

## **LUZ BLANCA EN LA NORMATIVA ESPAÑOLA COMO MEJORA DE LA SOSTENIBILIDAD**

**<sup>1</sup>Gutiérrez Escolar, A.; <sup>2</sup>Castillo Martínez, A.; <sup>3</sup>Gómez Pulido, J. M.; <sup>4</sup>Gutiérrez Martínez, J. M.; Garcia-Cabot, A.; <sup>5</sup>García López, E.**

**Departamento de Ciencias de la Computación, E.T.S. de Ingeniería Informática  
Universidad de Alcalá. 28871 Alcalá de Henares, Madrid**

**e-mail: <sup>1</sup>alberto.gutierrez@uah.es; <sup>2</sup>ana.castillo@uah.es; <sup>3</sup>jose.gomez@uah.es;  
<sup>4</sup>josem.gutierrez@uah.es; <sup>5</sup>eva.garcial@uah.es**

### **RESUMEN**

En la actualidad, en nuestro país debido al índice de reproducción cromática en las lámparas del alumbrado exterior, el color que suelen presentar es un color amarillento, lo cual puede tener graves consecuencias en la seguridad de los ciudadanos al distorsionar algunos aspectos de la realidad. Es por este motivo que pretendemos resaltar las bondades que presenta la luz blanca, como la mejora de la eficiencia energética o en el comportamiento de los usuarios a la hora de aprovechar los espacios públicos en horarios nocturnos. Para asegurarnos que la introducción de la Luz Blanca en la normativa no presenta inconvenientes, esta investigación se presenta dividida en tres campos diferentes: Crimen, Seguridad Vial y Eficiencia Energética, con el propósito de evaluar el mayor número de factores que afectan al alumbrado exterior.

Keywords: Alumbrado exterior, Eficiencia energética, Índice de reproducción cromática, Luz blanca, Seguridad.

### 1.- Introducción.

En el mercado existe una gran variedad de lámparas que pueden ser utilizadas para el alumbrado exterior, lo que dificulta la elección de un tipo de lámpara para nuestras instalaciones. La principal dificultad radica en la gran cantidad de factores que influyen en el alumbrado. El hecho de que la normativa española actual [1] no contemple todas los factores, ni tiene en cuenta todos los tipos de lámparas existentes en el mercado actual, condiciona la elección de la lámpara a aquellas de tipo vapor de sodio de baja presión debido a que son las más eficientes pese a no tener un elevado en la reproducción del color. En cambio, existen numerosas investigaciones en las que se estudia cómo influye el color de la fuente luminosa, obteniendo resultados concluyentes que no se deberían de pasar por alto. Por este motivo pretendemos realizar un breve repaso por algunos de los estudios más importantes en este aspecto y ver cómo se podría mejorar algunos aspectos de la normativa actual.



Fig. 1 - Bufanda iluminada con vapor de sodio a baja presión Ra<40 y la misma bufanda iluminada con LED Ra=60 [2]

### 2.- Situación Actual.

En España, la clasificación vial está regulada por el Real Decreto 1890/2008. Para clasificar entre los distintos tipos de vías se tiene en cuenta varios factores como la velocidad de la vía, la intensidad media de tráfico rodado o el flujo de personas. Sin embargo, en otros países como en Reino Unido, existen normativas [3] que tienen en cuenta otros factores como el índice de reproducción cromática o la tasa de criminalidad de la vía.

A continuación se muestra la clasificación realizada por Reino Unido, en la que se puede observar los factores utilizados para la clasificación.

Tasa de criminalidad	Ra	Clase de alumbrado					
		Bajo flujo de trafico		Bajo flujo de trafico		Bajo flujo de trafico	
		E1/E2	E3/E4	E1/E2	E3/E4	E1/E2	E3/E4
Bajo	<60	S5	S4	S4	S3	S3	S2
	≥60	S6	S5	S5	S4	S4	S3
Moderado	<60	S4	S3	S3	S2	—	S1
	≥60	S5	S4	S4	S3	—	S2
Alto	<60	S2	S2	S2	S1	—	S1
	≥60	S3	S3	S3	S2	—	S2

Tabla 1. Clase de alumbrado en el Reino Unido [3]

La clasificación de alumbrado de tipo S se corresponde con vías que presentan una velocidad de circulación inferior a 30Km/h, entre las que se encuentran también los carriles bici.

Actualmente en España no se tienen en cuenta las clasificaciones S5 y S6 con respecto a la normativa EN 13201-2:2003 [4] que corresponde a nivel Europeo. Para

ver las diferencias existentes en este aspecto se incluye la Tabla 2, en la que se presentan ambas clasificaciones.

EN 13201-2:2003			R.D. 1890/2008		
Clase de Alumbrado	Iluminación Horizontal		Clase de Alumbrado	Iluminación Horizontal	
	Em (lux)	Emin (lux)		Em (lux)	Emin (lux)
S1	15	5	S1	15	5
S2	10	3	S2	10	3
S3	7,5	1,5	S3	7,5	1,5
S4	5	1	S4	5	1
S5	3	0,6			
S6	2	0,6			

Tabla 2. Comparación de la Normativa Europea y Española

Como se puede apreciar en la clasificación realizada por la Unión Europea, los niveles de iluminación media van desde 2 lux hasta 15 lux.

### 3.- Estudios realizados hasta el momento.

Debemos tener en cuenta que cualquier modificación de la normativa no puede implicar una disminución de la seguridad de los ciudadanos. A continuación se presentan varios estudios realizados con el fin de asegurar que los cambios realizados no empeorarán las características de las vías residenciales en España. Para una mayor claridad, estas investigaciones se presentan divididas en tres campos diferentes.

#### 3.1.- Crimen.

Para un gran número de personas, la reducción del nivel de iluminación puede crear cierta sensación de inseguridad, ya que la visibilidad se reduce considerablemente. En algunos países como Reino Unido se tiene en consideración el índice de reproducción cromática con respecto al nivel de criminalidad de la vía, ya que se permite utilizar las grabaciones realizadas por las cámaras de seguridad en un juicio siempre y cuando las lámparas tengan un Ra superior a 80 [3]. Para comprobar cómo afectan las modificaciones del alumbrado a la delincuencia, se han realizado una serie de investigaciones entre las que se encuentra la realizada por el Instituto de Criminología de la Universidad de Cambridge [5] y el realizado en Australia por el Departamento de Servicios Urbanos [6].

##### 3.1.1.- Instituto de Criminología de la Universidad de Cambridge.

Esta institución realizó dos proyectos de investigación en el año 2000, los cuales fueron llevados a cabo en los municipios de Dudley y Stoke-on-Trent, en Reino Unido. La finalidad de ambos proyectos era la de ver cómo la mejora en la iluminación vial ayuda a reducir los índices de criminalidad, y estudiar si los ahorros producidos por esta reducción justifican la inversión producida en iluminación.

Para realizar ambos estudios se evaluó el índice de criminalidad de ambos municipios, comparándolos posteriormente con los resultados obtenidos después de las mejoras, observándose en ambos casos una reducción significativa de los delitos:

Dudley. Los crímenes disminuyeron un 41%, mediante la sustitución de lámparas de mercurio por lámparas de vapor de sodio de alta presión con (Ra=80).

Stoke. Los crímenes disminuyeron en 43%, mediante la sustitución de lámparas de tungsteno por lámparas de vapor de sodio de alta presión (Ra=80).

Finalmente se comprobó como el ahorro producido por el descenso de los delitos hace viable el coste de las mejoras en el alumbrado, favoreciendo a su vez la seguridad de los ciudadanos.

### 3.1.2.- Prevención de Crimen y Diseño Urbano de Australia.

El documento desarrollado por el Departamento de Servicios Urbanos de Australia presenta estudios muy interesantes respecto de cómo afecta el nivel de iluminación al nivel de delincuencia.

En estos estudios se indica cómo un 40 % de la delincuencia callejera se produce con niveles de iluminación de 5 lux o inferior y solo un 3 % de los delitos nocturnos se producen con niveles superiores a 20 lux. Estos datos resultan muy significativos a la hora de estudiar la ampliación de la clasificación del alumbrado tipo S en nuestro país.

### 3.2.- Seguridad Vial.

Otro de los aspectos a tener en cuenta a la hora de realizar una modificación en las normativas de alumbrado es la seguridad vial, por lo que cualquier cambio producido deberá de intentar mejorar este aspecto. Según algunos estudios [7], el riesgo de sufrir un accidente por la noche es 5,8 veces superior al de sufrir un accidente durante el día. Existen numerosos estudios que hablan de las ventajas que puede aportar la utilización de la luz blanca en la seguridad, entre los que se encuentra el realizado en la ciudad de Nueva York y el realizado por el Departamento de Transportes de Arizona, los cuales se presentan a continuación.

#### 3.2.1.- Centro de Investigación en Alumbrado, New York.

En esta investigación [8], publicada en 2007, trece sujetos se sometieron a una serie de pruebas de conducción durante el día y luego durante la noche. Durante estas pruebas se evaluó el tiempo de respuesta para ambas condiciones de iluminación. En total se llevaron a cabo 686 ensayos.

A continuación se muestran los resultados obtenidos para las diversas condiciones que se propusieron.

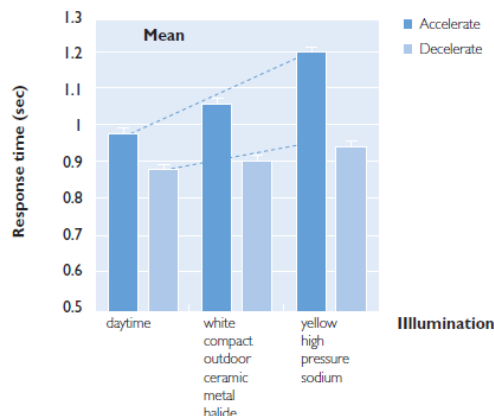


Fig. 2 - Tiempo de respuesta para diferentes condiciones

Como se puede observar el tiempo de respuesta es inferior con luz blanca que con luz amarilla.

#### 3.2.2.- Departamento de Transporte de Arizona.

El departamento de transporte de Arizona [9] ha analizado el tiempo de reacción durante la conducción con diferentes niveles de iluminación. Para ello se ha tenido

en cuenta tres tipos de lámparas: halogenuro metálico, vapor de sodio de alta presión y vapor de sodio a baja presión. Los resultados se pueden observar a continuación.

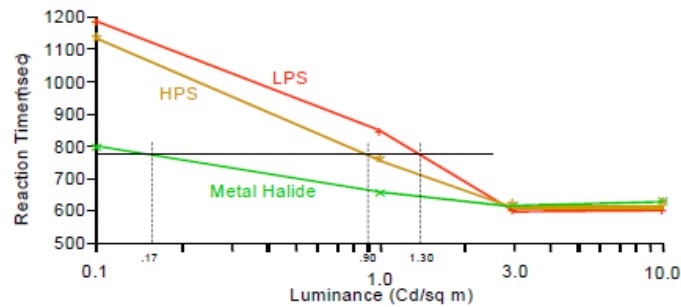


Fig. 3 - Tiempo de reacción en función del tipo de lámpara

Aunque los valores aportados en las diferentes investigaciones son distintos, ambos llegan a la misma conclusión, cuanto mayor es el índice de reproducción cromático menor es el tiempo de reacción.

### 3.3.- Eficiencia Energética.

Una de las características más importantes de la utilización de luz blanca es el ahorro energético. A continuación se presentan una serie de estudios que pretenden demostrar el beneficio aportado por este tipo de lámparas.

#### 3.3.1.- Universidad de FuDan. Departamento de Investigación Eléctrico.

En este estudio, realizado en 2007 en Shanghai [8], se pretende comparar dos carreteras que presentan niveles similares de iluminación. Para su realización se han elaborado una encuesta en la que los usuarios compararon la iluminación existente en ambas vías. Las principales características de ambas son:

North Hean Toad: iluminado con lámparas de 250 W de Vapor de Sodio Alta Presión, la cual presenta un color amarillo.

Qi Pu Road: iluminado con lámparas de 150 W de Halogenuro Metálico que aportan luz blanca.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la encuesta:

Preguntas	North Hean Toad	Qi Pu Road
¿Qué carreteras cree que esta mas iluminada?	7,70%	92,30%
¿Qué carretera ilumina mejor los objetos?	3,80%	96,20%
¿Qué carretera tiene mejor uniformidad?	0%	100%
¿Qué carretera deslumbra más?	57,70%	42,30%
¿Qué carretera tiene mejor uniformidad entre el centro y el lado de la carretera?	11,50%	88,50%
¿Qué carretera tiene una iluminación más auténtica de las personas u objetos de la calle?	11,50%	88,50%
¿Qué carretera cree usted que ofrece un ambiente más cómodo?	7,70%	92,30%

Tabla 3. Resultados de encuesta

Como puede apreciarse en la encuesta anterior, la vía que presenta una mayor aceptación por parte de los usuarios es la que presenta una fuente de luz blanca.

### 3.3.- Sensación de bienestar similar en Holanda y en España.

Se han realizado una serie de test tanto en Holanda como en España, durante los años 2006/2007 [8], los cuales consistían en comparar el reconocimiento facial antes y después de realizar la instalación de luz blanca.

La mayoría de los 200 entrevistados, afirmaron que mejoró la calidad, la seguridad y el reconocimiento facial.

### 3.4.- Centro de Investigación en Alumbrado, New York.

La investigación llevada a cabo por este centro [10], junto con Philips Lighting, tiene como objetivo conocer que factores afectan a la calidad de iluminación nocturna, el reconocimiento facial y la claridad.

El estudio fue realizado con halogenuros metálicos como “luz blanca” y con lámparas de vapor de sodio de alta presión como “luz amarilla”.

A continuación se muestra la tabla obtenida del estudio en la cual se refleja la aceptación de los usuarios en cuanto a la equivalencia lumínica de ambos tipos de luz.

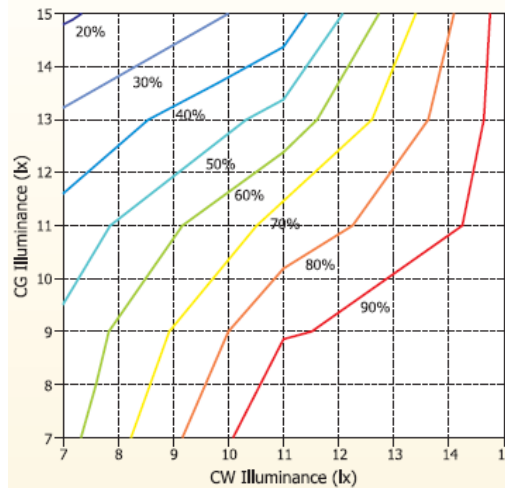


Fig. 4 - Porcentaje de aceptación

La conclusión obtenida en esta investigación fue que es posible reducir entre un 20-30% el nivel de iluminación si se utiliza una fuente de luz blanca.

### 3.5.- Estudio teorico.

Vamos a realizar un estudio mediante el software Dialux para validar la investigación realizada y demostrar el posible ahorro energetico.

Considerando un ayuntamiento que nos ha pedido renovar el tipo de lámpara en una calle ME3a iluminada con lámparas HPL de 250 W. Vamos analizar dos alternativas, una con luz blanca y otra con lámparas de sodio de alta presión.

La altura de los postes es de 8 metros con una separación de 24 metros.

El camino se compone de 2 carriles de 5,5 metros de ancho con una longitud de 1 Km, con un total de 42 luminarias.

Luminancia media (cd/m<sup>2</sup>)=1 cd/m<sup>2</sup>.

La siguiente tabla muestra los resultados teoricos.

	HPL 250 W	HPS 100W	White light 90 W
Potencia W	12684	5208	4158

Tabla 4. Potencia de las diferentes posibilidades

#### 4.- Conclusión.

Las investigaciones realizadas hasta el momento nos indican que se puede reducir aproximadamente un 20 % el nivel de iluminación si se utiliza una fuente de luz blanca.

Esta reducción de la clase de alumbrado permitiría un ahorro significativo sin disminuir la calidad de la instalación por lo que consideramos que la normativa española está pasando por alto un aspecto muy importante y en cambio otras normativas lo están llevando a cabo como por ejemplo Reino Unido.

A continuación mostramos la Tabla 4, para que pueda ser observado el posible ahorro:

Clase	Ilum. (lux)	Nueva Clase	Nuevo Ilum. (lux)	Ahorro% (Ilum.)
S1	15	S2	10	33%
S2	10	S3	7.5	25%
S3	7.5	S4	5	33%

Tabla 5. Ahorros estimados

#### REFERENCIAS.

- [1] Real Decreto 1890/2008, Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- [2] Exterior Spaces. A guide to energy efficient and cost effective lighting. Sustainable energy authority of Ireland.
- [3] British Standard 5489-1:2003 Code of practice for the design of road lighting- Part 1: Lighting of roads and public amenity areas.
- [4] EN 13201-2:2003. Road Lighting- Part 2: Performance requirements.
- [5] (2001). The financial benefits of improved street lighting, based on crime reduction. Kate A Painter, David P Farrington. Institute of Criminology, University of Cambridge, UK. Lighting Res. Technol. 33,1.
- [6] (2000). Australian Capital Territory. Crime Prevention and Urban Design. Resource Manual.
- [7] (2012). Godfrey Bridger ME, Bryan King. Lighting the way to road safety – A policy blindspot?. *Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference*. Wellington, New Zealand
- [8] White Light. Transforming your urban nightscape. Philips.
- [9] (2006). Roadway Lighting: An Investigation and Evaluation of Three Different Light Sources Final Report 522. Arizona Department of Transportation.
- [10] (2007). White Light at Night: Beyond Visual Performance. Lighting Research Center.