

Actas del I Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-eficientes

## EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL ALUMBRADO EXTERIOR EN ESPAÑA

<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.; <sup>5</sup>García-Cabot, A.

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>a.garcia@uah.es

### RESUMEN

El alumbrado público en España representa entre un 40% y 60 % del total del consumo eléctrico de las ciudades, lo que supone unos gastos de electricidad y mantenimiento en torno a los 1.200 millones de euros al año. Sin embargo, los avances realizados en esta materia pueden ayudar a reducir este consumo energético hasta en un 45%. Si echamos un vistazo al resto de los países de la Unión Europea, podemos comprobar como España es el país que presenta un mayor consumo energético en alumbrado exterior por habitante, llegando a duplicar el valor de países como Alemania o Reino Unido. Por este motivo pretendemos realizar un pequeño análisis sobre el estado de nuestras instalaciones, para lo cual realizaremos una comparación con uno de los países más eficientes de la Unión Europea, el Reino Unido. Esta comparación nos ayudará a analizar algunos de los aspectos que consideramos que han sido pasados por alto en la normativa de eficiencia energética de alumbrado exterior de España, los cuales podrían suponer un aumento en la eficiencia de nuestros sistemas de alumbrado, con el correspondiente ahorro energético que esto podría conllevar.

Keywords: Alumbrado exterior, Eficiencia energética, Índice de reproducción cromática, Lámpara, Regulación.

## 1.- Introducción.

El alumbrado público en España representa entre un 40% y 60 % del consumo eléctrico, lo que supone unos gastos de electricidad y mantenimiento en torno a los 1.200 millones de euros al año [2].

Según estudios realizados [3], se puede reducir el gasto energético de este tipo de instalaciones hasta un 45%. Para conseguir esta reducción existen numerosas posibilidades, tales como la reducción de los elevados niveles de iluminación, la mejora de la calidad de las luminarias o la eliminación de la contaminación lumínica. Estas mejoras suelen ir acompañadas de grandes inversiones que hacen en numerosas ocasiones no sean viables, por lo que en este documento se pretende estimar la posibilidad de obtener ahorros energéticos sin tener que realizar modificaciones de gran envergadura económica.

## 2.- Situación actual.

Actualmente nuestro país supera el consumo medio por habitante en alumbrado exterior con respecto a la mayoría de países de la Unión Europea. Según estudios realizados [4] España presenta un consumo aproximado de 118-114 kwh/año por ciudadano, muy por encima de los 90-77 de Francia o los 48-43 de Alemania.

A continuación se muestra en la fig.1 el gasto eléctrico en alumbrado público por habitante en diez países de la Unión Europea.

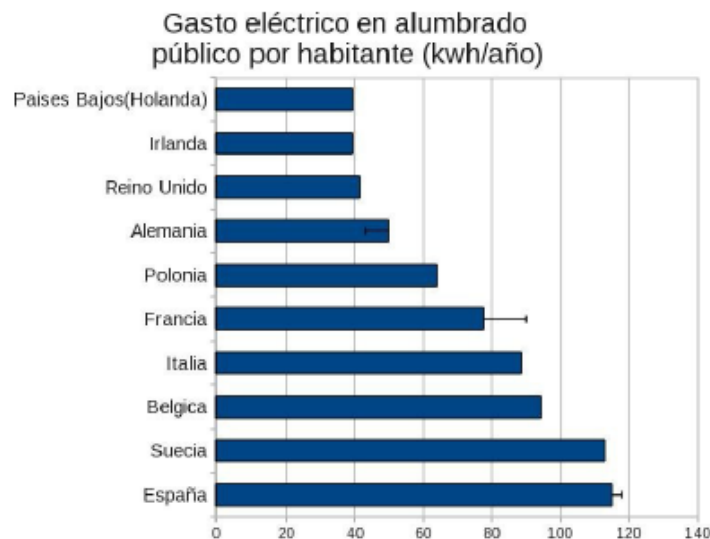


Fig.1 Gasto eléctrico en alumbrado público

Cabe destacar que no todos los países anteriores presentan características similares en cuanto al número de habitantes, superficie iluminada u horas de funcionamiento, por lo que se considera necesario realizar un análisis del comportamiento energético de los países en función de ambas características.

### 2.1.- Medición de la eficiencia energética.

Actualmente la eficiencia energética de los países se mide como un valor que tiene en cuenta el consumo por habitante, sin considerar la superficie, el nivel de iluminación o el número de horas de funcionamiento.

A continuación se muestra en la Tabla 1 en la que se puede observar cómo puede variar el consumo si tenemos en cuentas otros posibles aspectos de evaluación.

<b>España</b>	<b>Reino Unido</b>
<b>Habitantes</b>	<b>Habitantes</b>
43.038.000	60.035.000
<b>Kw/Habitante</b>	<b>Kw/Habitante</b>
118	41
<b>Kw/año</b>	<b>Kw/año</b>
5.078.484.000	2.461.435.000
<b>Horas Noche</b>	<b>Horas Noche</b>
4320	4488
<b>Kw/Hora Noche</b>	<b>Kw/Hora Noche</b>
1.175.575	548.448

Tabla. 1 Diferentes evaluaciones del consumo eléctrico

Si comparamos estos países podemos observar que no tienen el mismo número de horas de funcionamiento. Por ejemplo, al comparar España con Reino Unido vemos que allí tienen un 3% más de horas nocturnas, lo que hace suponer que para evaluar la eficiencia energética de una instalación se debería de tener en cuenta el número de horas de funcionamiento de esta.

## 2.2.- Inventario de luminarias.

Antes de ver donde se puede actuar, es necesario conocer los elementos instalados en cada país, ya que un consumo excesivo puede ser provocado por el uso de luminarias ineficientes.

Para realizar este inventario se ha utilizado los datos publicados en el documento Study for the European Commission DGTREN unit D3 [5], los cuales hacen referencia al inventario existente en el año 2005. Aunque los datos utilizados en principio puedan ser anticuados no existe gran diferencia con los datos del 2010 en España [6].

A continuación se muestra los inventarios realizados en nuestro país y en uno de los países con menor consumo por habitante, como es el Reino Unido:

<b>España</b>		<b>Reino Unido</b>		
<b>Lámparas</b>	<b>%</b>	<b>Lámparas</b>	<b>%</b>	
840.000	20,0%	0	0,0%	<b>HPM</b>
2.940.000	70,0%	3.181.000	40,6%	<b>HPS</b>
0	0,0%	3.454.000	44,1%	<b>LPS</b>
0	0,0%	0	0,0%	<b>MH</b>
420.000	10,0%	1193000	15,2%	<b>FL</b>
4.200.000	100,0%	7.828.000	100,0%	<b>Total</b>
<b>Lam/Km<sup>2</sup></b>	<b>Lam/Persona</b>	<b>Lam/Km<sup>2</sup></b>	<b>Lam/Persona</b>	
8,31	0,09	32,23	0,13	

Tabla. 2 Inventario de lámparas en España y Reino Unido

Como puede apreciarse en la tabla anterior, España presenta un menor número de lámparas que el Reino Unido. Sin embargo, tal y como se vio en el apartado anterior, nuestro país presenta un mayor consumo en iluminación. Esto se debe

principalmente a que las lámparas utilizadas producen un mayor consumo por unidad. Si analizamos el consumo medio por lámpara vemos como nuevamente España está a la cabeza, tal y como se muestra en la siguiente imagen:

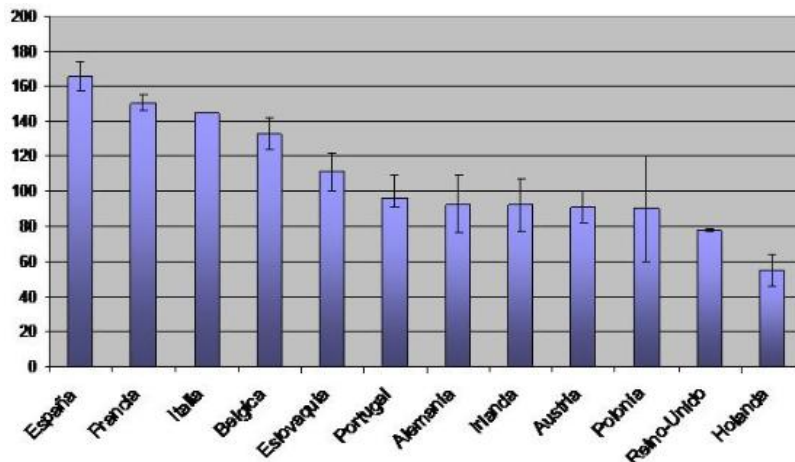


Fig.2 Potencia media por lámpara (W) [4]

El inventario anterior muestra la existencia de los siguientes tipos de lámparas en el alumbrado público de cada país:

- HPM: High pressure mercury lamps.
- HPS: High pressure sodium lamps.
- LPS: Low pressure sodium lamps.
- MH: High pressure ceramic metal halide lamps.
- FL: Fluorescent lamps.

Para comprender como afecta la eficiencia de la lámpara en el alumbrado exterior es necesario analizar la eficiencia de cada una de las lámparas (lum/W) por separado.

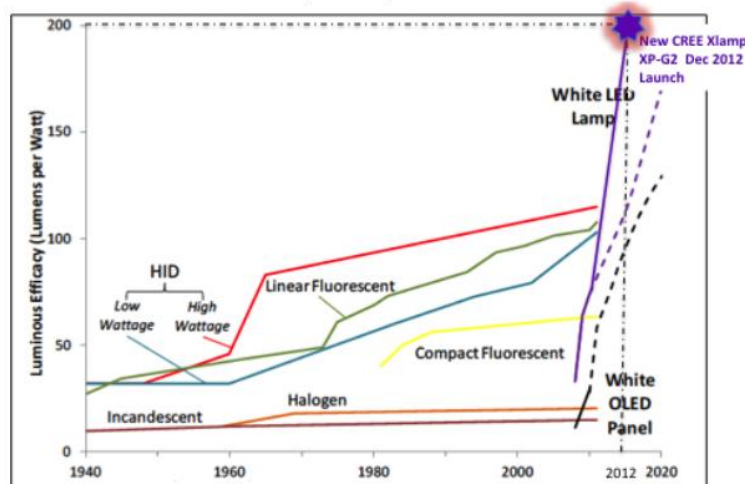


Fig.3 Eficiencia energética en función del tipo de lámpara [7]

Si nos fijamos en el inventario anterior, España no contaba con ninguna lámpara de tipo LPS que son las lámparas con mayor eficiencia hasta ese momento. Por el contrario se observa un gran porcentaje de lámparas de tipo HPM, que como se puede observar en el gráfico anterior no son las más eficientes, por lo que una posible mejora de la eficiencia en alumbrado exterior sería la sustitución de este tipo de lámparas por otras de mayor eficiencia.

Como dato a tener en cuenta, a lo largo del 2015 las lámparas HPM dejaron de ser fabricadas por su baja eficiencia [8], lo que nos indica que este tipo de instalaciones no dispondrán de material para la reposición de las mismas.

### 2.3.- Sistemas de regulación.

La finalidad de este tipo de elementos es ahorrar energía en las instalaciones de alumbrado exterior. Se recomienda utilizar algún tipo de sistemas de regulación, ya que este tipo de dispositivos permiten modificar sus características como son la intensidad de entrada o el flujo luminoso, pudiendo además modificar estas características de forma que se adapten a las condiciones que presente la vía en cada momento

Si echamos un vistazo a las instalaciones de alumbrado en España vemos como la mayoría no presenta ningún tipo de regulación, llegando en el caso de Andalucía a un 64% del total. Se trata de un dato preocupante, ya que de tener en cuenta algún tipo de sistema de regulación se podría conseguir un aumento en la eficiencia energética de las instalaciones.

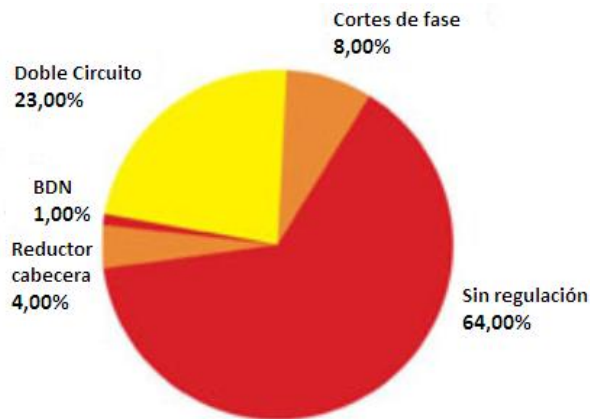


Fig.4 Clasificación de las instalaciones en Alumbrado Exterior en Andalucía [9]

### 3.- Parámetros donde actuar.

Existen varios aspectos donde las instalaciones de alumbrado público pueden mejorar su eficiencia sin tener que apagar las luminarias para disminuir el consumo. A continuación vamos a especificar los puntos donde consideramos que es posible mejorar la eficiencia energética de nuestra instalación sin realizar modificaciones que puedan suponer un coste elevado para el gestor.

#### 3.1.- Regulación de la Fococélula.

Uno de los aspectos más importantes en relación a las fotocélulas, y que no se tienen en cuenta en la normativa española, es el que hace referencia a los niveles de iluminación necesarios para realizar el encendido y apagado de las instalaciones. Estudios realizados en Reino Unido [10] estiman que los valores establecidos por la normativa pueden ser regulados de forma que ayuden al aumento de la eficiencia de la instalación. En ellos se estima que las instalaciones pueden encenderse cuando el nivel de iluminación sea equivalente a 35 lux, y apagarse con 18 lux. Con esta regulación se podría conseguir un ahorro aproximado de 92 horas de funcionamiento al año con respecto a los valores configurados de fábrica, los cuales están estipulados en 70 para el encendido y 35 para el apagado. En cambio otros estudios realizados en Australia [11], especifican que la instalación puede ser encendida cuando haya 10 lux y apagadas con 40 lux.

Algunos fabricantes de fotocélulas como Zodion, establecen que la relación ideal es encender con una iluminación de 20 lux y apagar con 10 lux. Este aumento en el

nivel del encendido se debe a que se tiene en cuenta el tiempo necesario para que las lámparas alcancen su valor nominal de iluminación. De este modo cuando se necesita el aporte de iluminación las lámparas estarán funcionando en régimen nominal.

### 3.2.- Regulación del Interruptor Crepuscular.

Según la normativa española todas las instalaciones que presenten una potencia instalada superior a 5kw deberán realizar las tareas de encendido y apagado por medio de un interruptor crepuscular o sistema centralizado, pero no se indica las especificaciones necesarias para su correcta regulación. En cambio las normativas de otros países si especifican estos valores.

En países como Reino Unido [12], la normativa indica que los relojes crepusculares deben de estar regulados de manera que su puesta en marcha se produzca 30 minutos después de la puesta de sol y se apagado 30 minutos antes de la salida del sol. De este modo el ahorro estimado para la instalación es de 1 hora al día.

### 3.3.- Luz blanca en alumbrado residencial.

Otro de los puntos en los que distan nuestra normativa y la de países como la de Reino Unido [12] es la clasificación del alumbrado en zonas residenciales. En nuestro país la clasificación de este tipo de alumbrado puede variar entre cuatro tipos distintos (S1 - S4), mientras que allí amplían esta clasificación hasta seis clases diferentes (S1- S6).

Uno de los aspectos más llamativos de la normativa de Reino Unido es que tiene en cuenta el índice de reproducción cromática de la fuente de luz, permitiendo reducir los niveles de iluminación en aquellas instalaciones que presentan luz blanca, la cual se caracteriza por tener un índice de reproducción cromática superior a 60.

A continuación se muestra la Tabla 3 en la que se refleja esta modificación y el ahorro que puede suponer la utilización de este tipo de luz en áreas residenciales.

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%
S4	5	S5	3	40%
S5	3	S6	2	33%
S6	2			

Tabla. 3 Ahorro con luz blanca en áreas residenciales

## 4.- Conclusiones.

Se considera que las modificaciones contempladas en este artículo pueden ayudar a mejorar la eficiencia de las instalaciones españolas sin necesidad de realizar grandes inversiones, ya que bastaría con la configuración de los sistemas de regulación existentes de modo que su comportamiento sea el correcto. Estos cambios podrían suponer un ahorro energético considerable en el alumbrado exterior de nuestro país.

Para la elaboración de este estudio nos hemos basado fundamentalmente en la normativa de Reino Unido, ya que es uno de los países que presenta una mayor eficiencia energética en Europa. De este modo se pretende realizar una pequeña comparación entre ambas normativas, y mostrar cómo nuestra normativa no tiene en cuenta algunos aspectos que en otros países más eficientes sí.

## REFERENCIAS.

- [1] España. 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. Boletín Oficial del Estado, 19 de noviembre 2008, núm. 279, p.45988-46057.
- [2] Silvero-Hormigo Ramón. "La mejora de la eficiencia en el alumbrado público y privado en España". Seminario de Gestión Ambiental, La eficiencia en el alumbrado. Sevilla 26 de enero de 2012. Disponible en Web: <[http://www.fundaciongasnaturalfenosa.org/SiteCollectionDocuments/Actividades/Seminarios/Sevilla%202012%2001%2026/1.\\_Ramon\\_Silvero.pdf](http://www.fundaciongasnaturalfenosa.org/SiteCollectionDocuments/Actividades/Seminarios/Sevilla%202012%2001%2026/1._Ramon_Silvero.pdf)> [Consulta 03 de abril de 2013].
- [3] Herranz Carlos. "Entrevista a Alfonso Beltrán García-Echaniz, Director general del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)". Física y sociedad. Junio 2011. Vol.21 p.26-29.
- [4] Silvero-Hormigo Ramón. "La mejora de la eficiencia en el alumbrado público y privado en España". Seminario de Gestión Ambiental, La eficiencia en el alumbrado. Sevilla 26 de enero de 2012. Disponible en Web: <[http://www.fundaciongasnaturalfenosa.org/SiteCollectionDocuments/Actividades/Seminarios/Sevilla%202012%2001%2026/1.\\_Ramon\\_Silvero.pdf](http://www.fundaciongasnaturalfenosa.org/SiteCollectionDocuments/Actividades/Seminarios/Sevilla%202012%2001%2026/1._Ramon_Silvero.pdf)> [Consulta 03 de abril de 2013]
- [5] Van Tichelen P. Geerken T. Jansen B. Vanden Bosch M. Van Hoof V. Vanhooydonck L. Vercalsteren A. (2007). Study for the European Commission DGTREN unit D3.
- [6] Alumbrado Exterior. IDAE. Disponible en web: <http://www.idae.es/index.php/id.644/re/menu.355/mod.pags/mem.detalle>.
- [7] Godfrey Bridger, Bryan King. "Lighting the way to road safety – A policy blindspot,". Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference. 2012. Nueva Zelanda.
- [8] Directiva 2011/65/UE del parlamento Europeo del consejo de 8 de junio de 2011 sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- [9] Guía de ahorro y eficiencia energética en municipios. IDAE. Agencia Andaluza de la Energía. Consejería de Economía, Innovación y Ciencia. Depósito Legal: SE-632-2011. Disponible en Web:< [http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/guia\\_de\\_ahorro\\_y\\_eficiencia\\_energética\\_web\\_def1.pdf](http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/sites/default/files/guia_de_ahorro_y_eficiencia_energética_web_def1.pdf)>. Pág. 20 de 97
- [10] Central Bedfordshire Council. Lighting Report. 10 July 2009, p. 9 of 34.
- [11] Northern Alliance for Greenhouse Action. Sustainable Public Lighting Testing Program. June 2008. >. Page 14 of 41.
- [12] British Standard 5489-1:2003 Code of practice for the design of road lighting- Part 1: Lighting of roads and public amenity areas.