APARCAMIENTO:

El nivel luminotécnico de la vías de acceso será el mismo que el de la vía desde la que se accede o una clase superior (a justificar). En todos los casos, deberán realizarse las mismas reducciones de flujo que las previstas en las vías públicas de acceso a partir de las 12h de la noche. Mientras la gasolinera permanezca cerrada al público se limitará todos los niveles a 5 lux, excepto los puntos de riesgo, según especifica ITC-EA-02.5 y EN-12464-2 5.6.1. Para el diseño de la zona de aparcamiento y maniobra en el horario de apertura al público se utilizará la situación D1/D2 (exceptuando los *alumbrados puntuales* en las zonas de llenado o descarga de combustible con hasta 100 lux *durante las labores de trasiego*).

NIVELES RECOMENDADOS PARA LA ILUMINACIÓN DE INSTALACIONES DEPORTIVAS (UNE-EN-12193)

Resumen de los casos típicos:

CASOS TÍPICOS DE APLICACIÓN NORMA UNE-EN-12193:2007			ILUMINANCIA	
TIPO	TIPO DE DEPORTE	CATEGORIA	MEDIA	Emin/Emed
A.21	FUTBOL, RUGBY, BALONMANO BALONCESTO, VOLEIBOL.	Nacional	500	0,7
		Regional-Local	200	0,6
		Local-Entrenamiento	75	0,5
A.26	GOLF (en zona de hoyos)	Entrenamiento-Local	100	0,8
A.27	NATACION	Nacional/internacional	500	0,7
		Local-Regional	300	0,7
		Local-Entrenamiento	200	0,5
A.16	TENIS, PÁDEL	Nacional	500	0,7
		Regional-Local	300	0,7
		Local-Entrenamiento	200	0,6
A.20	PETANCA	Nacional	200	0,7
		Regional-Local	100	0,7
		Local-Entrenamiento	50	0,5
A.14	BÉISBOL	Nacional	750	0,7
		Regional-Local	500	0,7
		Local-Entrenamiento	300	0,5
A.13	ATLETISMO, EQUITACION	Nacional	500	0,7
		Regional-Local	200	0,7
		Local-Entrenamiento	100-50	0,5
A.18	KARTING, CARRERAS BICICLETA	Nacional	500	0,7
		Regional-Local	300	0,7
		Local-Entrenamiento	100	0,5
A.24	CARRERAS DE CABALLOS	Nacional	200	0,6
		Regional-Local	100	0,4
		Local-Entrenamiento	50	0,2

NOTA: Local-Entrenamiento incluye el uso escolar y recreativo. Consultar Norma para otros parámetros y tipos de deporte (ver Normas N.I.D.E. en www.iac.es/otpc/documentos, prevalece los niveles de la UNE EN 12193).

Para instalar **niveles superiores al de entrenamiento deben justificarse mediante escrito con el visto bueno de la Federación Deportiva correspondiente o en caso de instalaciones de titularidad municipal escrito del Ayuntamiento**. Además, las instalaciones deberán estar provistas de **sistema de encendido que permita al responsable de la instalación usar niveles de entrenamiento**.