



Mayo, 2018



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETO.....	4
3. DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DEL ÍNDICE ESPECTRAL G.....	4
4. EL ÍNDICE ESPECTRAL G EN EL FUTURO REGLAMENTO ANDALUZ.....	5



## 1. INTRODUCCIÓN

La elevada calidad del cielo nocturno andaluz es un patrimonio natural, seña de identidad de nuestra Comunidad Autónoma, a la vez que un recurso científico, económico y cultural. Por tal motivo, la apuesta de la Junta de Andalucía para su preservación, se inicia hace más de una década con la incorporación de esta materia a la regulación autonómica mediante la Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental y su posterior desarrollo reglamentario, en el año 2010.

Desde entonces, han sido muchos los trabajos desarrollados, sustentados en una estrecha colaboración interadministrativa que ha permitido la optimización de recursos públicos y en el establecimiento de una valiosa red de colaboradores nacionales e internacionales.

Actualmente, la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio está inmersa en la tramitación de un nuevo Reglamento para la preservación de la oscuridad natural de la noche frente a la contaminación lumínica. En el mismo cobra especial relevancia el establecimiento de medidas para el diseño sostenible del alumbrado exterior, aspecto fundamental para la preservación de la oscuridad de la noche.

En este sentido, el adecuado diseño del alumbrado exterior debe contemplar los siguientes preceptos ambientales, con carácter general: iluminar solo donde y cuando sea necesario, con la dirección, los niveles y el color de luz adecuados al uso de la zona.

Teniendo en cuenta que la luz viaja a través de la atmósfera a más de 100 km de distancia, la contaminación generada en un área puede repercutir muy negativamente sobre otra, aunque se encuentre alejada de ella. De ahí, la responsabilidad de los profesionales públicos andaluces, así como de los gobiernos locales, quienes debemos garantizar que el diseño y la gestión del alumbrado público se lleven a cabo con criterios de sostenibilidad.

Las ventajas asociadas a un alumbrado sostenible se concretan en la reducción, tanto del gasto energético municipal, como de la emisión de contaminantes a la atmósfera, la disminución del impacto sobre la observación del cielo, los ecosistemas y la salud. Por tanto, la inclusión de criterios ambientales en el diseño y gestión del alumbrado público, no solo es un requerimiento legal sino que es la mejor estrategia para la preservación del cielo y de su potencial como motor de desarrollo.

Entre los criterios ambientales mencionados, uno de los que recientemente ha cobrado mayor protagonismo es el color de la luz, debido a la proliferación en los últimos años de luz blanca con elevado componente azul, siendo ésta la que mayor impacto causa sobre la biodiversidad y las observaciones



astronómicas. Asimismo, conforme a la práctica totalidad de los estudios publicados, la luz con elevada proporción de este color es la que mayor efecto tiene sobre la salud.

Conocedora de este problema, la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio ha participado durante dos años en el grupo de trabajo del Comité Español de Iluminación sobre los posibles riesgos de la iluminación LED. En el seno de este grupo, el astrofísico del Observatorio de Calar Alto, el Dr. David Galadí Enríquez, ha gestado un nuevo indicador, denominado índice espectral G.

Este indicador que caracteriza las propiedades espectrales de las fuentes de luz, posibilitando su clasificación de modo cuantitativo y preciso en función de la cantidad real de luz azul emitida, ha sido publicado en el artículo "[The spectral index system as a tool for the objective, quantitative characterization of lamps](#)" del Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer, Elsevier. Además, se ha incorporado como criterio ambiental en el Green Paper de la Comisión Europea para la contratación pública sostenible del alumbrado exterior.

Además, al objeto de garantizar el uso de fuentes de luz con el mínimo contenido posible en la banda azul en horas nocturnas y en todo el territorio andaluz, **la Consejería incorporará el índice G al nuevo reglamento.**

## 2. OBJETO

El objeto del presente documento es aportar toda la información necesaria sobre el índice G para que cualquier persona interesada pueda proceder a su cálculo.

Asimismo, se incluyen las restricciones a las fuentes de luz, asociadas a este índice, recogidas en el futuro Reglamento para la preservación de la oscuridad natural de la noche frente a la contaminación lumínica.

## 3. DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DEL ÍNDICE ESPECTRAL G

El índice espectral G de es un indicador que caracteriza las propiedades espectrales de las fuentes de luz, posibilitando su clasificación de modo cuantitativo y preciso en función de la relación entre la radiancia total emitida en el azul y la radiancia total emitida a la que es sensible el ojo humano.

A efectos de su cálculo, se ha de tener en consideración que un filtro espectral  $F$  es una función de la longitud de onda  $\lambda$ ,  $F(\lambda)$ , que adopta valores entre cero y la unidad y selecciona un intervalo determinado de longitudes de onda al multiplicarlo por un espectro de emisión  $E(\lambda)$ . De este modo, el espectro filtrado  $F(\lambda) \cdot E(\lambda)$  que se obtiene queda anulado en las longitudes de onda en las que  $F(\lambda)$  tenga valor nulo, resulta



igual a  $E(\lambda)$  donde  $F(\lambda)$  valga la unidad, y adopta valores inferiores a los de  $E(\lambda)$  en las longitudes de onda, si las hubiera, en las que  $F(\lambda)$  presente valores intermedios.

Los filtros espectrales utilizados para la obtención del índice G se definen como:

- a) L500: igual a la unidad para valores de  $\lambda$  entre 0 y 500 nm, nulo para valores de  $\lambda$  superiores.
- b) V: equivalente a la curva de sensibilidad fotópica de la visión humana definida por los estándares de la Commission International de l'Éclairage, normalizada a máximo unidad.

El procedimiento de obtención, a partir de los datos espectrales medidos en los laboratorios, es el siguiente:

Dado el espectro E de una fuente de luz y los filtros espectrales L500 y V, definidos todos ellos en función de la longitud de onda  $\lambda$  por las funciones  $E(\lambda)$ ,  $L500(\lambda)$ ,  $V(\lambda)$ , el índice espectral G se computa como el resultado de multiplicar por el factor -2,5 el logaritmo decimal del cociente de las integrales de los espectros filtrados, siendo el numerador  $E(\lambda) \cdot L500(\lambda)$  y el denominador  $E(\lambda) \cdot V(\lambda)$ . Las integrales se efectúan respecto de la longitud de onda en el intervalo 380-780 nm.

El cálculo práctico del índice G se efectuará aplicando la siguiente fórmula, a partir del espectro de la fuente de luz  $E(\lambda)$  tabulado con resolución (paso de la tabla) de 1 nm, y de la función de sensibilidad fotópica de la visión humana  $V(\lambda)$  normalizada a máximo unidad y tabulada con la misma resolución:

$$G = -2.5 \log_{10} \frac{\sum_{\lambda=380\text{nm}}^{500\text{nm}} E(\lambda)}{\sum_{\lambda=380\text{nm}}^{780\text{nm}} E(\lambda)V(\lambda)}$$

A fin de facilitar el cálculo de este nuevo indicador, la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio ha desarrollado una sencilla herramienta, disponible en su [web](#).

#### 4. EL ÍNDICE ESPECTRAL G EN EL FUTURO REGLAMENTO ANDALUZ

El índice G se incorpora al futuro Reglamento para la preservación de la oscuridad natural de la noche frente a la contaminación lumínica con el objeto de establecer los requerimientos ambientales



asociados a las fuentes de luz en función de la zona lumínica en que los sistemas de iluminación se encuentren.

En la siguiente tabla se presentan dichos requerimientos espectrales:

Zona lumínica	Índice espectral G
E1, E2 y E3 insertas en E1	$G \geq 2,0$
E3	$G \geq 1,5$
E4	$G \geq 1,0$

En la zona de influencia de un punto de referencia, definida como aquella en la que el observatorio astronómico, declarado como tal, lleva a cabo su actividad, se utilizarán **fuentes de luz ámbar asimilables a monocromáticas**, entendiéndose como tales aquellas cuyo **índice espectral G sea mayor o igual que 3,5**, la longitud de onda efectiva se encuentre en el intervalo 585-605 nm y la anchura del espectro sea menor o igual que 25 nm.

