

FUNDAMENTOS TÉCNICOS EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Los fundamentos técnicos en materia de contaminación lumínica se centran en la eficiencia energética del alumbrado exterior, su calificación energética, los niveles de iluminación que producen y el mantenimiento de la eficiencia energética de las instalaciones.

La eficiencia energética se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada:

$$\mathcal{E} = \frac{S \times E_m}{P} \left(\frac{m^2 \times lux}{W} \right)$$

- P: Potencia activa instalada en W (lámparas + equipos auxiliares).
- S: Superficie iluminada en m².
- E_m: Iluminancia media en servicio con el mantenimiento previsto.

Cuanto mayor es \mathcal{E} más eficiente es la instalación y por tanto menor es su consumo energético. Adicionalmente, se encuentra ponderada por el factor de mantenimiento f_m así como por el factor de utilización f_u .

Para obtener el valor de calificación energética se utiliza el índice de eficiencia energética ($I_{\mathcal{E}}$) o su inversa, el índice de consumo energético (IEC).

$$I_{\mathcal{E}} = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_R}; \quad IEC = \frac{1}{I_{\mathcal{E}}}$$

- \mathcal{E}_R : Eficiencia energética de referencia.
- \mathcal{E} : Eficiencia energética de la instalación

Los valores de \mathcal{E}_R se definen en función del tipo de alumbrado (vial funcional o de otros tipos) y el nivel de E_m proyectada.

La calificación energética del alumbrado exterior se define mediante un código de 7 letras de la A a la G:

Calificación Energética	Índice de Consumo Energético	Índice de Eficiencia Energética
A	IEC < 0,91	$I_{\mathcal{E}} > 1,1$
B	0,91 ≤ IEC < 1,09	1,1 ≥ $I_{\mathcal{E}} > 0,92$
C	1,09 ≤ IEC < 1,35	0,92 ≥ $I_{\mathcal{E}} > 0,74$
D	1,35 ≤ IEC < 1,79	0,74 ≥ $I_{\mathcal{E}} > 0,56$
E	1,79 ≤ IEC < 2,63	0,56 ≥ $I_{\mathcal{E}} > 0,38$
F	2,63 ≤ IEC < 5,00	0,38 ≥ $I_{\mathcal{E}} > 0,20$
G	IEC ≥ 5,00	$I_{\mathcal{E}} \leq 0,20$

Calificación Energética	Índice de Consumo Energético	Índice de Eficiencia Energética
A	Más eficiente	
B		
C		
D		
E		
F		
G	Menos eficiente	

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado

Instalación:
Localidad/Calle:
Horario de funcionamiento:
Consumo energía anual (kW/h/año):
Índice de eficiencia energética (I_g):
Iluminación media en servicio E_m (lux):
Uniformidad (%)

El Instituto de Astrofísica de Canarias dispone de valores tabulados para cada tipología de proyectos en función del tipo de vía/ usos, clases de zonas, definiendo los valores de iluminancia media y máxima así como de iluminancia media y máxima. Así, a modo de ejemplo, para exteriores de edificios en escaleras se define una iluminancia media de 10 luxes y una máxima de 24 luxes (Dato extraído de la guía práctica de niveles de iluminación según EN-13201 y RD 1890/09 del Instituto de Astrofísica de Canarias).

Respecto al mantenimiento de la eficiencia energética es obligatorio realizarlo para asegurar el nivel proyectado de servicio y que no haya pérdida de eficiencia por falta de mantenimiento. El factor de mantenimiento viene definido por:

$$IEC = E_{servicio} / E_{inicial}$$

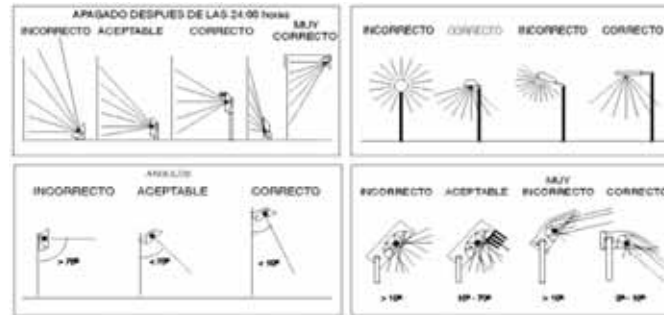
Iluminancia media en servicio / Iluminancia media inicial

El factor de mantenimiento será siempre menor que la unidad y debe ser lo más elevado posible para una frecuencia de mantenimiento.

En la siguiente tabla se establecen las limitaciones de la luz molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior:

Parámetros Luminotécnicos	Valores máximos			
	Observatorios astronómicos y parques naturales E1	Zonas periurbanas y áreas rurales E2	Zonas urbanas residenciales E3	Centros urbanos y áreas comerciales E4
Iluminancia vertical (E _v)	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias (I)	2.500 cd	2.500 cd	2.500 cd	2.500 cd
Luminancia media de las fachadas (L _m)	5 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
Luminancia máxima de las fachadas (L _{mmax})	10 cd/m ²	10 cd/m ²	60 cd/m ²	150 cd/m ²
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos (L _{mmax})	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1.000 cd/m ²
Incremento de umbral de contraste (TI)	Clase de alumbrado			
	Sin iluminación	ME5	ME3/ME4	ME1/ME2
	T1 15% para adaptación a L=0,1 cd/m ²	T1 15% para adaptación a L=1 cd/m ²	T1 15% para adaptación a L=2 cd/m ²	T1 15% para adaptación a L=5 cd/m ²

Existe una norma básica de instalación y utilización del alumbrado público. En el siguiente gráfico se muestran estas **normas básicas**:



MARCO LEGAL

En la Comunidad Valenciana, se está trabajando y realizando verdaderos progresos en la lucha contra la contaminación lumínica, aunque aún no se ha aprobado ninguna legislación hasta la fecha. Por ejemplo: existe un estudio realizado para fomentar una ordenanza para la protección lumínica del parque natural de la Albufera incluido en el término municipal de Valencia. Dicho estudio se denomina PROYECTO ECOLIGHT DEVESA - ALBUFERA.

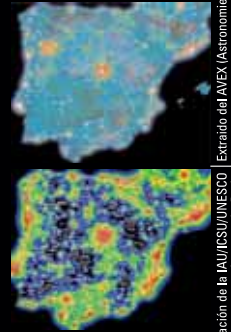
En España, la legislación referente a la contaminación lumínica es prácticamente inexistente, sólo se ha aprobado recientemente el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07, pero no existe ninguna legislación en vigor.

La legislación y recomendaciones, relacionadas con la contaminación lumínica, vigentes, se plantean desde enfoques luminotécnicos y de eficiencia energética, persiguiendo una serie de objetivos:

- Garantizar la calidad astronómica de los observatorios de Astrofísica.
- Promover la eficiencia energética de los alumbrados exteriores e interiores mediante el ahorro de energía, sin mengua de seguridad.
- Mantener al máximo posible las condiciones naturales de las horas nocturnas, en beneficio de la fauna, de la flora y de los ecosistemas en general.
- Evitar la intrusión lumínica en el entorno doméstico y, en todo caso, minimizar las molestias y los prejuicios que ocasione.
- La defensa del paisaje y la garantía, en lo posible, de la visión nocturna del cielo.

ESTADO ACTUAL DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN ESPAÑA

Este es el mapa actualizado de la situación de la contaminación lumínica en la Península Ibérica. Como puede observarse las grandes concentraciones de contaminación se centran en las principales capitales españolas como Madrid, Barcelona y Valencia. En estas capitales se pueden apreciar de 0 a 150 estrellas, en una noche sin nubes, mientras que en las zonas del mapa coloreadas de color azul es posible observar entre 1500 y más de 3000 estrellas.



ASPECTOS DE MEJORA EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Existen una serie de recomendaciones prácticas para disminuir la contaminación lumínica:

- En el proyecto de diseño de la instalación debería de ir especificado la cantidad de luz que necesitamos y el tipo de bombilla adecuada y el tipo de dispositivo idóneo para proyectar la luz que necesitamos de la forma más eficiente.
- Es conveniente utilizar un dispositivo de control horario o de movimiento si las necesidades de iluminación varían durante la noche, o bien dotar de sistemas de regulación de niveles de iluminación mediante dispositivos electrónicos.
- Evitar la emisión directa de luz hacia el cielo. Esto se consigue usando luminarias orientadas en paralelo al horizonte, con bombillas con reflectores de luminarias con la potencia necesaria para alumbrar el suelo de acuerdo con los criterios de seguridad, pero no más.
- Control del encendido y apagado de lámparas que resulten injustificables a partir de cierta hora. También hay que remodelar este tipo de alumbrado, cambiando bombillas, variando la inclinación y utilizando dispositivos que eviten la dispersión de la luz fuera del área a iluminar.
- Tener un buen plan de mantenimiento de las instalaciones y reducir la potencia instalada, respetando los límites de seguridad, con lo que se alarga la vida de las instalaciones. Es necesario considerar la depreciación y mortalidad de las fuentes de luz, así como la depreciación por suciedad de luminarias.
- En el alumbrado de instalaciones deportivas, conseguir un factor de eficiencia energética inferior a 3 W / m² / 100lux. Esto se consigue con lámparas de vapor de mercurio con halogenuros metálicos (2,3 con vapor de sodio de alta presión). (W son los vatios instalados en lámparas, m² es la superficie útil iluminada y lux el nivel de iluminación media mantenido (coeficiente de mantenimiento de 0,8)). Por supuesto debería apagarse siempre después de las 12 de la noche. Otra posibilidad es el uso de lámparas de sodio de alta presión.
- Instalación de sistemas de telegestión a distancia del alumbrado permitiendo el "diálogo" informatizado gestor-dispositivo de iluminación.
- Las industrias pueden contribuir a la mejora, mediante el mantenimiento y cambio de sus instalaciones de alumbrado, así como teniendo presente este aspecto en la concepción de nuevos proyectos.

CONCLUSIONES

El uso excesivo e irresponsable de la energía eléctrica en el alumbrado de exteriores es la causa más importante en materia de contaminación lumínica, pero este tipo de alumbrado puede ser útil si se hace una adaptación de dicho alumbrado para no dañar el medio ambiente.

Realizar un adecuado diseño, cálculo y montaje de las instalaciones de alumbrado con criterios de eficiencia energética. Hay que seleccionar los diseños menos agresivos con el medio ambiente, para ello sería idóneo realizar los proyectos de alumbrado adjuntando un estudio de impacto ambiental.

Es importante realizar campañas de información y concienciación en materia de contaminación lumínica además de fomentar una mayor investigación en este campo. Por su parte, las empresas han de contribuir a la mejora de la eficiencia mediante la concepción de proyectos sostenibles, así como mediante un mantenimiento efectivo de su alumbrado.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se está observando una progresiva concienciación de la ciudadanía respecto al medio ambiente. Las diferentes formas de contaminación que afectan al mundo actual comienzan a ser vistas no como una consecuencia inevitable del desarrollo tecnológico e industrial, sino como un mal al que se le ha de buscar un remedio. Una de las formas menos conocidas, aunque no por ello menos importante, de polución es la contaminación lumínica.

La contaminación lumínica se define como la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones, rangos espectrales u horarios innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona en la que se instalan las luces.



Simulación de la vista superior de un alumbrado no adecuado en comparación con un alumbrado correcto



Simulación de la vista lateral de un alumbrado no adecuado en comparación con un alumbrado correcto que demuestra el impacto reflejado a nuestros ojos
(Imágenes extraídas de la sociedad de Radio - Astronomía del Caribe)

Es indudable que el alumbrado exterior es un logro que hace posible desarrollar múltiples actividades en la noche, pero es imprescindible iluminar de forma adecuada, evitando la emisión de luz directa a la atmósfera y empleando la cantidad de luz estrictamente necesaria allí donde necesitamos ver. Toda luz enviada lateralmente, hacia arriba o hacia los espacios en donde no es necesaria no proporciona seguridad ni visibilidad y es un desaprovechamiento de energía.

Sobre este grave problema, hasta el momento, existe escasa conciencia social, pese a que genera numerosas y perjudiciales consecuencias como son el aumento del gasto energético y económico, la intrusión lumínica, la inseguridad vial, el dificultar el tráfico aéreo y marítimo, el daño a los ecosistemas nocturnos y la degradación del cielo nocturno, patrimonio natural y cultural, con la consiguiente pérdida de percepción del Universo y los problemas causados a los observatorios astronómicos.

Estos perjuicios no se limitan al entorno del lugar donde se produce la contaminación -poblaciones, polígonos industriales, áreas comerciales, carreteras, etc.-, sino que la luz se difunde por la atmósfera y su efecto se deja sentir hasta centenares de kilómetros desde su origen.



Imagen aérea nocturna de la ciudad de Valencia extraída del diario digital EL PAÍS.com

 **GENERALITAT VALENCIANA**
CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT, AIGUA, URBANISME I HABITATGE

Cámaras

Comunidad Valenciana

Para más información contacte con:

**CONSELLERIA DE MEDIO AMBIENTE,
AGUA, URBANISMO Y VIVIENDA**
C/ Francisco Cubells, 7 - 46011 Valencia
Tel.: 961 97 35 00
www.cma.gva.es

**CÁMARA DE COMERCIO E INDUSTRIA
DE ALCOY**
C/ Sant Francesc, 10 - 03801 Alcoy
Tlf: 96 554 91 00 - Fax: 96 554 90 99
mediamb@camaraalcoy.net
www.camaraalcoy.net

**CÁMARA DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN
DE ALICANTE**
C/ Cervantes, 3 - 03002 Alicante
Tlf: 96 514 86 45 - Fax: 96 520 14 57
medambiente@camaralicante.com
www.camaralicante.com

**CÁMARA DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN
DE CASTELLÓN**
Av. Hermanos Bou, 79 - 12003 Castellón
Tlf: 964 35 65 00 (ext 322) - Fax: 964 35 65 10
medioambiente@camaracastellon.com
www.camaracastellon.com

**CÁMARA DE COMERCIO E INDUSTRIA
DE ORIHUELA**
Av. La Vega, 22 - 03300 Orihuela
Tlf: 96 674 35 02 - Fax: 96 673 67 30
camaraorihuela@camaraorihuela.org
www.camaraorihuela.es

**CÁMARA DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN
DE VALENCIA**
C/ Jesús, 19 - 46007 Valencia
Tlf: 96 310 39 00 - Fax: 96 353 17 35
ambiente@camaravalencia.com
www.camaravalencia.com

**CONSEJO DE CÁMARAS OFICIALES
DE COMERCIO, INDUSTRIA Y NAVEGACIÓN
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA**
Pza. Alfonso el Magnánimo, 12-2 - 46003 VALENCIA
Tel.: 96 353 40 72 / Fax: 96 353 40 73
info@camarascv.org
www.camarascv.org

Contaminación Lumínica

 **Cámaras**
Comunidad Valenciana

 **GENERALITAT VALENCIANA**
CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT, AIGUA, URBANISME I HABITATGE

