



**INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS**

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

**OFICINA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO  
SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA**

**REVISIÓN:  
OCTUBRE – 2.004**

# ÍNDICE

ÚLTIMA  
REVISIÓN

<input type="checkbox"/> RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA INSTALACION DE ALUMBRADO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL USO RACIONAL DE LA ENERGIA Y PROTECCION DEL PAISAJE Y FAUNA NOCTURNA.....	Pag. 2	Octu. 2.003
<input type="checkbox"/> RECOMEDANCIONES PARA LA LIMITACION DE LA LUZ INTRUSA.....	Pag. 4	Junio 2.003
<input type="checkbox"/> ALUMBRADO DE ZONAS PEATONALES.....	Pag. 5	Octu. 2.000
<input type="checkbox"/> RECOMENDACIONES PARA LA ILUMINACION DE CARRETERAS.....	Pag. 6	Octu. 2.000
<input type="checkbox"/> TABLA DE FACTORES DE DEPRECIACION DE LAS LUMINARIAS.....	Pag. 8	Octu. 2.000
<input type="checkbox"/> NIVELES RECOMENDADOS EN CARTELES Y ANUNCIOS LUMINOSOS.....	Pag. 9	Octu. 2.004
<input type="checkbox"/> NIVELES RECOMENDADOS PARA LA ILUMINACION DE FACHADAS Y MONUMENTOS.....	Pag. 12	Junio 2.003
<input type="checkbox"/> GUIA PARA EL ALUMBRADO DE AREAS DE TRABAJO EXTERIORES.....	Pag. 15	Octu. 2.000
<input type="checkbox"/> ALUMBRADOS Y NOTAS DE INTERÉS ( <b>estaciones de servicio, zonas comerciales, fachadas edificios privados</b> ) .....	Pag. 35	Octu. 2.003
<input type="checkbox"/> ILUMINACIÓN DE INSTALACIONES DEPORTIVAS. Consultar Norma UNE-EN 12193 (35 páginas, Noviembre 2.000, AENOR 43749:2000).		



## **RECOMENDACIONES GENERALES PARA INSTALACIONES DE ALUMBRADO DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL USO RACIONAL DE LA ENERGÍA Y DE 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 o semicurvo. No inclinar las luminarias más de 10° para vidrios planos ó 5° para el resto.
- Usar luminarias certificadas por el IAC con un porcentaje de emisión al hemisferio superior instalado inferior al 2% (máximo del 5%) respecto al flujo total saliente de la luminaria.
- Usar proyectores para alumbrado de superficies horizontales de forma que la intensidad máxima de luz en o sobre el horizonte no supere las 10 cd/Klúmen ó 2500 cd a partir de los 10° bajo el horizonte hacia arriba (a partir de gamma 80°).
- Procurar usar proyectores asimétricos, con asimetrías adecuadas, sin inclinación (Máximo 10°) o simétricos con rejillas antideslumbrantes o deflectores.
- Evitar apuntamientos (dirección de la intensidad máxima) de proyectores con ángulos superiores a 70°. (Ello evita deslumbramiento a usuarios y vecinos).

### **2) Evitar los excesos de iluminación y luminancia y de forma que su distribución fotométrica se adapte eficazmente a nuestra instalación.**

- Seguir las 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 estas recomendaciones como valores objetivo a conseguir.
- Estudiar la reducción de los niveles de iluminación o incluso el apagado de la instalación a partir de ciertas horas de la noche 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.).



- 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.
- 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.

### **3) Procurar el uso de lámparas de vapor de sodio.**

- 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 y duración de las lámparas.
- Estudios hasta el año 2.002 indican que las lámparas con radiaciones ultravioleta (mercurio alta presión) atraen hasta tres veces más insectos que las de vapor de sodio, produciendo reducciones en la biodiversidad de los entornos naturales situados a menos de 1km de distancia.
- Igualmente, existe una clara relación entre la reducción de melatonina en el cuerpo humano cuando es expuesto durante la noche a lámparas con radiación ultravioleta (su carencia durante la noche se asocia a la aparición de enfermedades como el cáncer cuando se está expuesto varias horas por la noche y de forma rutinaria). La luz ultravioleta (446-484nm) es la encargada de regular el ciclo circadiano de los seres vivos en la Tierra.



## RECOMENDACIONES PARA LA LIMITACION 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"

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:

PARAMETRO LUMINOTECNICO	CONDICION DE APLICACION	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 puede 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.

**E2: Areas de bajo brillo:** Zonas fuera del perímetro urbano, zonas urbanas rurales.

**E3: Areas de brillo medio:** Zonas urbanas residenciales.

**E4: Areas 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  $TI \leq 15\%$ .



## ALUMBRADO DE ZONAS PEATONALES

La siguiente tabla a sido confeccionada partiendo de la publicación CIE-115-1995 “Recomendaciones para el alumbrado de calzadas de tráfico motorizado y peatonal”.

También se ha introducido parte de la publicación CIE-92-1992 “Guía para la iluminación de zonas urbanas” para simplificar la labor del diseñador.

	$E_H$ media	$E_H$ min	$E_{sc}$ min
P1	20-25	7.5-10	7.5-10
P2	10-15	4-5	4-5
P3	7.5-8	1.5-2	3
P4	5	1-2	1-2

NOTA: El diseñador debe tener en cuenta las peculiaridades de la instalación a efectos de elegir la clase de alumbrado adecuada así como prever sistemas de reducción de consumo en aquellos casos que cambie el uso o necesidades del alumbrado a una clase inferior temporalmente durante la noche.

De acuerdo con la recomendación CIE-92 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	$LA^{0.25}$
Hasta 4.5 m.	6000
Entre 4.5 y 6 m.	8000
Más de 6 m.	10000

### NOMENCLATURA:

$E_H$  media: Iluminancia media horizontal a nivel del suelo.

$E_H$  min: Iluminancia mínima horizontal a nivel del suelo.

$E_{sc}$  min: Iluminancia local mínima semicilíndrica a una altura de 1.5 metros sobre el nivel del suelo.

$LA^{0.25}$ : Valor del brillo para alturas de soporte inferior a 7 metros.

L: Luminancia media de la luminaria ( $cd/m^2$ ) en la dirección  $\gamma$  entre  $85^\circ$  y  $90^\circ$

A: Área de la superficie emisora de luz de la luminaria ( $m^2$ ) en  $\gamma 90^\circ$  (suministrado por el fabricante).

P1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzadas de alto prestigio</li> <li>Centros municipales o urbanos con tráfico motorizado</li> <li>Calles comerciales con tráfico motorizado</li> </ul>
P2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso nocturno intenso por peatones o ciclistas</li> <li>Centros municipales o urbanos totalmente peatonales</li> <li>Calles comerciales totalmente peatonales</li> <li>Centro de pueblos con tráfico motorizado</li> </ul>
P3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso nocturno moderado por peatones o ciclistas</li> <li>Centro de pueblos totalmente peatonales</li> <li>Zonas residenciales de alta utilización (zona de reunión, parques infantiles, etc.) <math>E_H \min \geq 4</math> lux</li> </ul>
P4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso nocturno menor por ciclistas o peatones únicamente asociados con propiedades adyacentes</li> <li>Zonas residenciales de media utilización</li> <li>Calles residenciales con predominio de uso peatonal</li> <li>Zonas industriales con predominio del uso peatonal</li> </ul>

Las clases P5, P6 y P7 no se incluyen en este documento y corresponden a instalaciones donde el riesgo de delito no es significativo.



**RECOMENDACIONES PARA LA ILUMINACION DE CARRETERAS**  
**RECOMENDACIONES CIE N°115-1995 Y MINISTERIO DE FOMENTO (M.F.) 1999**

<b>CLASES DE ALUMBRADO PARA VÍAS DE TRAFICO RODADO</b>		
	<i>Tipos de vías</i>	<i>Clases de Alumbrado</i>
Situaciones de proyecto. Según M.F.1999  <b>A1</b> (IMD Según M.F.)	<b>- Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías).</b> - Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera (Nota 1): - Alta (IMD > 25000)..... - Media (IMD entre 15000 y 25000) ..... - Baja (IMD < 15000).....	<b>ME1</b> <b>ME2</b> <b>ME3</b>
	<b>- Carreteras de calzadas única de doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas).</b> - Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera (según M.F.99): - Alta (IMD > 15000)..... - Media y Baja(IMD < 15000).....	<b>ME1</b> <b>ME2</b>
	- Control de tráfico (Nota 2) y separación (Nota 3) de diferentes tipos de usuarios (Nota 4) (según CIE-115): - Pobre ..... - Bueno .....	<b>ME1</b> <b>ME2</b>
	<b>- Vías urbanas de tráfico importante, principales arterias urbanas, carreteras radiales y de distribución a distritos.</b> - Control de tráfico (Nota 2) y separación (Nota 3) de diferentes tipos de usuarios (Nota 4) (según CIE-115): - Pobre ..... - Bueno .....	<b>ME2</b> <b>ME3</b>
	<b>- Carreteras secundarias distribuidores locales, vías principales de acceso a zonas residenciales y vías residenciales (y rurales).</b> - Control de tráfico (Nota 2) y separación (Nota 3) de diferentes tipos de usuarios (Nota 4) (según CIE-115): - Pobre ..... - Bueno .....	<b>ME4</b> <b>ME5</b>

<b>CLASES DE ALUMBRADO SERIE ME</b>					
Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas.			Deslumbramiento Perturbador.	Iluminación de Alrededores
	Luminancia Media <i>L<sub>m</sub></i> (Cd/m <sup>2</sup> )	Uniformidad Global <i>U<sub>g</sub></i>	Uniformidad longitud. <i>U<sub>l</sub></i>	Incremento Umbral <i>TI</i> (%) **	Relación Entorno <i>SR</i> ***
<b>ME1</b>	<b>2.00</b>	<b>0.40</b>	<b>0.70</b>	<b>10</b>	<b>0.50</b>
<b>ME2</b>	<b>1.50</b>	<b>0.40</b>	<b>0.70</b>	<b>10</b>	<b>0.50</b>
<b>ME3</b>	<b>1.00</b>	<b>0.40</b>	<b>0.50</b> (0.7 M.F.)	<b>10</b>	<b>0.50</b>
<b>ME4</b>	<b>0.75</b>	<b>0.40</b>	<b>0.40</b>	<b>15</b>	<b>0.50</b>
<b>ME5</b>	<b>0.50</b>	<b>0.40</b>	<b>0.35</b>	<b>15</b>	<b>0.50</b>

\* Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio(deben considerarse como valores objetivo a conseguir) 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 depreciación no mayor de 0.8 dependiendo del tipo de luminaria y grado de contaminación del aire (ver tabla depreciación).

\*\* Cuando se utilice fuentes de baja luminancia ( lámparas fluorescentes y de vapor de sodio de baja presión ), puede permitirse un incremento de 5% del incremento del umbral (TI)(Según M.F. 99).

\*\*\* S.R.: Es la relación entre la iluminancia media en una franja de 5 m. de ancho en el perímetro exterior de la carretera y la iluminancia media de la franja en el borde la carretera con una anchura de 5 m. o la mitad del ancho total de la misma (elegir la menor). La relación entorno SR debe aplicarse a aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas adyacentes a la calzada con sus propios requerimientos.Según CIE-115 no es aplicable a ME4 y ME5.



**NOTA 1:** La complejidad del trazado de carreteras se refiere a la infraestructura, movimiento de tráfico y alrededores visuales.

Los factores que deben considerarse son:

- Número de carriles, pendientes.
- Señales e indicadores

Rampas de entrada y salida, vías de incorporación, rotondas, etc., cuya presencia debe ser considerada como alumbrado para áreas conflictivas.

**NOTA 2:** Control de tráfico se refiere a la presencia de indicadores y señales y a la existencia de regulaciones.

Los métodos de control son:

- Semáforos, reglas prioritarias, regulación y señales prioritarias, señales de tráfico, señales de dirección y marcas en la calzada. Cuando están ausentes o no hay control de tráfico, es considerado pobre o viceversa.

**NOTA 3:** Separación puede ser por medio de líneas trazadas para tal fin por restricción de uno de los tipos de tráfico. Puede considerarse el menor grado de iluminación como adecuado cuando exista separación.

**NOTA 4:** Los diferentes tipos de usuarios de carreteras son, por ejemplo, vehículos de turismo, camiones, vehículos lentos, autobuses, bicicletas, y peatones.

### Variación temporal de la clase de alumbrado conforme a la densidad de tráfico.

Cuando varía la Clase de alumbrado de una carretera para adaptarse a los cambios de densidad de tráfico durante la noche para conservación de la energía (por ejemplo, la Clase de alumbrado es reducida después de la medianoche), los cambios deben ser tales que satisfagan todos los requisitos de la Clase de alumbrado mayor o menor apropiada (es decir, si la luminancia media de la superficie de la carretera se reduce a la de una Clase inferior, se satisfarán los criterios de uniformidad y de deslumbramiento de esa Clase).

### Requisitos de alumbrado para áreas donde no es aplicable el criterio de luminancia.

CLASE DE ALUMBRADO	ILUMINACIA HORIZONTAL	
	$\bar{I}_x$ (lx) sobre toda la superficie utilizada. Media mantenida.	$U_0(E)$ . Uniformidad media (mínima).
C0	50	0.40
C1	30	0.40
C2	20	0.40
C3	15	0.40
C4	10	0.40
C5	7.5	0.40

AREA A ILUMINAR	CLASE ALUMBRADO EN ILUMINANCIA.
Pasos inferiores	C(N) =M(N)
Confluencias, desvíos, rampas, áreas con badenes, áreas con anchura de carril restringida.	C(N) =M(N-1)
Pasos a nivel simples	C(N) =M(N)
Pasos a nivel complejos	C(N) =M(N-1)
Rotondas sin señales complejas o grandes	C1
Rotondas sin señales complejidad media	C2
Rotondas sin señales simple o pequeña	C3
Areas de atasco compleja o grande	C1
Areas de atasco complejidad media	C3
Areas de atasco simple o pequeña	C5





## FACTORES DE DEPRECIACION DE LA LUMINARIA

Publicación CIE 92 – 1992 "Guía para iluminación de áreas urbanas"

INTERVALOS DE LIMPIEZA (meses)	GRADO DE PROTECCION DEL ALOJAMIENTO DE LA LÁMPARA					
	IP 23 MÍNIMO			IP 54 MÍNIMO		
	GRADO DE CONTAMINACION					
	ALTO (1)	MEDIO (2)	BAJO (3)	ALTO (1)	MEDIO (2)	BAJO (3)
6	0.61	0.69	0.96	0.91	0.92	0.96
12	0.53	0.62	0.94	0.86	0.88	0.94
18	0.48	0.58	0.92	0.83	0.85	0.92
24	0.45	0.56	0.91	0.81	0.83	0.91
36	0.42	0.53	0.90	0.79	0.82	0.90

- (1) La contaminación alta se produce en el centro de grandes áreas urbanas y en zonas altamente industrializadas.
- (2) La contaminación media se produce en zonas semi-urbanas, residenciales y poco industrializadas.
- (3) La contaminación baja se produce en zonas rurales.



## NIVELES RECOMENDADOS PARA LA ILUMINACION DE CARTELES Y ANUNCIOS LUMINOSOS

Publicación CIE 92 – 1992 "Guía para iluminación de áreas urbanas"

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).

<b>BRILLO MAXIMO EN SUPERFICIES LUMINOSAS</b>	
<b>Superficie luminosa en m<sup>2</sup></b>	<b>Máxima luminancia candela/m<sup>2</sup></b>
Menor de 0.5 m <sup>2</sup>	1000
2 m <sup>2</sup>	800
10 m <sup>2</sup>	600
Mayor de 10 m <sup>2</sup>	400

Publicación CIE 150 – 2003 "Guía para la limitación de los efectos de la luz intrusa producida por las instalaciones de alumbrado exterior"

Los máximos valores permisibles recomendados de brillo (cd/m<sup>2</sup>) en carteles y anuncios luminosos se indican en la siguiente tabla **atendiendo a una zonificación del territorio**:

PARAMETRO LUMINOTECNICO	CONDICION DE APLICACION	E1	E2	E3	E4
luminancia o brillo de la superficie del letrero luminoso (L <sub>s</sub> ) en candelas por metro cuadrado (cd/m <sup>2</sup> )	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.	<b>50</b> cd/m <sup>2</sup>	<b>400</b> cd/m <sup>2</sup>	800 cd/m <sup>2</sup>	1000 cd/m <sup>2</sup>

\*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 debe ubicarse cerca de ventanas de edificios habitados.

- E1: Zonas oscuras:** Parques nacionales, áreas de singular belleza natural.
- E2: Areas de bajo brillo:** Zonas fuera del perímetro urbano, zonas urbanas rurales.
- E3: Areas de brillo medio:** Zonas urbanas residenciales.
- E4: Areas 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 50-400 cd/m<sup>2</sup>:

<b>ILUMINACIÓN MÁXIMA EN SUPERFICIES ILUMINADAS</b>		
<b>ENTORNO DE UBICACIÓN</b>		
<b>Tipo de superficie</b>	<b>Zona oscura</b>	<b>Zona brillante</b>
	<b>E1 - E2</b>	<b>E1 - E2</b>
Superficie clara	<b>50 lux - 400 lux</b>	150 lux - 1200 lux
Superficie oscura	150 lux - 1200 lux	450 lux - 3600 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).
- 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. **Se procurará que la luz vaya 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 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 alta sensibilidad (ZAS) y E2 el resto.**
- 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/m<sup>2</sup>) y E2 (400cd/m<sup>2</sup>).



## CAJAS DE LUZ – Máximo 300w/m<sup>2</sup>

CAJAS DE LUZ	VATIOS DE TUBOS FLUORESCENTES		MÁXIMO 300 w/m <sup>2</sup>
MATERIAL	DENSIDAD DE POTENCIA MÁXIMA POR m <sup>2</sup> DE SUPERFICIE DE LETRERO PARA 400 cd/m <sup>2</sup>	DENSIDAD DE POTENCIA MÁXIMA POR m <sup>2</sup> DE SUPERFICIE DE LETRERO PARA 50 cd/m <sup>2</sup>	FACTOR DE INCREMENTO DE LOS w/m <sup>2</sup>
METACRILATO OPALINO 6mm	96 w/m <sup>2</sup>	12 w/m <sup>2</sup>	
METACRILATO OPALINO 4mm	80 w/m <sup>2</sup>	10 w/m <sup>2</sup>	
METACRILATO OPALINO 3mm, COLADO	80 w/m <sup>2</sup>	10 w/m <sup>2</sup>	
METACRILATO OPALINO 4mm, PINTADO ROJO	300 w/m <sup>2</sup>	200 w/m <sup>2</sup>	
METACRILATO OPALINO 4mm, PINTADO AMARILLO	120 w/m <sup>2</sup>	15 w/m <sup>2</sup>	
METACRILATO OPALINO 4mm, PINTADO AZUL	300 w/m <sup>2</sup>	300 w/m <sup>2</sup>	
POLICARBONATO OPALINO 10mm, 2 CAPAS SANDWICH,	200 w/m <sup>2</sup>	25 w/m <sup>2</sup>	
METACRILATO OPALINO 3mm, TRANSPARENTE	36 w/m <sup>2</sup>	7 w/m <sup>2</sup>	
LONA - SUSTRATO FLEXIBLE - BLANCA	120 w/m <sup>2</sup>	15 w/m <sup>2</sup>	
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	< 300 w/m <sup>2</sup>	-	x 30
<b>EQUIVALENCIAS</b>			
VATIOS DE FLUORESCENTES =	1,3 x VATIOS DE NEON		
VATIOS DE FLUORESCENTES =	4 x VATIOS DE LEDS		

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.

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



## NIVELES RECOMENDADOS PARA LA ILUMINACION 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 <sup>2</sup>
Zonas o entornos medianamente iluminados (ciudades pequeñas, suburbios de grandes áreas urbanas)	6 cd/m <sup>2</sup>
Zonas o entornos brillantes (zonas recreativas y comerciales en centros urbanos)	12 cd/m <sup>2</sup>

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 lamparas 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"

Los máximos valores permisibles recomendados de brillo (cd/m<sup>2</sup>) en la iluminación de fachadas de edificios o monumentos se indican en la siguiente tabla **atendiendo a una zonificación del territorio:**

PARAMETRO LUMINOTECNICO	CONDICION DE APLICACION	E1	E2	E3	E4
luminancia o brillo de la superficie de los edificios o monumentos iluminados (Ls) en candelas por metro cuadrado (cd/m <sup>2</sup> )	Obtenido como múltiplo de la iluminación media y del factor de reflexión.	5 cd/m <sup>2</sup>	5 cd/m <sup>2</sup>	10 cd/m <sup>2</sup>	25 cd/m <sup>2</sup>

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

**E1: Zonas oscuras:** Parques nacionales, áreas de singular belleza natural.

**E2: Areas de bajo brillo:** Zonas fuera del perímetro urbano, zonas urbanas rurales.

**E3: Areas de brillo medio:** Zonas urbanas residenciales.

**E4: Areas 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 y art. 6 R.D. 243/92).
- 2) 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).
- 3) 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. Se procurará que la luz vaya dirigida de arriba hacia abajo (art. 12 R.D. 243/92).
- 4) Los niveles de luminancia o iluminancia elegidos deben estar razonablemente dentro de los niveles recomendados (art. 6 R.D. 243/92).  
Los valores en iluminación que actualmente se vienen usando en el ámbito de la Ley son los siguientes:
  - Piedra negra o superficies oscuras: 160- 200 lux
  - Colores medios, verde vegetal, piedra chasnera: 80 – 120 lux
  - Blanco, colores claros, tosca blanca: 40 – 60 lux.Los detalles en fachada (reducido tamaño en relación con la fachada) pueden utilizar hasta el doble del nivel indicado en cada caso según su color.



Tabla 2: Valores de iluminancia recomendados.

Todos los valores deben ser aumentados hasta en un 30% si el sujeto está distante. La iluminancia de diseño debe tener en cuenta el grado de mantenimiento esperado en servicio.

Materiales de superficie iluminada	Iluminancia recomendada (lux)			Factores de corrección				
	Brillo de los alrededores			Corrección para tipo de lámpara		Corrección para estado de superficie		
	Amortiguado	Medio	Elevado	Halogenuros metálicos	Sodio A.P y B.P	Muy limpia	Sucia	Muy sucia
Piedra clara, mármol blanco	20	30	60	1	0,9	3	5	10
Piedra media, cemento Mármol coloreado claro	40	60	120	1,1	1	2,5	5	8
Piedra oscura, granito gris Mármol oscuro	100	150	300	1	1,1	2	3	5
Ladrillo amarillo claro	35	50	100	1,2	0,9	2,5	5	8
Ladrillo marrón claro	40	60	120	1,2	0,9	2	4	7
Ladrillo marrón oscuro Granito rosa	55	80	160	1,3	1	2	4	6
Ladrillo rojo	120	150	300	1,3	1	2	3	5
Ladrillo oscuro	120	180	360	1,3	1,2	1,5	2	3
Hormigón arquitectónico	60	100	200	1,3	1,2	1,5	2	3
Aluminio natural	200	300	600	1,2	1	1,5	2	2,5
Acabado termolacado Muy coloreado (10%)	120	180	360	-	-	1,5	2	2,5
Rojo-marrón-amarillo	-	-	-	1,2	1	-	-	-
Azul-verdoso	-	-	-	1	1,2	-	-	-
Colores medios (30% a 40%)	40	60	120	-	-	2	4	7
Rojo-marrón amarillo	-	-	-	1,2	1	-	-	-
Azul-verdoso	-	-	-	1	1,2	-	-	-
Colores pastel (60% a 70%)	20	30	60	-	-	3	5	10
Rojo-marrón-amarillo	-	-	-	1,1	1	-	-	-
Azul-verdoso	-	-	-	1	1,1	-	-	-



## GUÍA PARA EL ALUMBRADO DE AREAS DE TRABAJO EXTERIORES.

Publicación CIE 68 - 1986

- Areas industriales de almacenamiento y parking.
- Alumbrado de áreas de la industria petroquímica y otras áreas peligrosas.  
(Nota: Surtidores en gasolineras 100 lux de media.)
- Alumbrado de obras de edificación.
- Alumbrado de trabajos de electricidad, agua, aguas residuales.
- Alumbrado de puertos, muelles y esclusas.

NOTA: Debe tenerse en cuenta los cambios de uso o necesidades del alumbrado para adaptar la instalación a los niveles mínimos adecuados durante la noche.

### **GASOLINERAS Y ESTACIONES DE SERVICIO:**

Ver apartado de **ALUMBRADOS Y NOTAS DE INTERÉS** en este cuaderno, página 34.





## **5. ALUMBRADO DE ÁREAS INDUSTRIALES, DE ALMACENAMIENTO Y PARKING O APARCAMIENTO**

### **5.1. Introducción**

En este capítulo de la Guía se hace referencia a las siguientes cuestiones:

5.1.1. **Áreas industriales**: todas aquellas áreas, en las que el proceso industrial se lleva a cabo en el exterior.

5.1.2. **Áreas de almacenamiento**: todas aquellas áreas, en las que son almacenadas las materias primas, productos acabados, recipientes o mercancías embaladas. Se incluyen áreas usadas durante un largo tiempo de almacenamiento de vehículos tales como automóviles, camiones y caravanas.

5.1.3. **Áreas de parking**: todas aquellas áreas, en las que los vehículos, camiones y coches están aparcados durante un corto tiempo de aparcamiento, cuando se requiere un acceso fácil a los vehículos.

Temas relacionados son tratados en otros capítulos de la parte B como se enumeran más abajo:

Área de iluminación de la industria petroquímica y otras áreas peligrosas: capítulo 6

Iluminación de trabajos de electricidad, agua y aguas residuales: capítulo 7

Iluminación de puertos, muelles y vallados: capítulo 9

### **5.2. Requisitos de iluminación general**

#### **5.2.1. Función del alumbrado**

En general la función de los sistemas de alumbrado en todas las categorías mencionadas anteriormente es proporcionar la iluminación suficiente y adecuada al trabajo, el movimiento seguro de vehículos y peatones y la seguridad de las mercancías e inmuebles.

En particular la función de la iluminación es hacer posible:

**en áreas industriales**: el uso de herramientas, maquinaria e instrumentos para montaje, construcción y acabado de los productos.

Ejemplos típicos son la prefabricación de secciones de puentes y edificios, el corte y pulimentado de piedra, la soldadura y corte con soplete, mantenimiento del equipo de producción, lectura de los medidores y válvulas en proceso químico.

**en áreas de almacenamiento**: identificación de mercancías, manipulación precisa de los recipientes, mercancías materiales y lectura de etiquetas.

**en áreas de parking**: orientación general, encontrar entradas y salidas, situación e identificación de vehículos particulares y percepción de obstáculos.

Se deben tomar medidas para asegurar que la iluminación no origina ningún peligro debido al deslumbramiento, sombras profundas o confusión con lámparas de señalización. La instalación de alumbrado debe ser llevada a cabo de tal modo que no haya riesgo explosión o accidente eléctrico. Las columnas y torres no deben suponer impedimentos para el trabajo o movimiento.

#### **5.2.2. Valores de iluminancia y uniformidad recomendados**

La tabla B.5.1. ofrece un resumen de los valores recomendados para diferentes trabajos visuales.



Los valores de iluminación dados son iluminancias horizontales medias mantenidas.

### **5.3. Equipamiento de alumbrado**

Para la información general sobre el equipamiento de alumbrado véase: esta guía, parte A: Principios Generales.

En general no hay requisitos especiales para el equipo de alumbrado en los campos de aplicación antes mencionados, excepto en los que hay una atmósfera corrosiva o explosiva.

En las áreas de parking no se recomienda el uso de lámparas de sodio de presión baja, debido a que la luz monocromática hace difícil reconocer el color de los coches.

Para el alumbrado local portátil, se recomienda el uso de lámparas de baja tensión (<55 v). Debido a la naturaleza basta del trabajo industrial el equipamiento de alumbrado local portátil debe ser protegido contra el impacto mecánico y el mal uso.

### **5.4. Diseño del alumbrado**

#### **5.4.1. Observaciones generales**

Debe consultarse la parte A de esta Guía para las líneas generales en el diseño de las instalaciones de alumbrado. En ella se da información sobre la elección de lámparas, luminarias y sistemas montaje para satisfacer los requisitos mencionados en 5.2.2.

Además para el campo de aplicación tratado este documento deben considerarse los siguientes aspectos:  
-el uso del alumbrado local puede ser un modo económico de conseguir la iluminación recomendada necesaria en áreas pequeñas.



Tabla B.5.1: áreas industriales, de almacenamiento y parking; valores recomendados para la uniformidad y la iluminación.

Categoría	Ejemplos	Iluminancia horizontal media mantenida $E_{med}$ (lux)	Uniformidad $E_{min}/E_{med}$
<u>Trabajo *</u>			
<u>Muy basto</u>	Manipulación de grandes objetos y materias primas (corta duración). Carga y descarga de materiales a granel.	20	0.25
<u>Basto</u>	Manipulación de grandes objetos y materias primas (continuamente). Apilamiento de cargas, puestos de control en áreas de parking	50	0.25
<u>Normal</u>	Trabajo corriente con herramientas, Lectura de etiquetas	100	0.40
<u>Fino</u>	Pintura, trabajo eléctrico. Todos los trabajos con herramientas de potencia. Montaje de tuberías, inspección	200	0.50
<u>Movimientos de peatones</u>	Sólo movimiento de gente	5**	0.15
<u>Vehículos de movimiento lento</u>	Movimiento de carretillas elevadoras. Alquiler de coches, Evitar obstáculos en áreas de parking	10	0.25
<u>Tráfico normal</u>	Tráfico normal (hasta 40 km/h). Principales arterias en áreas de parking.	20	0.40
<u>A. Seguridad</u>			
<u>B. Áreas de bajo riesgo</u>	El nivel de riesgo es determinado considerando la probabilidad de accidentes y la consecuencia de pérdidas o daños en el equipamiento, instalación o comunidad	5**	0.15
<u>C. Áreas de riesgo medio</u>		20	0.25
<u>D. Áreas de alto riesgo</u>		50	0.40

\* Si la tarea visual está en un plano distinto del horizontal, entonces deben aplicarse los valores indicados

\*\* Si se satisfacen estos requisitos para iluminancia horizontal, en general la iluminancia vertical es satisfactoria.

Se recomienda un sistema de conmutación para obtener iluminación reducida fuera de las horas de trabajo. La menor iluminancia no debe ir en detrimento de la seguridad. (véase: capítulo 11).

Si esto puede efectuarse apagando un cierto número de lámparas, debe tenerse cuidado para evitar manchas oscuras que podrían afectar adversamente a la seguridad.

- la instalación debe ser tal, que el fallo de una sola lámpara no interfiera con el trabajo o la seguridad en áreas críticas.

- el uso de alturas de montaje elevadas tiene muchas ventajas; las luminarias producen mejor uniformidad, son menos deslumbrantes y causan menos confusión con las señales luminosas. Para áreas en las que se manipulan productos inflamables se evita la necesidad de tener que utilizar luminarias antideflagrantes o de seguridad aumentada.

Además las luminarias permanecen más limpias y no requieren que la limpieza se lleve a cabo tan a menudo.



## **6. ALUMBRADO DE ÁREAS DE LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA Y OTRAS ÁREAS PELIGROSAS**

### **6.1. Introducción**

El propósito de este capítulo es proporcionar una serie de líneas a seguir para satisfacer los requisitos visuales y de seguridad relacionados con el alumbrado de áreas de la industria petroquímica y de otras áreas peligrosas.

### **6.2. Requisitos del alumbrado general**

#### **6.2.1. Función del alumbrado**

Las instalaciones petroquímicas implican medios para la recepción, almacenamiento, tratamiento, refinado y transporte de petróleo o combustibles similares u otros materiales gaseosos, líquidos o sólidos.

Las tareas visuales se reducen a operaciones muy básicas tales como hacer girar una válvula, poner en marcha una bomba, o tan sólo caminar o conducir a través de las distintas áreas. Debe preverse alumbrado local suplementario donde hayan de realizarse trabajos visuales críticos.

En las instalaciones de tratamiento moderno en continuo, el trabajo del mantenimiento es planificado durante fases de descanso a lo largo del día. Cuando se requiere que el mantenimiento se haga durante la noche, debe emplearse alumbrado portátil.

Generalmente, las refinerías modernas tienen sistemas de control automático sofisticados que eliminan o simplifican las tareas visuales. En consecuencia, muchas áreas requieren iluminación sólo para el movimiento seguro del personal, mientras que áreas que se utilizan durante el día no requieren iluminación, excepto posiblemente por razones de emergencia y seguridad.

#### **6.2.2. Valores de iluminancia y uniformidad recomendados**

La tabla B.6.1. ofrece una perspectiva de los valores recomendados para áreas, maquinaria y equipamiento diferentes, y tareas de trabajo en industrias petroquímicas.

Las recomendaciones de esta tabla han sido establecidas sobre la base de los requisitos de cantidad y calidad corrientemente experimentados para alumbrado exterior de refinerías.

Cuando las tareas visuales particulares requieran un alumbrado local suplementario, puede ser aceptable una uniformidad menor en el área circundante que la dada en la tabla 6.1.

La iluminancia horizontal es la consideración principal, pero a veces es necesario considerar la iluminancia de superficies verticales (por ejemplo estanterías de almacenamiento vertical, instrumentos de medición, lectura de manómetros y medidores, etc).



Tarea visual		Iluminancia horizontal media mantenida $E_{med}$ (lux)	Uniformidad $E_{min}/E_{med}$
Categoría	Ejemplo típico		
<b>AREAS</b>			
<u>Áreas de trabajo</u>	Campos de depósitos,	10	0.15
	Áreas de proceso general,	10	0.25
	Torres de enfriamiento y área de bombas de agua,	50	0.40
	Área de caldera y compresor de aire	50	0.40
	Área de carga general,	50	0.40
	● Puntos de carga y descarga de combustible.	100	--
<u>Carreteras de instalación o planta</u>	Lotes de parking,	5	0.15
	Vehículos de movimiento lento,	10	0.25
	Tráfico normal.	20	0.40
<u>Áreas de almacenamiento</u>	Sin obstáculos,	10	0.15
	Con obstáculos; áreas de alto riesgo.	50	0.40
<u>Sub-estación eléctrica</u>	Estaciones de conmutación exterior y subestaciones generales,	20	0.40
	Parrillas de conmutación,	50*	
	Pasillos operativos de subestación.	100	0.40
<u>Instalaciones de muelle de depósitos</u>	Áreas generales,	10	0.25
	Manipulación de mangueras, punto de múltiple y carga	50	0.25



### **6.3. Equipos de alumbrado y material eléctrico para áreas peligrosas**

#### **6.3.1. Consideraciones específicas**

Para información general sobre equipos de alumbrado véase: esta guía, parte A: Principios Generales. A continuación se tienen en cuenta algunos problemas asociados con atmósferas peligrosas y corrosivas.

##### **6.3.1.1. Atmósferas peligrosas**

En las industrias petroquímicas algunas áreas de una instalación pueden estar expuestas a la liberación de gases, vapores o polvo inflamables a la atmósfera.

Por ello, es necesario seguir las recomendaciones y normativas locales en vigor para el equipo de alumbrado y eléctrico que ha de ser usado en tales situaciones peligrosas.

Normalmente, deben usarse luminarias antideflagrantes en tales áreas, mientras que para áreas menos peligrosas son también adecuadas luminarias del tipo cerrado, con juntas y del tipo resistente a ignición de polvo y estancas. El peligro de explosión debido a chispas producidas por conmutadores electro-mecánicos, relés, etc., usados en conexión con sistemas de alumbrado puede ser superado mediante el uso de dispositivos de conmutación electrónicos de estado sólido, tales como transistores y tiristores.

##### **6.3.1.2. Atmósferas corrosivas**

Una variedad de sustancias químicas corrosivas están normalmente presentes en las instalaciones petroquímicas. El método normal de protección contra éstas es el uso de materiales que resistan el ataque: preparaciones superficiales especiales tales como revestimientos de poli(cloruro de vinilo) y acabados a base de resina epoxídica. Además de las condiciones corrosivas relacionadas con el proceso y cualesquiera plantas adjuntas, deben considerarse la acción de elementos tales como niebla, humedad elevada y aire marino cargado cuando se seleccionen los sistemas de protección adecuados para luminarias y su montaje y equipo de suspensión.

#### **6.3.2. Lámparas**

Para el alumbrado general deben usarse lámparas de descarga de alta intensidad (HID). Para áreas de baja ocupación en las que no se requiere identificación cromática, son adecuadas las lámparas de sodio de baja presión debido a su eficacia luminosa muy elevada. Cuando la discriminación cromática es importante, deben usarse lámparas de halogenuros metálicos o lámparas fluorescente tubulares. En casos en los que es aceptable el rendimiento cromático medio, deben usarse lámparas de mercurio de alta presión o lámparas de sodio de alta presión, siendo preferible la última desde el punto de vista de economía y conservación de energía.

#### **6.3.3. Sistemas de montaje**

Es aconsejable montar las luminarias tan altas como sea posible debido a que la atmósfera está más limpia, lo cual reduce:

1. el riesgo de explosión y
2. en caso de explosión, sus efectos

Además la menor velocidad de depósito de polvo y de corrosión da como resultado un mantenimiento significativamente menor.

Cuando sea posible, las estructuras existentes pueden ser usadas como sistemas de montaje. Puede obtenerse información adicional a partir de la parte A de esta Guía.

### **6.4. Diseño del alumbrado**

Las unidades de tratamiento exterior, áreas de almacenamiento, puntos de carga y descarga y otras áreas pueden ser iluminadas efectivamente mediante proyectores de alta potencia. Para áreas con sombras y otras áreas pequeñas no iluminadas adecuadamente por el sistema de alumbrado principal pueden usarse luminarias locales de menor potencia. Con iluminación por proyectores, debe tenerse cuidado para evitar el deslumbramiento dentro y fuera de las áreas de la actividad. Los proyectores asimétricos han probado ser muy útiles para controlar el deslumbramiento.



Las luminarias montadas en plataformas superiores, en columnas o partes superiores de estructuras están equipadas normalmente con sistemas ópticos que concentran la luz en direcciones descendentes. Las luminarias montadas en plataformas intermedias emiten normalmente luz en la mayor parte de las direcciones a fin de iluminar estructuras adyacentes y suavizar sombras fuertes con la luz reflejada desde ellas.

Las propiedades de rendimiento cromático elevado son a veces requeridas en áreas exteriores de la refinería, excepto para áreas que contienen materiales peligrosos identificados por señales o etiquetas de colores.

Para cálculos de diseño básico y otra información en el diseño de alumbrado de áreas consúltese la parte A de esta Guía.

#### 6.5. Mantenimiento

Teniendo en cuenta la velocidad típica de corrosión y depósito de suciedad en una atmósfera exterior a la refinería, el factor de mantenimiento para la refinería no debe ser mayor de 0,6 (0,75 para alturas de montaje superiores a 20 m) desde un punto de vista económico.

El reemplazamiento por grupo de lámparas es generalmente un sistema de mantenimiento económico. Sin embargo, para áreas iluminadas por una sola lámpara, es necesario el reemplazamiento individual. Para más información general acerca de este asunto, consúltese la parte A de esta Guía.



## **7. ALUMBRADO DE OBRAS DE EDIFICACIÓN**

### **7.1. Introducción**

Los sistemas de alumbrado son una ayuda esencial para la prevención de accidentes en las industrias de la edificación e ingeniería civil. Los accidentes en las obras de edificación son muy comunes. Una buena iluminación puede contribuir a crear seguridad de varias maneras. Sirve para mejorar la seguridad del trabajo al tiempo que acelera y mejora simultáneamente el trabajo real de construcción. La productividad y la seguridad una vez más van de la mano. Además, las obras o solares de edificios iluminados desaniman a los ladrones y a los autores de actos vandálicos potenciales. Este capítulo tiene la finalidad de ayudar a todos los implicados en estos problemas.

#### **7.1.1. Disponibilidad de la luz natural**

La luminancia del cielo, y por tanto la cantidad de luz recibida desde el mismo, varía con la latitud, con la época del año y con la hora del día. La información sobre la disponibilidad de la luz natural es confeccionada a partir de las mediciones llevadas a cabo durante largos períodos en estaciones meteorológicas en distintas partes del mundo.

Para algunos países se ha estimado que en invierno debido a la insuficiente luz natural, se pierde aproximadamente el 60% del tiempo de trabajo.

#### **7.1.2. Seguridad contra accidentes**

La relación de incidencias de accidentes en la construcción es mayor que en la industria. No es posible decir qué proporción de accidentes se deben a una mala iluminación, pero la experiencia sugiere que es significativa. Es evidente que la buena iluminación reduce la relación de accidentes.

Los peligros que afectan a la seguridad en los solares u obras de edificación no sólo afectan a los trabajadores de las obras, sino también a peatones y tráfico, particularmente en ciudades. Por ello, la iluminación generalmente no debe limitarse al interior de las obras y así debe cubrir también el área que circunda a la obra. El alumbrado de pasos cubiertos que ofrecen protección a los peatones respecto a la caída de objetos es un ejemplo en este campo.

#### **7.1.3. Productividad**

La productividad está relacionada con la velocidad de producción y la calidad del trabajo producido; ambas están afectadas por el estándar de iluminación. Una buena iluminación aumenta la rapidez, el trabajo consistente, y reduce el número de fallos que subsiguientemente ha de ser rectificadas.

#### **7.1.4. Seguridad**

Las importantes pérdidas debidas a robos, vandalismo e incendio son comunes en las obras y solares de edificación y es menos probable que ocurran si se prevé un alumbrado de seguridad adecuado.

### **7.2. Requisitos de alumbrado**

#### **7.2.1. Alumbrado de obra**

El alumbrado de obra debe ser diseñado de tal manera que las personas puedan moverse de manera segura por cualquier zona de la obra y ver clara y rápidamente lo necesario para su trabajo. El alumbrado debe originar las menores inconveniencias posibles a los residentes locales, a los conductores que emplean carreteras adyacentes, y a otras personas ajenas a la obra. Las instalaciones de alumbrado de obra son temporales, y todo lo que se necesita usualmente es proporcionar la cantidad recomendada de luz eficientemente y desde direcciones preferidas, y limitar el deslumbramiento adecuadamente.

Las condiciones en una obra varían cuando el trabajo avanza. Estructuras, rutas de acceso, la situación de zonas peligrosas tales como agujeros sin vallar, y otras características cambian constantemente, y las instalaciones de alumbrado deben adaptarse para satisfacer todos los requisitos alterados de modo que no se interrumpa ninguna actividad por falta de luz. Después de cada modificación, debe comprobarse la iluminación en todas las partes de la obra, para estar seguro de que los valores cumplen con los valores recomendados. La instalación debe también comprobarse para un adecuado control del deslumbramiento.





### 7.2.2. Limpieza del solar

La demolición y la limpieza de la obra tiene lugar usualmente durante el día, pero pueden continuar después de anochecer si está justificado por la extensión y la urgencia del trabajo.

Se requerirá alumbrado temporal y debe preverse preferiblemente mediante proyectores montados en columnas transportables en remolques con su propio generador, evitando así la necesidad de arrastrar cables y de este modo se consigue que la luz sea redirigida rápidamente cuando cambian las posiciones de trabajo.

Las luminarias no deben ser montadas en un edificio que está siendo demolido, ni tampoco en los brazos de las grúas. Los faros de vehículos no pueden proporcionar iluminación adecuada para áreas que se están limpiando y nivelando y en las que se están moviendo grandes cantidades de tierra. Aquí deben usarse proyectores montados en posteletes.

Cuando las características geográficas lo permitan, tal como en un valle en el que se está construyendo una presa, pueden tenderse cables que soporten luminarias de alta potencia a lo largo del valle, etc., para proporcionar la iluminación.

### 7.2.3. Iluminación de seguridad

Durante las horas de oscuridad, la iluminación de seguridad disuade a los intrusos y permite a las patrullas de seguridad detectar su presencia y moverse por los alrededores con seguridad, reduciendo así el riesgo de pérdidas por atraco, vandalismo o fuego. Como los niños son atraídos naturalmente a las zonas de obras y son incapaces de apreciar los peligros, es particularmente importante disuadirlos de que entren a la obra.

Un sistema de alumbrado de seguridad diseñado a propósito debe incluir el alumbrado del perímetro (cuando sea aplicable), iluminación de áreas abiertas (particularmente de áreas en las que se almacenan los vehículos, plantas o materiales valiosos), iluminación de puntos de control en entradas, e iluminación de cualquier área con sombras.

Para información general sobre alumbrado de seguridad, véase capítulo 11.

### 7.2.4. Valores de iluminancia y uniformidad recomendados

La tabla B.7.1. da un resumen de los valores recomendados para diferentes tareas visuales.

En la mayoría de los casos el equipo de alumbrado para obras de edificación es de un diseño simple y robusto. Por otro lado, las fuentes de luminosas no pueden ser posicionadas siempre en los lugares más apropiados, sino muy a menudo montadas en remolques móviles o fijados en el andamiaje u otras partes estructurales del edificio en construcción. Los niveles de iluminancia requeridos para instalaciones permanentes no pueden ser conseguidos a veces sin producirse un deslumbramiento excesivo.

Por esta razón, se ha empleado el concepto de iluminancia media horizontal (E<sub>media</sub>) sobre el área de trabajo en la tabla B.7.1.

En cualquier caso, no debe permitirse que la iluminancia caiga por debajo de 1 lux en ningún área exterior de la obra. La iluminación de obra debe ser diseñada para proporcionar iluminación con poco deslumbramiento, o con ninguno. Sin embargo, debido a la naturaleza de las condiciones de trabajo la iluminación tendrá que satisfacer continuamente condiciones cambiantes.

Consiguientemente, es muy difícil indicar las medidas efectivas para limitación del deslumbramiento.

Es importante que la luz provenga al menos de dos direcciones diferentes a fin de evitar la creación de fuertes sombras y para proporcionar al menos una percepción visual mínima cuando la visión resulte perjudicada al mirar directamente hacia la luz. Esto es particularmente importante cuando se emplean cubos cargados en grúas. Una iluminancia media mantenida de 20 lux para áreas de trabajo general es usualmente suficiente para manejar las grúas.

Pueden usarse proyectores adicionales si se necesita más luz, pero estos no deben montarse en el brazo de la grúa. Hay dos razones para esto: en primer lugar, las manchas de luz móviles procedentes de los proyectores montados en la grúa pueden distraer la atención de los que trabajan en una estructura elevada y conducir a accidentes; en segundo lugar, el deslumbramiento debido a los proyectores puede hacer difícil que los trabajadores vean el gancho de la grúa cuando miran hacia arriba.



Tarea visual Operaciones realizadas y áreas que han de ser alumbradas	Iluminancia horizontal media mantenida $E_{med}$ (lux)	Uniformidad ( $E_{min} / E_{med}$ )
Movimiento de gente, máquinas y vehículos, aceras y calles de acceso	20	0.25
Áreas de carga y descarga, manipulación de materiales.	20	0.4
Trabajo basto general, limpieza de la obra, trabajo de excavación y de tierra	20	0.25
Reforzar, hormigonar, obturar construcción, colocación de ladrillos (excepto fachadas); trabajo en bloque; carpintería.	100	0.4
Erección y desmantelamiento de andamios Trabajo de estructura de acero.	100	0.3
Funcionamiento de sierras circulares.	300	0.4
Almacenes y áreas de depósito	20	0.25
Seguridad.	Se hace referencia al capítulo 11.	
Casetas de obra (habitaciones de descanso, habitaciones con taquillas, servicios).	}	referencia a especificaciones de alumbrado interior
Oficinas de obra (en despachos y mesas de referencia, alumbrado general de oficinas de dibujo).		

Los proyectores de alumbrado de áreas son montados usualmente muy por debajo de la altura de la cabina de la grúa y son apuntados hacia abajo. Es por ello improbable que el operario de la grúa experimente un deslumbramiento directo procedente de los mismos, pero las reflexiones de las fuentes de luz en grandes charcos pueden ser molestas y el área puede necesitar ser drenada.

Las estructuras y andamios con bastidor de acero ofrecen muchas posibilidades para el montaje de las luminarias. Debido al peligro de deslumbramiento es aconsejable usar un gran número de fuentes de luz de baja potencia.

### 7.3. Equipo de alumbrado y eléctrico

#### 7.3.1. Suministro de energía eléctrica

Las luminarias para obras o solares de construcción pueden ser fijas (calles con tráfico) o móviles (en el campo). Para impedir la electrocución y cumplir con previsiones estatutarias impuestas en la mayoría de los países con respecto a esta materia, es a menudo necesario hacer uso de muy bajas tensiones de seguridad (<55 V). Las luminarias deben ser seguras y adecuadas para su uso en circunstancias húmedas. Los sistemas fijos no son usualmente alimentados con muy baja tensión (<55 V) ya que la mayor parte de ellos es inaccesible sin equipo especial.

#### 7.3.2 Equipo de alumbrado

Para información general sobre equipos de alumbrado, véase: esta guía, parte A, Principios Generales.

Debe recordarse que la mayor parte del equipo de alumbrado de obra es usado en condiciones de amplia solicitud y peligro. Deber ser, por ello, seguro, simple y robusto. En particular, este ha de ser el caso de lámparas portátiles y cadenetas con luz. En la mayoría de los países, su uso y fabricación está controlado estrictamente por la ley. En el caso de proyectores usados frecuentemente en estos tipos de instalaciones, pueden añadirse pantallas para ocultar la luz desde ciertas direcciones a fin de impedir el deslumbramiento.

### 7.4. Diseño del alumbrado

El carácter temporal de las instalaciones de alumbrado de obras de construcción no permite ni estudios exhaustivos ni la realización de instalaciones muy sofisticadas.



Muy a menudo, el alumbrado de una obra o solar de edificación es sólo tenido en consideración cuando la construcción ha comenzado ya, con el resultado de que la iluminación es insuficiente, costoso de instalar y ciertamente no económico.

Consiguientemente, es de la mayor importancia que la iluminación deba ser tomada en consideración antes de que comience la edificación. Cuando el alumbrado de vías públicas o el alumbrado con columnas altas sea parte de los trabajos de edificación completados, es a veces ventajoso instalarlo antes de que comience el trabajo de construcción, ya que puede proporcionar un alumbrado de obra útil.

Para recomendaciones generales sobre el diseño de instalaciones de iluminación debe consultarse la Parte A de esta Guía. Allí se ha dado información válida sobre elección de las lámparas, luminarias y sistemas de montaje para cumplimentar los requisitos mencionados en 7.2.1. - 7.2.4.

La instalación debe ser tal que el fallo de una sola lámpara no interfiera significativamente con el trabajo o seguridad en áreas críticas.

En general, es más económico y menos molesto para el trabajo en progreso usar un pequeño número de columnas o torres altas que una multiplicidad de unidades bajas.

Hay limitaciones en el número de proyectores que puede soportar una torre; esto depende fundamentalmente del peso y de la superficie al viento de la luminaria.



## **8. EL ALUMBRADO DE TRABAJOS DE ELECTRICIDAD, AGUA Y AGUAS RESIDUALES**

### **8.1. Introducción**

En este capítulo de la Guía se tratan las siguientes cuestiones:

**8.1.1. Trabajos de electricidad:** Estaciones generadoras de electricidad, almacenamiento de combustible y áreas de manipulación, subestaciones, transformadores y áreas de conmutación.

**8.1.2. Trabajos de agua y aguas residuales:** Lechos de tratamiento químico y filtrado. Áreas de bombeo.

Esta parte de la Guía debe usarse junto con la Parte A: Principios Generales.

Las cuestiones relacionadas (tales como áreas de almacenamiento de combustible, carreteras de acceso, alumbrado de seguridad, etc.) se tratan en otros capítulos de la parte B de la Guía según se indica a continuación:

Alumbrado de áreas industriales, almacenamiento y parking:	capítulo 5
Alumbrado de industria petroquímica y otras áreas peligrosas:	capítulo 6
Alumbrado de seguridad:	capítulo 11

### **8.2. Requisitos de alumbrado general**

#### **8.2.1. Función del alumbrado**

En general la función de los sistemas de alumbrado en todas las categorías mencionadas anteriormente es proporcionar la iluminación adecuada y segura para el trabajo, movimiento seguro del personal y vehículos y seguridad de las instalaciones.

En particular la función del alumbrado es proporcionar:

**en trabajos de electricidad:** indicación clara de las áreas de acceso restringido, reparaciones de emergencia seguras y rápidas, reemplazamiento de partes críticas y seguridad estricta.

**en trabajos de agua y aguas residuales:** indicación clara de la posición de pasillos y escaleras, funcionamiento de válvulas, bombas y otro equipamiento y disuadir a los intrusos (en particular niños).

Deben adoptarse pasos para asegurarse que la iluminación no origina ningún peligro debido al deslumbramiento o sombras marcadas. Además, la instalación de alumbrado debe ser llevada a cabo de tal manera, que no haya riesgo de "shock" eléctrico o explosión (de los gases emitidos en trabajos de aguas residuales o de los combustibles usados por una estación de electricidad).

#### **8.2.2. Valores de iluminancia y uniformidad recomendados**

La tabla B.8.1 da un resumen de los valores recomendados para diferentes tareas visuales.



Tabla B.8.1.: Trabajos de electricidad, agua y aguas residuales; valores para iluminancia y uniformidad recomendados

Categoría	Tarea visual	Iluminancia horizontal media mantenida $E_{med}$ (lux)	Uniformidad ( $E_{min} / E_{med}$ )
	Ejemplo típico		
<b>Seguridad</b>			
Áreas de bajo riesgo	Perímetro exterior, áreas de almacenamiento de carbón.	5	0.15
Áreas de riesgo moderado	Áreas de almacenamiento de combustible. Trabajos de agua; áreas de conmutación de trabajos de electricidad.	20	0.25
Áreas de riesgo elevado	Entradas a áreas de conmutación.	50	0.40
<b>Movimiento y tráfico</b>			
Peatones	Movimiento de personal		
	- en áreas seguras - en áreas peligrosas (caminos de alta tensión)	5 20	0.15 0.25
Tráfico de movimiento lento (< 5 km/h)	Bicicletas, carretillas elevadoras, máquinas de excavación,	10	0.25
Tráfico a velocidad normal (<40 km/h)	Alumbrado de carreteras de acceso	20	0.40
<b>Trabajo*</b>			
Muy basto	Descarga de camiones de carbón,	20	0.25
Basto	Trabajo de inspección general,	50	0.25
Normal	Trabajo de mantenimiento general y lectura de medidores,	100	0.40
Fino**	Reparación de equipamiento eléctrico	200	0.50

\* Si la tarea visual está en un plano distinto del horizontal entonces deben aplicarse también los valores indicados

\*\* Pueden requerirse valores de iluminancia mayores para tareas difíciles.

### 8.3. Equipo de alumbrado

Para información general sobre equipo de alumbrado véase: esta Guía, parte A: Principios Generales.

No hay requisitos especiales para el equipamiento de alumbrado en los campos de aplicación antes mencionados, excepto cuando hay una atmósfera explosiva o corrosiva.

En casos en los que es necesaria la discriminación cromática se recomiendan lámparas que proporcionen un índice de rendimiento cromático  $R_a > 20$ .

### 8.4. Diseño de alumbrado

#### 8.4.1. Observaciones generales

Para recomendaciones generales para el diseño de las instalaciones de alumbrado debe consultarse la parte A de esta Guía. Se ha dado información sobre la elección de lámparas, luminarias y sistemas de montaje para satisfacer los requisitos mencionados en 8.2.2.

Además para el campo de aplicación tratado en este documento deben considerarse los siguientes puntos:

(i) se recomienda un sistema de conmutación para conservar la energía. Debe diseñarse para mantener la seguridad en cualquier instante, y para permitir que la iluminación sea incrementada donde y cuando se lleve a cabo una inspección, mantenimiento o trabajo de reparación.

Si esto puede efectuarse apagando un cierto número de lámparas, debe tenerse cuidado para evitar puntos oscuros y sombras profundas que podrían afectar a la seguridad.

(ii) la instalación debe ser tal, que el fallo de una sola lámpara no interfiera con el trabajo o seguridad en áreas críticas.

(iii) debido a que en estos campos de aplicación el número de posiciones posibles de las columnas está severamente restringido, se recomienda el uso de un pequeño número de columnas altas para el alumbrado general.

(iv) el diseño de la instalación debe prestar particular atención a proporcionar una buena iluminación para las rutas de acceso del personal a los puntos de trabajo críticos (pasillos estrechos, escaleras, etc.)

#### 8.4.2. Trabajos de electricidad

Debido a que la mayoría de los aspectos están relacionada en alguna otra parte de esta Guía, este párrafo sólo trata los aspectos específicos de la iluminación exterior de subestaciones transformadoras y áreas de conmutación.

El tipo del sistema de alumbrado empleado depende principalmente de la altura del transformador y las instalaciones de conmutación que incluyen cables aéreos.

Con instalaciones bajas (<10 m) es posible usar alturas de montaje bajas (alrededor de 5 m) y luminarias con baja luminancia y una distribución de intensidad luminosa difusa. Son adecuadas luminarias que emplean lámparas fluorescentes tubulares o lámparas de sodio con cubiertas difusoras.

El sistema está recomendado, debido a que tanto los cables en tierra, como los aéreos, aisladores, etc., han de ser visibles al nivel del suelo.

Si la instalación es alta (> 10 m), deben montarse luminarias adicionales a alturas que excedan de la altura de la instalación en al menos 5 m.

Aquí son adecuadas luminarias que emplean lámparas de sodio de alta presión con una distribución de luz direccional. Aunque las lámparas de sodio de baja presión son más económicas, no pueden ser usadas si la discriminación cromática es importante; es decir, en casos en los que se empleen códigos cromáticos en equipo eléctrico y avisos de peligro.

La figura B.8.1. ofrece un ejemplo de una instalación típica.

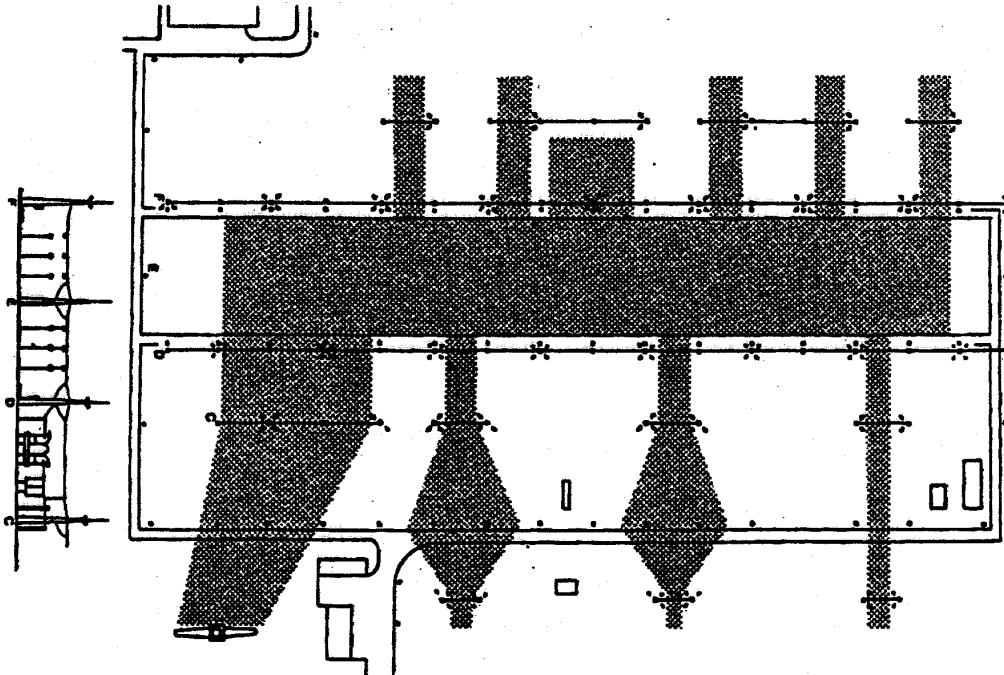


Fig.B.8.1. Ejemplo de un sistema de iluminación típica de estación transformadora de 380 kV. Véase párrafo 8.4.2.

Las funciones básicas del alumbrado son hacer posible la realización de:

- a. control de seguridad
- b. movimiento seguro del personal
- c. inspección general
- d. trabajos de reparación y mantenimiento



Debido a que normalmente no es necesario ni económico proporcionar iluminancia suficiente para trabajos de reparación y mantenimiento en cualquier lugar, se recomienda un sistema de conmutación de doble nivel.

Para trabajos de reparación específicos (tareas críticas), se recomienda el alumbrado local portátil. Deben preverse puntos de toma de energía suficientes. El sistema debe ser alimentado parcialmente desde una alimentación de emergencia, de modo que las funciones básicas del alumbrado puedan ser desempeñadas.

El uso de alumbrado mediante lámparas fluorescentes o incandescentes en la alimentación de emergencia puede resolver problemas que surgen a partir de los tiempos relativamente largos de reencendido de otras lámparas de descarga en gas.

Los sistemas descritos anteriormente proporcionan la luz suficiente desde arriba y desde abajo para ver la tarea visual aérea. Sin embargo debe tenerse cuidado de impedir el deslumbramiento que reduce la visibilidad en direcciones críticas.

Todo el equipamiento de alumbrado debe tener distancias en el aire adecuadas de los conductores de alta tensión; además, debe ser posible mantener el equipo de iluminación sin peligro para el personal. No se recomienda el uso de escaleras portátiles y/o columnas articuladas con propósitos de mantenimiento.

#### 8.4.3. Trabajos de aguas y aguas residuales

La característica principal de estas instalaciones es la presencia de grandes depósitos de agua abiertos y lechos de filtrado. Unos canales de agua profundos conectan estos, en los que el agua puede moverse deprisa. Partes de la instalación de agua o aguas residuales difieren en altura (hasta casi 5 m). Hay muchos pasillos de conexión, escaleras y escalones; normalmente con barandillas, al menos en un lado. A menudo el funcionamiento de la instalación es controlado por ordenador principalmente, de modo que no siempre hay personal presente.

Contrariamente a otras cuestiones descritas en esta Guía en este tipo de instalación, los trabajos de reparación no necesitan realizarse inmediatamente; a menudo hay un tiempo amplio disponible, de modo que puede usarse alumbrado local montado temporalmente para las tareas visuales de mayor dificultad.

Las tareas visuales son generalmente simples: hay pocos detalles críticos y la discriminación cromática no es siempre necesaria. Una tarea típica es localizar pequeños objetos extraños flotantes. Así la función principal del alumbrado es proporcionar una orientación y movimiento del personal seguros durante los recorridos de control y disuadir a los intrusos no autorizados y a los niños que juegan. Para tareas específicas tales como lectura de medidores, muestreo, etc. el alumbrado local es la mejor solución.

Cuando el número de posiciones de columna potencial está limitado, se recomienda un sistema de alumbrado basado en el uso de alturas de montaje de medias a elevadas (12-20 m).

Cuando la discriminación cromática no es importante, pueden usarse lámparas de sodio ventajosamente. Debido al máximo paquete de lúmenes disponible, las lámparas de sodio baja presión son económicas sólo para alturas de montaje medias. Para columnas altas se recomienda el uso de lámparas de sodio de alta presión.

Se pueden usar luminarias de alumbrado de vías públicas o proyectores. Las columnas deben posicionarse para impedir sombras marcadas en los pasillos, en las escaleras y cerca de canales de agua profundos.

En ciertas áreas de trabajos de aguas residuales puede existir atmósfera corrosiva o explosiva (puede almacenarse metano en depósitos), en cuyo caso deben emplearse luminarias adecuadas o alturas de montaje elevadas.



## **10. ALUMBRADO DE PUERTOS, MUELLES Y ESCLUSAS**

### **10.1 Introducción**

En este capítulo se tratarán las siguientes cuestiones:

1. Puertos: vías navegables, embarcaderos y malecones
2. Astilleros: diques o muelles, zonas de reparación y construcción
3. Esclusas: puerto de salida, plataformas de esclusas y cámaras de esclusas.

La información del alumbrado técnico general en esta aplicación puede encontrarse en:

Parte A: Principios Generales.

Cuestiones tales como el alumbrado de áreas de almacenamiento, terminales de contenedores, carreteras y ferrocarriles están cubiertos en los capítulos 5 y 9 de esta parte de la Guía.

### **10.2. Requisitos de alumbrado general**

#### **10.2.1. Función del alumbrado**

La función del alumbrado de esclusas, puertos y astilleros es permitir:

- la navegación, amarre y paso de barcos a través de la esclusa seguros.
- manipulación precisa de carga general, contenedores y carga a granel (por ejemplo aceite, mineral, cereales).
- manipulación eficiente, almacenamiento y transporte de carga por ferrocarril o camión.
- desembarco rápido y fácil, embarque y tránsito de pasajeros, tripulación y vehículos.
- vigilancia fácil para seguridad y custodia.
- servicio en general.
- trabajo de construcción, reparación y mantenimiento en astilleros y diques o muelles.

Se han de tomar medidas para asegurar que ni las luces, ni el equipo de alumbrado interfiera con grúas o tráfico u origine impedimentos para la navegación de barcos y aviones.

Esto se aplica al deslumbramiento directo procedente de las luminarias así como al deslumbramiento indirecto originado por la luz reflejada desde la superficie del agua.

#### **10.2.2. Valores de iluminancia y uniformidad recomendados**

La tabla B.10.1. ofrece un resumen de los valores recomendados para diferentes tareas visuales.

Los valores de iluminancia dados son: iluminancias medias mantenidas (en lux).





Tarea visual	Iluminancia horizontal media mantenida $E_h$ (lux)	Iluminancia vertical media mantenida $E_{av}$ (lux)	Uniformidad ( $E_{min} / E_{av}$ )
<b><u>Puertos</u></b>			
Alumbrado general fuera de las horas de trabajo.	5	-	0.15
Muelles y diques.	10	-	0.15
Carga general de cargueros.	20	-	0.25
Movimiento de pasajeros, planchas, escaleras.	50	-	0.25
Áreas de trabajo en muelles.	20	-	0.25
Movimiento de vehículos.	20	-	0.25
Paso de trabajadores de muelle.	10	-	0.15
Terminales de contenedores.	20	10	0.25
Lectura de manómetros; manipulación de acoplamientos de tubos.	50	50	--
<b><u>Astilleros y diques</u></b>			
Alumbrado general.	20	-	0.15
Áreas de almacenamiento de unidad prefabricada.	20	-	0.15
Desguace de cascos.	50	50	0.25
Pintura de cascos, soldadura.	100	100	0.40
Reemplazamiento de partes mecánicas y eléctricas.	200*	200	0.40
<b><u>Esclusas</u></b>			
Diques de puerto de salida.	1-10	-	--
Plataforma de esclusa.	10	-	0.15
Paredes de cámara de esclusa.	-	2-5**	0.15

\* Pueden requerirse valores de iluminancia más elevados para tareas visuales difíciles.

\*\* menos de 10 m de alto: 2 lux;  
mas de 10 m de alto: 5 lux.

### 10.3. Equipo de alumbrado

Para información general sobre el equipo de alumbrado véase:  
Parte A: Principios Generales.

Generalmente en el puerto y en las áreas de muelles hay una atmósfera salina; deben tomarse precauciones especiales para asegurar que el equipo de alumbrado resista a la corrosión.

Las luminarias para usar en instalaciones de alumbrado sumergible deben ser estancas al agua (grado IP68) o deben embeberse en compartimentos estancos al agua con vidrios frontales, que puedan soportar la presión del agua.

La naturaleza basta del trabajo del dique requiere que estos cristales frontales sean protegidos contra choque e impacto mecánico por rejillas especiales.

### 10.4. Diseño del alumbrado

#### 10.4.1. Observaciones generales

Para recomendaciones generales para el diseño de instalaciones de alumbrado debe consultarse la parte A de esta Guía. Se ha dado en ella información válida sobre la elección de las lámparas, luminarias y sistemas de montaje para satisfacer los requisitos mencionados en 10.2.2.

Además para el campo de aplicación tratado en este documento deben considerarse los siguientes aspectos:



- El uso del alumbrado local para proporcionar un modo económico de conseguir la iluminación recomendada necesaria en áreas pequeñas.
- Se recomienda un sistema de conmutación para obtener iluminancia reducida fuera de las horas de trabajo. La menor iluminancia no debe ser perjudicial para la seguridad. (véase: capítulo 11).  
Algunas veces esto puede realizarse apagando un cierto número de lámparas. Sin embargo, debe tenerse cuidado en evitar puntos oscuros que podrían afectar adversamente a la seguridad.
- La instalación debería ser tal, que el fallo de una sola lámpara no interfiera significativamente con el trabajo o la seguridad en áreas críticas.
- El uso de alturas de montaje elevadas tiene ciertas ventajas; es menos probable que las luces oculten las luces de navegación o de balizamiento u originen confusión con las señales luminosas. Para la manipulación de cargas inflamables en muelles puede no plantearse la necesidad de usar luminarias antideflagrantes. La limitación tanto del deslumbramiento directo como del reflejado es más fácil de conseguir debido a que son posibles ángulos de incidencia relativamente pequeños...
- Puede requerirse la instalación de proyectores en grúas para facilitar las operaciones de carga y descarga suplementando el alumbrado propio de los barcos y evitando sombras que el brazo de la grúa puede producir durante su movimiento. Las luminarias montadas en brazos oscilantes o torres giratorias no están recomendadas porque pueden originar deslumbramiento excesivo y/o manchas móviles indeseadas de luz. La vibración de las grúas puede ser perjudicial para la vida de las lámparas.

#### 10.4.2. Puertos

Las áreas de los puertos comprenden:

- \* Vías navegables, amarre y atraque de los barcos,
- \* Muelles, embarcaderos y diques con equipamiento para carga y descarga de cargueros; malecones que sobresalen en las vías navegables.  
Se usan a menudo para manipular carga a granel tal como aceites, minerales o cereales.
- \* En áreas tales como áreas de almacenamiento exterior en estaciones de embarcaderos y contenedores.
- \* Almacenes
- \* Sistemas de carreteras y ferrocarril para camiones y trenes.

En este capítulo sólo se tratan las dos primeras categorías a que se ha hecho referencia; para las otras categorías véanse respectivamente los capítulos 5 y 9.

La iluminación de muelles tiene tres funciones específicas:

- (i) facilitar el trabajo implicado en la carga, descarga, depósito y transporte de mercancías
- (ii) reducir el riesgo de accidentes y facilitar el tránsito de personal y vehículos a través de las áreas en cuestión
- (iii) mejorar la seguridad en las áreas alrededor de los barcos e instalaciones portuarias al igual que en áreas en las que se almacenan las mercancías.

Mientras la función (ii) no plantea demandas particularmente elevadas, las funciones (i) y (iii) requieren buenas condiciones para la percepción visual, bien debido al coste de mercancías relacionadas con la necesidad de llevar a cabo rápidamente las operaciones de carga y descarga de modo que no se haga esperar a la embarcación en el puerto.

#### 10.4.3. Diques y astilleros

##### 10.4.3.1. Observaciones generales

Los diques se usan para el trabajo de reparación y mantenimiento de barcos o para la construcción de barcos.

Pueden ser de dos tipos; diques secos y diques flotantes.

Debido al elevado coste de retirar de uso las embarcaciones, las reparaciones y el mantenimiento de los barcos ha de ser llevados a cabo en el menor tiempo posible; el trabajo de reparación es a menudo realizado durante el día y la noche.

Los diques para la construcción de barcos están asociados con áreas de talleres contiguas extensivas, en las que se prefabrican las piezas, áreas de almacenamiento de material y aparcamientos de coches. Un barco es contruido en un



dique hasta que alcanza la fase de botadura, después de lo cual pasa a un atraque próximo, en el que se completa el trabajo de construcción. Las actividades principales requieren el uso de diferentes tipos de grúas, que tienen un amplio barrido y una gran potencia de elevación con recorridos libres a lo largo del dique. A fin de introducir y sacar las embarcaciones de los diques secos, éstos han de ser inundados; así ha de hacerse una distinción entre las instalaciones de alumbrado de área y las instalaciones de alumbrado sumergibles.

#### 10.4.3.2. Sistemas de iluminación recomendados

Para el alumbrado de áreas, especialmente en los diques o muelles de construcción de barcos el alumbrado de columnas altas ofrece una buena solución.

Para el alumbrado del propio dique pueden montarse proyectores a lo largo de los bordes superiores del mismo. Se requiere un grado elevado de la uniformidad y deben montarse generalmente luminarias a intervalos que no excedan de 1,5 veces la distancia entre la pared del dique y el casco de la embarcación.

#### Instalaciones de alumbrado sumergibles

Estas se usan para iluminar las quillas y las partes inferiores de los cascos de las embarcaciones. El alumbrado del costado del dique normal es usualmente inadecuado para desguazar, pintar y soldar las partes inferiores del casco.

Para estas tareas son necesarios proyectores, situados a lo largo de líneas longitudinales, una a cada lado del muelle a una altura de 1 m aproximadamente por encima del piso del muelle. La separación entre los proyectores es usualmente de 5 a 10 m. Las luminarias deben estar empotradas en las paredes del muelle.

#### 10.4.4. Alumbrado de esclusas

Las esclusas comprenden los puertos secundarios y la propia esclusa con la cámara de esclusa y las compuertas de esclusa.

#### Iluminancia y adaptación en los puertos secundarios

Cuando un barco se aproxima a una esclusa por la noche el ojo del timonel está adaptado a un bajo nivel de luminancia. Durante la aproximación, tiene lugar una adaptación gradual a la luminancia de la plataforma de la esclusa.

Cuando el barco deja la cámara de la esclusa, la adaptación ha de tener lugar en el sentido opuesto, es decir desde la luz de los alrededores oscuros, lo que requiere más tiempo que la adaptación durante la aproximación. Así la iluminancia en la región exterior del puerto secundario ha de ser baja.

Se recomienda una iluminancia de al menos un 10% de la iluminancia en la plataforma de la esclusa al comienzo del alumbrado del puerto secundario, ascendiendo por pasos hacia la plataforma de esclusa. La longitud del área iluminada en el puerto secundario depende de condiciones locales tales como el tamaño de los embarcaderos flotantes, el tipo de barcos, etc. Se recomienda una longitud de al menos 150 m.

El posicionamiento simétrico de las fuentes de luz con respecto a la longitud de la esclusa proporciona un mejor guiado visual.



## ALUMBRADOS Y NOTAS DE INTERÉS

### ALUMBRADO DE FACHADAS EN EDIFICIOS PRIVADOS:

Toda fachada de edificio no público que contenga algún anagrama de empresa privada o anuncio publicitario (no protegido por ley como patrimonio cultural), su iluminación se considerará alumbrado publicitario o anuncio luminoso con los límites indicados en el artículo 14 del 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 100 lux y considerado alumbrado de transición entre el exterior y el interior.
- 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 con los precios de los carburantes siempre y cuando el brillo medio del letrero no supere las 200cd/m<sup>2</sup> en zona urbana y 100cd/m<sup>2</sup> en zona descampada (generalmente el tótem de la estación). Esto significa el apagado de los demás letreros a partir de las 24h como los situados en la cornisa de la marquesina o en la fachada de los edificios.
- 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 de iluminación en función del tipo de lámpara utilizada:
  1. Hasta un máximo de 200 lux: Vapor de sodio de alta/baja presión. Normalmente corresponde a una matriz de 5 x 5 metros con lámparas de V.S.A.P. de 150 vatios de alto rendimiento cromático (12.500 lúmenes y Ra=65%) a una altura de 6 metros empotrados bajo la marquesina.
  2. Hasta un máximo de 100 lux: Vapor de mercurio con halogenuros metálicos de luz cálida cuya radiancia espectral cumpla los requisitos del artículo 7 del R.D. 243/92. Normalmente corresponde a una matriz de 5 x 5 metros con lámparas de H.M. de 70 vatios de color cálido (6.000 lúmenes y < 3.000 °K) a una altura de 6 metros empotrados bajo la marquesina. La lámpara deberá disponer de certificado emitido por laboratorio homologado que certifique el cumplimiento del mencionado artículo.



- VIALES DE ACCESO:

Su nivel luminotécnico será el mismo que el de la vía desde la que se accede. Otro valor de referencia es asignarle parámetros utilizados para una arteria urbana. En todos los casos, deberán respetarse las reducciones de flujo de las vías públicas de acceso a partir de las 12h de la noche o, en su caso, con niveles medios de 10-15 lux en caso de gasolinera abierta y de 5-10 lux si permanece cerrada al público. Estos mismos valores se utilizarán para el diseño de la zona de aparcamiento y maniobra (exceptuando los alumbrados puntuales en las zonas de llenado o descarga de combustible con unos 100 lux durante las labores de trasiego).