

Luminotecnia

Prof. Luz Stella Moreno Martín

Contaminación Lumínica





Definición

La Contaminación Lumínica es la emisión de flujo de luz en zonas o direcciones que no corresponden a las áreas a iluminar, especialmente en dirección al cielo, áreas naturales próximas o en el interior de las edificaciones adyacentes. Es toda luz que se emite o escapa por encima de la horizontal de las luminarias en una instalación de alumbrado de exteriores. Esta produce un halo luminoso o resplandor sobre las poblaciones, ya que se iluminan las partículas de polvo o agua que contiene el aire en suspensión. En otras palabras, se podría definir la Contaminación Lumínica como toda energía luminosa desaprovechada, debido a que directa o indirectamente tiene efectos perjudiciales sobre el medio ambiente.

Causas

- Uso de luminarias destinadas al alumbrado de calles, edificios, monumentos y avisos con un mal diseño luminotécnico.
- Una excesiva iluminación.
- Una zona excesivamente iluminada, produce una reacción en cadena.
- La falta de sensibilidad de las personas y sobre todo de las entidades responsables

Como nos afecta

Culturales

Seguridad

Biológicos

Estética

Ambientales

Salud

Sociales

Económicas











Diseño de la Luminaria



- El control del índice de contaminación lumínica: es el flujo luminoso emitido por la lámpara el cual puede ser controlado para ser enviado hacia el suelo en lugar de hacia el cielo.
- El grupo óptico: el cual es el responsable del rendimiento de la luminaria y es la relación entre el flujo luminoso que sale de la luminaria y el emitido por la lámpara.

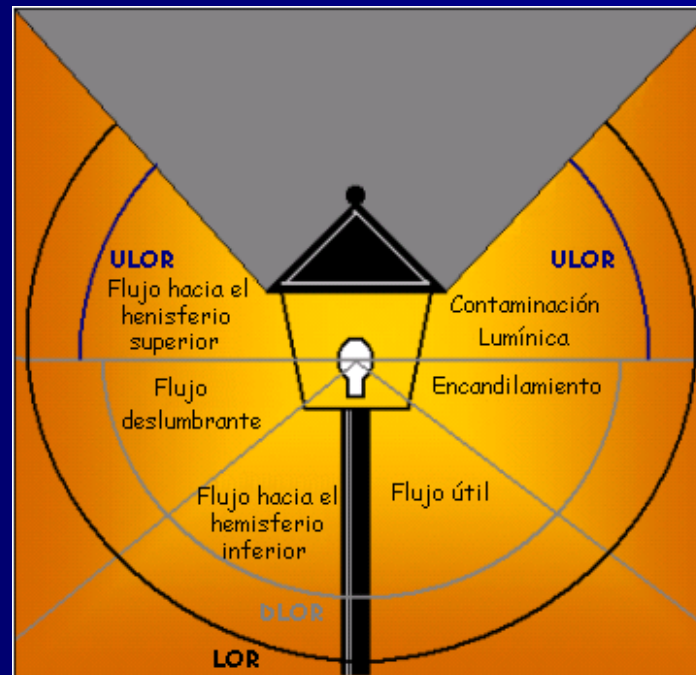
Recomendaciones de la CIE 126-1997

■ Molestias visuales

- La distribución de luz de las luminarias
- La disposición de las luminarias
- La orientación de las luminarias
- El control de la luz según necesidades y períodos
- El entorno

■ Luz Dispersa

- Interferencias luminosas en las observaciones astronómicas
- Luz molesta



$$L.O.R. = U.L.O.R. + D.L.O.R.$$

■ Visión de contraste

$$C=(L_o-L_f)/L_f$$

Si $L_o > L_f$ $C > 0$ contraste positivo

Si $L_o < L_f$ $C < 0$ contraste negativo

$$C' = \frac{(L_o+L_v)-(L_f+L_v)}{(L_f+L_v)} = \frac{L_o-L_f}{L_f+L_v}$$

■ Sistema de zonificación (CIE-126-1997)

Clasificación de zonas	Descripción
E1	Áreas con entornos oscuros: Observatorios astronómicos de categoría internacional
E2	Áreas de bajo brillo: Áreas rurales
E3	Áreas de brillo medio: Áreas urbanas residenciales
E4	Áreas de brillo alto: Centro urbanos con elevada actividad nocturna

■ Criterio de elección de lámpara

- En autopistas se recomienda el uso de lámparas de descarga
- En vías de tráfico rodado y zonas urbanas se recomienda lámparas de vapor de sodio a alta presión
- Carreteras de cielo abierto, zonas rurales y áreas que requieran alumbrado de seguridad se recomienda lámparas de vapor de sodio de baja presión
- Zonas ajardinadas, cascos históricos, etc, se recomienda lámparas de vapor de mercurio a alta presión o halogenuros metálicos
- En observatorios astronómicos, parques nacionales o áreas de interés especial por ser belleza natural, se recomienda lámparas de vapor de sodio a alta y baja presión

■ Recomendaciones para el límite del flujo hemisferio superior
($ULOR_{inst} = FHS_{inst}$)

Clasificación de zonas	Flujo hemisferio superior instalado FHS_{inst} (%)
E1	0
E2	0-5
E3	0-15
E4	0-25

Clasificación de zonas	Actividades astronómicas
E1	Observatorios de categoría internacional
E2	Observatorios de estudios académicos y postgrado
E3	Observatorios amateurs
E4	Observatorios esporádicos

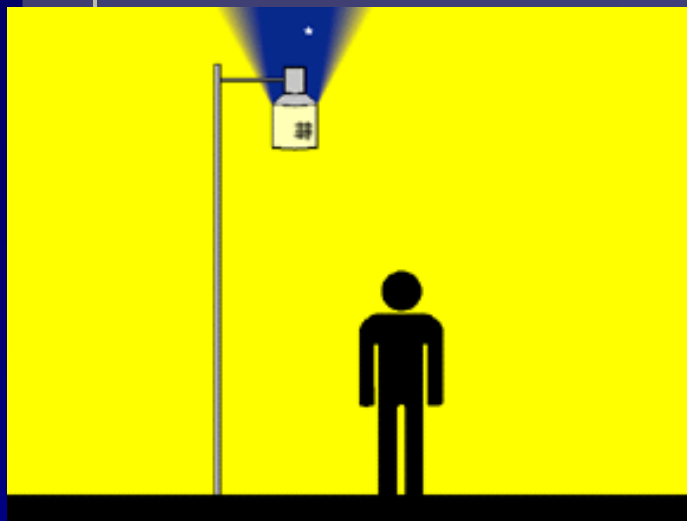
Además se recomienda:

- En autopistas, vías urbanas importantes, rondas de circunvalación, etc, instalar un $FHS_{inst} < 5\%$.
- En alumbrados peatonales, artísticos, monumentos, casco histórico, instalar un $FHS_{inst} < 25\%$.
- En instalaciones viejas, renovarlas con luminarias que tengan las limitaciones del FHS_{inst} que se indican en este apartado.
- Implantar plan de sustitución en aquellas instalaciones que tengan un $FHS_{inst} > 25\%$.

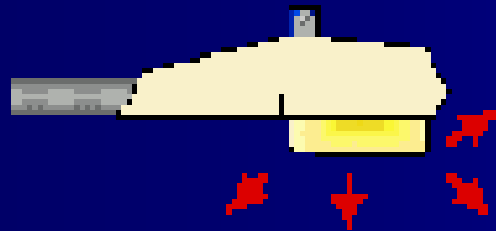
■ Distancia entre zonas y el punto de referencia

Zona del punto de referencia	Distancia entre los límites de las zonas (Km)		
	E1-E2	E2-E3	E3-E4
E1	1	10	100
E2		1	10
E3			1
E4	Sin Límites		

Lo Malo



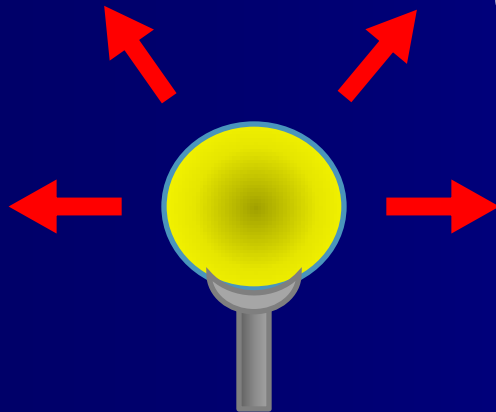
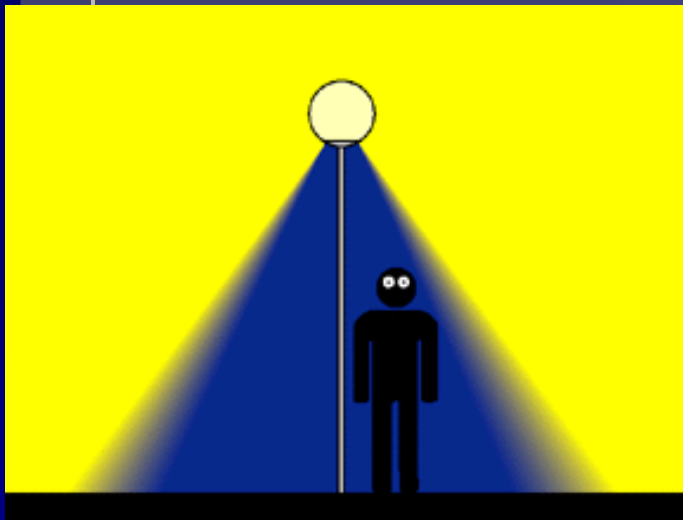
- Derroche de energía hacia el cielo.
- Produce encandilamiento, invasión de luz, e iluminación débil.
- Problemas para dormir



MALO.....Luminaria regular

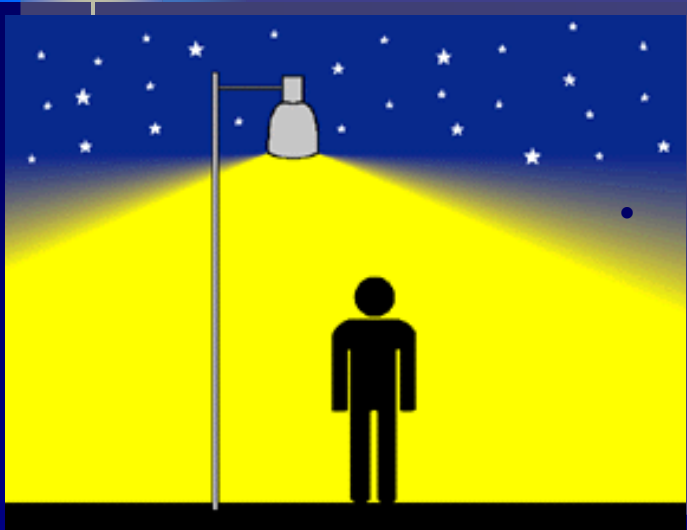
Lo Feo

- Ilumina poco.
- Inseguridad ciudadana: produce "pozos" de luz y sombra --> esconde a malhechores.
- Seguridad vial: Focos dirigidos hacia calles --> accidentes automovilísticos.
- Placer estético: Focos de luz que encandilan --> No crean un lugar agradable a la vista y el espíritu

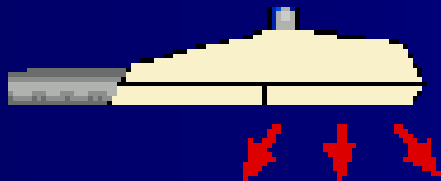


FEO Luminaria mala

Lo Bueno



- Más eficiente por su menor costo.
- Manda la luz para abajo y a los lados, que es donde se necesita.
- Disminuye el encandilamiento; proporciona una iluminación más pareja.
- Disminuye la "invasión de luz" en propiedades vecinas.
- Ayuda a preservar los cielos oscuros.



BUENO.....Luminaria Ideal

Medidas para minimizar la Contaminación Lumínica

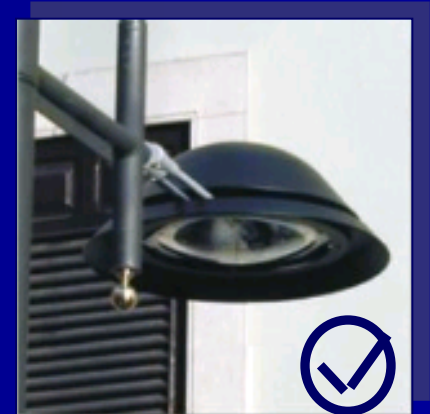
- No usar las luminarias tipo globos.



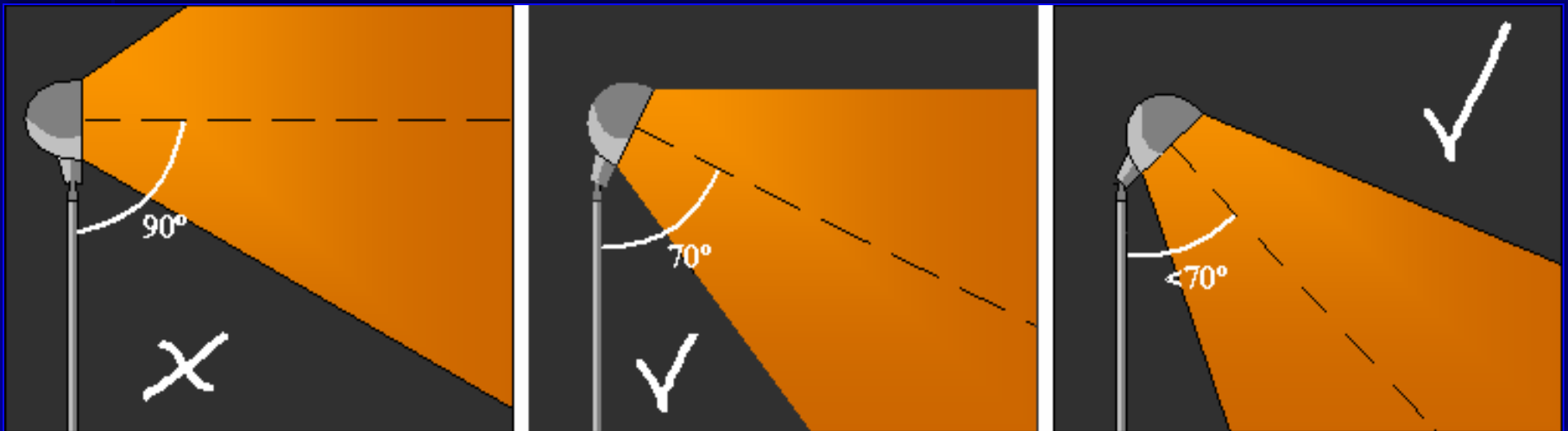
- Sustitución de las luminarias con refractor difusor de vidrio estriado, por otras de vidrio liso curvado que no sobresalga de la base de la luminaria.



- En las instalaciones nuevas emplear de forma generalizada farolas apantalladas donde la lámpara este instalada horizontalmente.



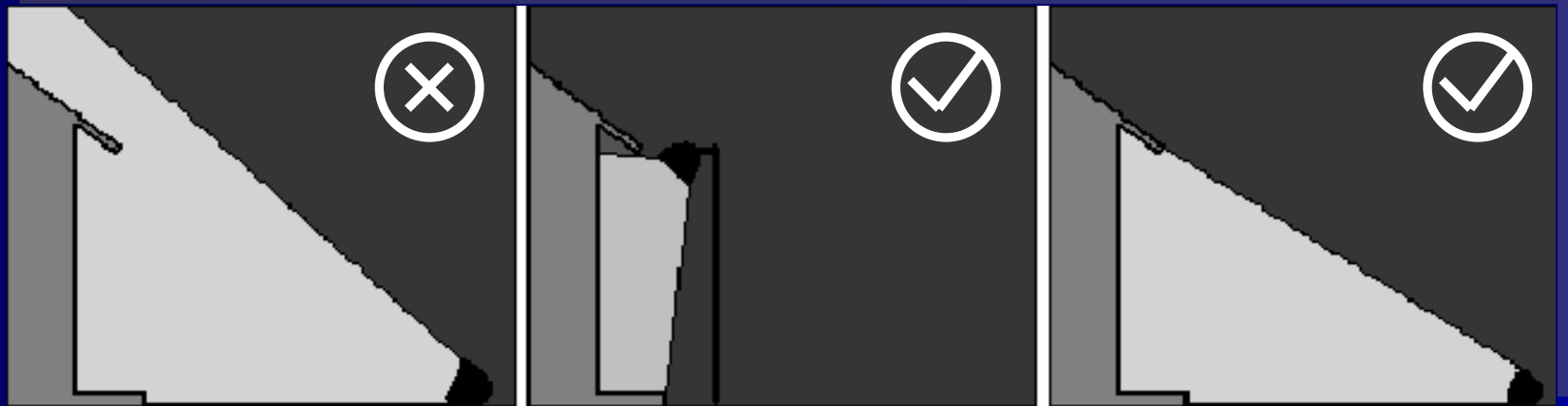
- Emplear de forma generalizada farolas apantalladas donde la lámpara este instalada horizontalmente, por debajo de 70° .



- Usar en el alumbrado exterior doméstico lámparas halógenas de 150W o fluorescentes compactas de 9W (600lm).

- Adecuar los niveles de iluminación a las recomendaciones y normas generales para la realización de proyectos de alumbrado.
- Eliminar los obstáculos a las luminarias.
- Exigir en todo proyecto urbanístico que el alumbrado público se haga con criterios de ahorro utilizando las luminarias que mejor eficiencia energética tenga.
- Usar preferentemente lámparas de vapor de sodio de baja presión, ya que son las más eficientes.
 - 5 veces menos que las lámparas incandescentes.
 - 2.2 veces menos que las lámparas de mercurio.
 - 1.5 veces menos que las de sodio a alta presión y fluorescentes.

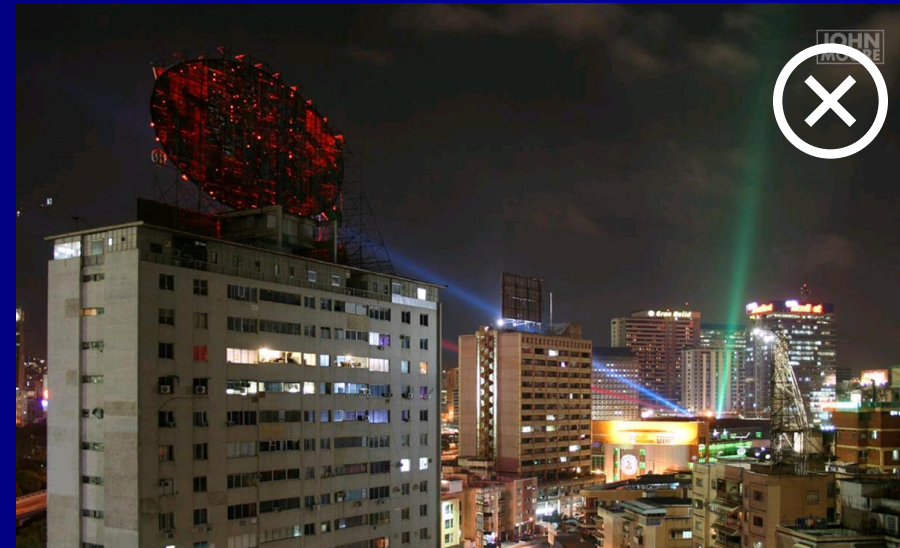
- Restringir el horario de la iluminación ornamental, monumentos, parques, plazas, redomas, etc.
- Adecuar la iluminación ornamental de edificios, monumentos, fachadas y anuncios publicitarios. Esta iluminación debe estar dirigida de arriba hacia abajo.



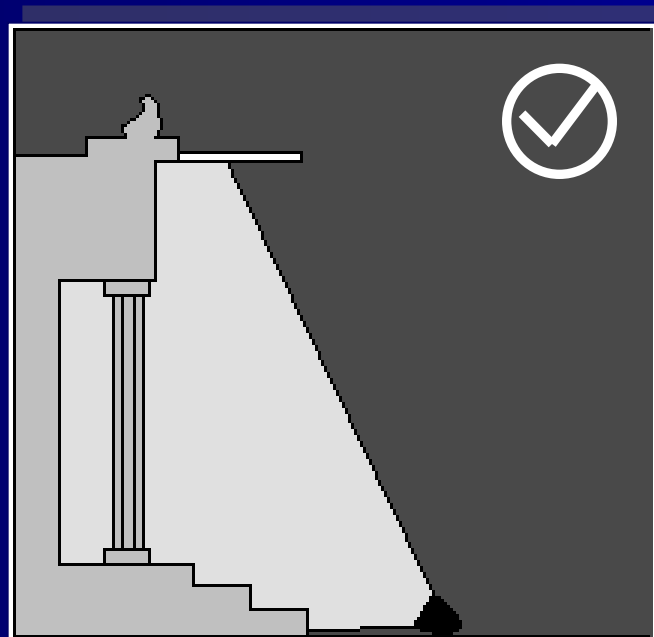
- Limitar la iluminación de vallas y postes publicitarios y establecer un horario de apagado.



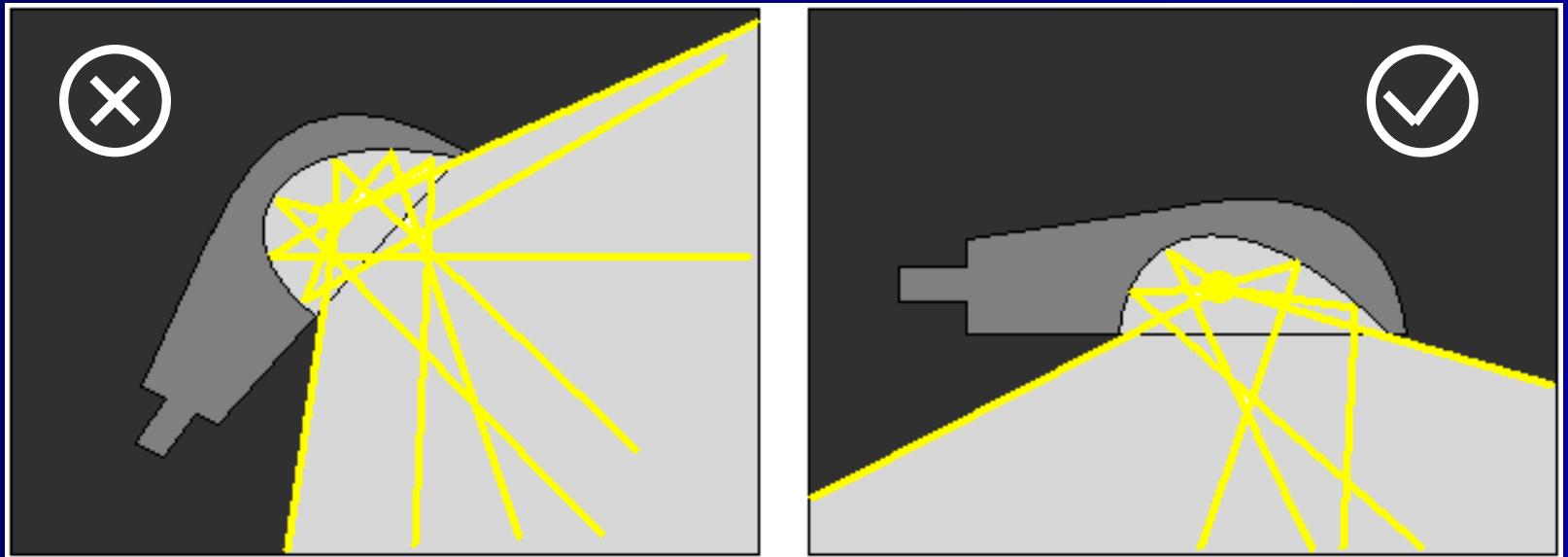
- Prohibir los cañones de luz o láser y cualquier proyector que envíe luz al cielo.



- Si no existe la posibilidad de cambiar el sentido de iluminación hacia abajo y no hacia arriba, utilizar pantallas y paralúmenes para evitar la dispersión del haz luminoso.



- Usar proyectores asimétricos sin inclinación o con rejillas antideslumbrantes, paralúmenes o pantallas adecuadas para reducir el flujo luminoso hacia el cielo.



- Reducir el consumo en horas de menor actividad mediante la bajada de tensión en la red pública o el apagado selectivo de luminarias.
- Establecer periodos especiales de iluminación ornamental, tales como: Navidad, festividades locales o en temporadas de alta afluencia turística.



Valores orientativos recomendables para la limitación de la luz molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior

- Efectos sobre observaciones astronómicas: estos se deben al FHS_{inst} , al flujo luminoso reflejado al cielo, luz directa dirigida al cielo y longitudes de onda de las emisiones luminosas.
- Efectos sobre los residentes: estos se deben a la iluminancia vertical dirigidas hacia las ventanas y luminancia de las luminarias.
- Efectos sobre ciudadanos: estos se deben a la luminancia media como consecuencia de una iluminación excesiva.
- Efectos sobre usuarios de sistemas de transportes: estos se deben al incremento umbral de contraste.
- Efectos sobre sistemas de señalización: estos se deben al deslumbramiento perturbador y al caos visual causado por la visión de señales con fuentes luminosas intensas.

		Zonas E1	Zonas E2	Zonas E3	Zonas E4
Lámparas	Antes de las 10 pm	Sodio	Sodio*	Sodio*	Sodio*
	Después de las 10 pm	Sodio	Sodio	Sodio*	Sodio*
Flujo del hemisferio superior (%)	Antes de las 10 pm	1	5	15	25
	Después de las 10 pm	1	1	15	25
Deslumbramiento perturbador (%)		10	10	15	15
Iluminación intrusa	Antes de las 10 pm	2	5	10	25
	Después de las 10 pm	1	2	5	10
Intensidad luminosa máxima en dirección a las áreas protegidas (kcd)	Antes de las 10 pm	0	50	100	100
	Después de las 10 pm	0	0,5	1	2,5
Luminancia máxima rótulos luminosos (cd/m²)		50	400	800	1.000
Luminancia máxima de escaparates y ventanas (cd/m²)	Antes de las 10 pm	10	40	80	100
	Después de las 10 pm	5	20	40	50
Luminancia media máxima de fachadas y monumentos (cd/m²)	Antes de las 10 pm	5	5	10	5
	Después de las 10 pm	0	0	5	12

Altura de luz	Índice de deslumbramiento
4,5 m	4.000
4,5 - 6 m	5.500
6 m	7.000

	Iluminación en zona de vehículos	Iluminación en zona de peatones
Tránsito elevado	35 lux	20 lux
Tránsito moderado	25 lux	10 lux
Tránsito bajo	15 lux	6 lux
Tránsito escaso	10 lux	5 lux

Luminarias contaminantes vs no contaminantes



Contaminantes



No Contaminantes

Cálculo del ahorro en el consumo del alumbrado urbano

- Si se usara lámparas de sodio de alta o baja presión en lugar de lámparas de vapor de mercurio, además cumplir con los niveles de iluminación recomendados para cada zona, sin olvidar el uso de luminarias adecuadas para no desperdiciar energía en emisiones hacia el cielo, el ahorro tanto energético como económico se hace evidente.
- La comprobación del ahorro conseguido con el uso adecuado de lámparas, se puede comprobar mediante la recopilación de la información técnica de un determinado sector del alumbrado público, tipo de lámpara y luminaria usada, número de puntos de luz, potencia de las bombillas instaladas, número de horas de funcionamiento al año, precio del kW/h que se paga, gastos de mantenimiento, etc. Se calcula el consumo y costes de mantenimiento anual de dichas lámparas.

- El ser humano no percibe todo el espectro luminoso emitido por una lámpara sino únicamente las comprendidas en el intervalo de la luz visible, de 400 a 780 nm. Por lo consiguiente, la magnitud importante de una lámpara no es la potencia total que emite, sino la que emite dentro del rango de la luz visible. Por lo que se requiere conocer el lumen emitido por las lámparas usadas en un sistema de alumbrado público.

Tipo de lámpara	lm/W	Vida media (horas)
Halógenas de baja tensión	25	3500
Fluorescente lineal	105	16000
Fluorescente compacta	85	12000
Vapor de mercurio	60	16000
Halogenuros metálicos	91	10000
Sodio de Alta Presión	150	25000

- Como ejemplo real, el 30 de marzo del 2001 se presentó el estudio sobre contaminación luminosa realizado por el Grupo de Estudios Luminotécnicos de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) y el Departamento de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Barcelona (UB), por encargo del Departamento de Medioambiente del Gobierno de Cataluña. En este informe se ha comprobado que más de 40 millones de kW escapan directamente al cielo anualmente solamente en Cataluña, el equivalente al flujo emitido por una instalación de una potencia de 10 mil kW. La factura anual de esta luz es de 2 millones de euros. Más preocupante, son los efectos colaterales de la luz despilfarrada: 12 mil toneladas de dióxido de carbono, 249 toneladas de monóxido de carbono y 600 toneladas de dióxido de nitrógeno emitidas a la atmósfera por las centrales eléctricas.
- Si se utilizara racionalmente la iluminación, se concluye que se podrían ahorrar anualmente en Cataluña unos 11 millones de euros y evitaría la emisión de 48 mil toneladas de CO_2 , 1.000 toneladas de CO y 2.400 toneladas de dióxido de nitrógeno.