

02-004

## **PUBLIC PROCUREMENT OF MUNICIPAL WORKS. ANALYSIS OF PUBLIC LIGHTING PROJECTS**

*Ferrer Gisbert, Pablo S.* <sup>(1)</sup>; *Fuentes Bagues, José Luis* <sup>(2)</sup>; *González Cruz, M Carmen* <sup>(2)</sup>; *Bastante Ceca, M José* <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Dto Proyectos de Ingeniería (Univ. Politècnica de València), <sup>(2)</sup> Universitat Politècnica de València

The public procurement of works from the local administration includes building projects, civil works as well as repair, rehabilitation and maintenance of municipal infrastructure such as lighting, air conditioning, roads and sidewalks, etc., which involves a very wide range of types of work.

Following a study carried out on the public contracting of works in the Valencian Community during the years 2016 and 2017, it has been possible to confirm that public lighting projects (whether new installations or improvements to existing ones) are relatively frequent. For this reason, this communication is proposed to carry out an analysis of this type of project, identifying its main characteristics, typologies, economic impact, aspects of the tender, etc.

*Keywords: public procurement; municipal level; public lighting*

## **LA CONTRATACIÓN PÚBLICA DE OBRAS MUNICIPALES. ANÁLISIS DE LOS PROYECTOS DE ALUMBRADO PÚBLICO**

La contratación pública de obras desde la administración local comprende proyectos de edificación, obra civil así como trabajos de reparación, rehabilitación y mantenimiento de infraestructuras municipales como alumbrado, climatización, viales y aceras, etc., lo que supone un abanico muy amplio de tipologías de obra.

Tras un estudio realizado sobre la contratación pública de obras en la Comunidad Valenciana durante los años 2016 y 2017, se ha podido comprobar que los proyectos de alumbrado público (ya sean instalaciones nuevas o mejora de las existentes) son relativamente frecuentes. Por este motivo se propone esta comunicación que tiene como objeto realizar un análisis de este tipo de proyectos, identificando sus principales características, tipologías, repercusión económica, aspectos de la licitación, etc.

*Palabras clave: contratación pública; ámbito municipal; alumbrado público*

Correspondencia: Pablo Ferrer Gisbert      pferrer@dpi.upv.es



©2020 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## 1. Introducción

La contratación pública de obras por parte de la administración local comprende tanto proyectos de edificación (colegios, bibliotecas, etc.) como de obra civil (urbanizaciones, parques y jardines, infraestructuras deportivas, etc.). Además también se dan trabajos de reparación, rehabilitación y mantenimiento de las infraestructuras municipales como alumbrado, climatización, viales y aceras, etc., todo lo cual supone un abanico muy amplio de tipologías de obra.

Desde el punto de vista económico, la contratación pública de obras de construcción en el año 2016 en la Comunidad Valenciana ascendió a 360.068.000 € y en el año 2017 a 550.131.000 €. De este montante global, 109.498.000 € y 176.792.000 € respectivamente fueron licitados en obras consideradas dentro del subsector Edificación (Ministerio de Fomento, 2019).

No se dispone de un dato directo de la inversión realizada por los Ayuntamientos en el subsector Edificación pero si se utiliza el porcentaje de inversión realizado a nivel nacional por los Ayuntamientos respecto a los Entes Territoriales (38,77% para el año 2016 y 38,83% para el año 2017), se puede estimar que la inversión en obras de construcción del subsector Edificación en la Comunidad Valenciana rondaría sobre los 42.450.0000 euros para el año 2016 y los 68.650.000 euros para el año 2017, lo que supone una cuantía considerable y con un efecto muy importante ya que se traduce en infraestructuras muy próximas a los ciudadanos.

En un estudio realizado sobre la contratación pública en la Comunidad Valenciana durante los años 2016 y 2017 (Ferrer-Gisbert, Fuentes-Bargues y González-Cruz, 2018) se ha podido comprobar que uno de los tipos de proyecto más licitados por la administración local son las instalaciones de alumbrado público y sus mejoras, sin duda debido a las ventajas de la tecnología de alumbrado LED (Light Emitting Diode) en cuanto a eficiencia energética y durabilidad frente a las existentes. Por otra parte, en las pasadas décadas, se ejecutaron un gran número de proyectos de instalaciones de alumbrado público atendiendo en ocasiones a criterios meramente estéticos y de maximización de niveles lumínicos, sin tener suficientemente en cuenta el rendimiento energético y la contaminación lumínica.

El alumbrado público supone algo más del 2% del consumo eléctrico mundial y alrededor del 80% del municipal. Por dicho motivo y aprovechando los pliegos, datos de adjudicación y proyectos que pudieron recopilarse durante el referido estudio se propone este estudio, más específico, cuyo objeto consiste en realizar un análisis de los proyectos de alumbrado público identificados en la Comunidad Valenciana durante los años 2016 y 2017. Con ello se pretende analizar las características técnicas más frecuentes en dichos proyectos así como los principales aspectos de sus procesos de licitación.

La búsqueda en la Plataforma de Contratación de la Generalitat Valenciana se realizó con los siguientes criterios: fechas de presentación de ofertas entre el “01-01-2016 y el 31-12-2017”, tipo de contrato “Obras” y mostrando tanto los organismos y ofertas vigentes como las no vigentes. La búsqueda en la Plataforma de Contratación del Estado se realizó con los siguientes criterios: presentación entre el “01-01-2016 y el 31-12-2017”, tipo de contrato “Obras”, país “España” y lugar de ejecución “Comunidad Valenciana”.

Para filtrar los pliegos objeto del presente artículo hemos utilizado tanto la búsqueda por palabras (“alumbrado público”, “iluminación”) como los códigos CPV, si bien estos admiten por lo general excesiva variabilidad para resultar útiles. Entre las licitaciones seleccionadas hemos encontrado codificaciones tan variadas como: 45316100-6 Instalación de equipo de alumbrado exterior, 45316110-9 Instalación de equipo de alumbrado para carreteras, 34928530-2 Lámparas de alumbrado público, 45310000-3 Trabajos de instalación eléctrica o

incluso 45200000-9 Trabajos generales de construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil.

## 2. Marco normativo

La reglamentación y normativa relacionada con los proyectos de alumbrado público es muy extensa por lo que recogemos aquí la más importante.

De ella, la reglamentación vigente más antigua se recoge en la instrucción técnica ITC-BT-09 “Instalaciones de alumbrado exterior” del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (España, 2002) y su guía técnica de aplicación, que data de 2004 y no ha sufrido revisiones posteriores. En ellas se determinan los criterios de diseño y dimensionado de este tipo de instalaciones incluyendo cuadros de mando y protección, redes de alimentación, luminarias y equipos, soportes y puestas a tierra.

En 2008 (España, 2008) se publica el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias EA-01 a EA-07, con una guía técnica que lo desarrolla que se publica en 2013. Es de obligado cumplimiento para instalaciones de potencia instalada mayor de 1 kW y su objeto es doble. Por una parte mejorar la eficiencia y ahorro energético, y por otra limitar el resplandor luminoso nocturno o contaminación luminosa y reducir la luz intrusa o molesta. En sus instrucciones técnicas se regulan cuestiones como la eficiencia energética; los niveles de iluminación; el resplandor luminoso nocturno y la luz intrusa o molesta; los componentes de las instalaciones; la documentación técnica, verificación e inspecciones; el mantenimiento de la eficiencia energética o las mediciones luminotécnicas.

Su guía técnica de aplicación cuenta además con tres interesantes anexos. El primero recoge cuatro ejemplos de aplicación, el segundo sobre criterios generales para la redacción de un proyecto de alumbrado, y el tercero sobre actuaciones de mejora y su relación con los accidentes de tráfico. El segundo resulta de particular interés para el diseño de las instalaciones ya que recoge recomendaciones de diseño generales relativas, por ejemplo, al factor de mantenimiento (como mínimo de 0,8), eficacia mínima de lámparas LED (110 lm/W), flujo hemisférico superior FHS (<1%), rendimiento (>75%) o factor de utilización (entorno al 0,5).

Debido a que, por la fecha de publicación, en el Reglamento de Eficiencia Energética de Instalaciones de Alumbrado Exterior no se contempló la aplicación de esta tecnología (aunque sí en su guía técnica), en 2011 se publica el documento “Requerimientos Técnicos exigibles para luminarias con tecnología LED de alumbrado exterior” (CEI, 2011), elaborado por el Comité Español de Iluminación (CEI) y a iniciativa del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Debido a la rápida evolución tecnológica y normativa sufre diversas revisiones siendo la más reciente de 2019. El objeto del mismo es desarrollar aquellos conceptos y requerimientos técnicos que han de cumplir los productos técnicos y las propias empresas que ofrezcan tecnología LED y garantizar que los resultados lumínicos, económicos y de explotación, una vez instalados, se correspondan con los presentados en los estudios previamente realizados. Uno de los apartados más importantes es el que detalla la memoria técnica sobre las características generales de la luminaria y sus componentes que debe facilitar cualquier fabricante para la incorporación al proyecto.

Existe numerosa normativa sobre iluminación de carreteras y túneles que no se ha considerado en este apartado ya que la mayoría de los proyectos hacen referencia a vías urbanas.

### 3. Metodología

La metodología de este estudio se basa en primer lugar en una recopilación y análisis de pliegos de contratación de obras públicas en los municipios de la Comunidad Valenciana durante los años 2016 y 2017.

Para la búsqueda de procedimientos de contratación de obras se utiliza el portal de búsqueda de licitaciones públicas de la Generalitat Valenciana (GVA, 2018) y el portal de búsqueda de licitaciones públicas del Estado (PCE, 2018) (Figura 1) y en algunos casos los perfiles del contratante de algunos municipios que no volcaban su información a estas plataformas y utilizaban únicamente sus perfiles del contratante<sup>1</sup>.

La búsqueda en las plataformas se ha realizado con los siguientes criterios: fechas de presentación de ofertas entre el "01-01-2016 y el 31-12-2017", tipo de contrato "Obras" y mostrando tanto los organismos y ofertas vigentes como las no vigentes.

De los expedientes localizados se ha recogido la información resumida que aparece en el registro de las plataformas (descripción, presupuesto base de licitación, fecha de presentación, código CPV, etc.), así como toda la documentación aneja que estaba disponible, en especial el pliego de cláusulas administrativas particulares que es donde se refleja la mayor parte de la información del expediente de contratación y el proyecto o memoria técnica, que es donde se describen las principales características de los equipos y materiales empleados.

**Figura 1: Plataforma de Contratación del Sector Público, 2018**

PLATAFORMA DE CONTRATACION DEL SECTOR PÚBLICO

Inicio Licitaciones Perfil Contratante Empresas Organismos Públicos Verificar CSV Información Contacto Buscador

Licitaciones Búsqueda Detalle

### Formulario de Búsqueda

#### Licitaciones

Expediente:  País: Todos

Tipo de Contrato: Todos Lugar de Ejecución:

Código CPV:  Añadir Selección CPV

CPV Seleccionados:  Quitar

Organización contratante:  Presentación:  y

Nombre O. Contratación: -- Todos -- Procedimiento: Todos (excepto contratos menores)

Estado:  Fecha publicación entre:  y

Adjudicatario:  Importe: desde  hasta

Buscar Limpiar

Búsqueda avanzada (Solo Perfiles del Contratante en la Plataforma del Sector Público)

Posteriormente se ha procedido a realizar un estudio del contenido de estos documentos y a realizar un análisis de las características de los proyectos de alumbrado público y de su contratación. Se ha de señalar que los procedimientos con los que se trabaja en este estudio fueron licitados en el año 2016 y 2017, estando en vigor el el RDL 3/2011, por el que se aprobaba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público (TRLCSP)

<sup>1</sup> En la LCSP 9/2017 (entrada en vigor 08-03-2018) (España, 2017), los entes locales tendrán la obligatoriedad de publicar, además de en su perfil del contratante, los datos también en la plataforma de contratación estatal o en la plataforma de contratación autonómica correspondiente.

(España, 2011), por lo que se han analizado los aspectos relativos a los procedimientos de contratación, criterios de adjudicación, etc., desde la perspectiva de esta norma.

### **3. Resultados**

En la Tabla 1 se recogen los expedientes de contratación de instalaciones de alumbrado público identificadas y licitadas por los Ayuntamientos de la Comunidad Valenciana. De los 23 proyectos identificados, 5 fueron licitados en Ayuntamientos de la provincia de Valencia, 11 en la provincia de Alicante y 7 en la provincia de Castellón. Respecto a las anualidades, 10 proyectos fueron licitados en el año 2016 y 13 en el año 2017.

En primer lugar, se ha de señalar que no se dispone del proyecto técnico en todos los procedimientos, ya que al igual que en otras investigaciones sobre contratación pública, no está disponible toda la información al público, o si la estuvo fue durante el período de licitación de la obra. Con todo, se dispone de datos relativos a la contratación de los 23 proyectos identificados y datos del proyecto técnico de 17 de ellos.

#### **3.1 Características técnicas de los proyectos de la muestra.**

Debido a las ventajas que suponen las lámparas LED frente a las más habituales antes de su instalación generalizada (como las lámparas de descarga de vapor de sodio a alta presión, VSAP, o halogenuros metálicos) conviene mencionar que en la muestra analizada, el grueso de los proyectos (18 de 23 proyectos) hacen referencia a mejoras o reformas de instalaciones ya existentes. Por otra parte, y como es lógico, el grueso de los expedientes se refiere a alumbrado viario mientras que solo 3 abordan el alumbrado deportivo (identificadores 3, 20 y 23).

En ellos, cuando es posible, se intenta aprovechar las columnas o báculos, las canalizaciones y el cableado existente. Ello provoca que en ocasiones no se alcancen las uniformidades requeridas debido, por una parte, a que la disposición de las luminarias existente obedece fundamentalmente a criterios de economía de cableado y canalización, empleando distribuciones unilaterales para calles demasiado anchas. Y por otra a la direccionalidad de las lámparas LED que puede dar lugar a zonas de elevadas iluminancias próximas a zonas muy oscuras.

Otra de las ventajas significativas respecto a las lámparas de vapor de sodio alta presión, de rendimiento relativamente elevado, consiste en la mejora notable del rendimiento cromático del alumbrado. A diferencia de las primeras, que solo emiten en una banda de frecuencia muy limitada, dando una luz amarilla que dificulta la percepción de los colores, la iluminación con LED es más similar a la luz del día al abarcar todo el espectro visible. Aunque las lámparas LED más eficientes tienden a emitir una luz blanca fría esto no suele suponer ninguna molestia.

Aunque hubiese sido deseable poder clasificar los proyectos analizados para poder establecer comparaciones desde un punto de vista técnico mediante ratios como, por ejemplo, €/W, W/m<sup>2</sup>, W/m<sup>2</sup> lux, etc. no ha resultado posible por un doble motivo. En primer lugar porque son muchas las características que, incluso dentro de un mismo proyecto, incrementan la heterogeneidad de la muestra: nivel de iluminación, tipo de vía, altura de las luminarias, potencia y tipo de lámparas, distribución (unilateral, bilateral, tresbolillo), separación, etc. Y, en segundo lugar, porque no todos los proyectos son todo los completos que cabría esperar en cuanto a justificación de cálculos y justificaciones económicas. Con todo, podemos establecer una serie de generalidades técnicas comunes a la mayoría de proyectos de la muestra. Por su puesto, cualquier solución debe cumplir con los requerimientos reglamentarios que se omiten aquí por su extensión.

**Tabla 1: Instalaciones de alumbrado público licitadas por ayuntamientos de la Comunidad Valenciana en los años 2016 y 2017. Fuente: Elaboración propia a través del análisis de varios perfiles del contratante**

Id	Descripción Obra	Órgano contratante	Año Licitación	Duración (meses)	Precio sin IVA €	Procedimiento	Forma de adjudicación
1	Reforma y adecuación de la instalación eléctrica de alumbrado público en la calle Pujada Sant Cristòfol, Sagrador, la Torreta y les Costes, dentro del polígono industrial de Sant Cristòfol; mejora de la red contra incendios y señalización	Ayto. de Cocentaina	2017	2,5	232.467,33	Abierto	solo criterio
2	Mejora del alumbrado público en la avenida Jaime Chicharro de Burriana, cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional en el marco del Programa Operativo de Crecimiento Sostenible 2014-2020.	Ayto. de Burriana	2017	3	122.980,01	Abierto	solo criterio
3	Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de alumbrado exterior del recinto polideportivo de Llombai de Borriana (Plan Castellón 135)	Ayto. de Burriana	2017	0,7	36.790,08	Abierto	solo criterio
4	Obras de instalación de alumbrado público en la urbanización URMI	Ayto. de Peñíscola	2017	4	155.856,39	Abierto	varios criterios
5	Obras de instalación de alumbrado público en el Camino Cervera	Ayto. de Peñíscola	2016	3	118.652,91	Abierto	varios criterios
6	Obras de renovación para ahorro energético del alumbrado público de la zona centro y parque glorieta de Segorbe	Ayto. de Segorbe	2016	1	74.771,34	Abierto	varios criterios
7	Obras de instalación de alumbrado público para la renovación y mejora de la eficiencia energética del alumbrado público en 4 zonas, en el municipio de El Campello	Diputación Provincial de Alicante	2017	6	500.000,00	Abierto	varios criterios
8	Obras de reforma del alumbrado público en el casco urbano de Algorfa	Diputación Provincial de Alicante	2017	6	292.561,98	Abierto	varios criterios

Id	Descripción Obra	Órgano contratante	Año Licitación	Duración (meses)	Precio sin IVA €	Procedimiento	Forma de adjudicación
9	Contrato de obra de mejora de la eficiencia energética en la instalación exterior en el Municipio de Bellreguard.	Ayto. de Bellreguard	2017	5	119.004,34	Abierto	varios criterios
10	Obras de mejoras del alumbrado público en plaza Pau i llibertat, Camino de la Torre del Virrey, Antonio Machado y Apeadero Montesol	Ayto. de L' Eliana	2017	2	57.933,88	Negociado sin publicidad	solo criterio
11	Obra de reposición de la red alumbrado del Parque de Marxalenes	Ayto. de Valencia	2017	3	133.135,94	Abierto	varios criterios
12	Obra de mejora de la eficiencia energética en el alumbrado público (Barrios San Blas y San Gabriel)	Ayto. de Alicante	2016	3	529.970,43	Negociado con publicidad	varios criterios
13	Obra de mejora de la eficiencia energética en el alumbrado público Avda. de la Estación, Alfonso el Sabio y Explanada	Ayto. de Alicante	2016	2	172.508,91	Negociado con publicidad	solo criterio
14	Instalación de alumbrado público en varias partidas rurales del término municipal de Alicante 2016	Ayto. de Alicante	2016	2	99.173,56	Negociado con publicidad	solo criterio
15	Mejora de la eficiencia energética en el alumbrado público en el ámbito de la estrategia de desarrollo urbano sostenible integrado (EDUSI) Área de las Cigarreras, del municipio de Alicante, cofinanciado por la Comisión Europea	Ayto. de Alicante	2017	4	743.749,37	Abierto	varios criterios
16	Proyecto de eficiencia en alumbrado público en la avenida Rey Don Jaime de Castellón de la Plana	Ayto. Castellón	2016	-	79.485,86	Negociado sin publicidad	varios criterios
17	Instalación de alumbrado público en cuadra LaTorta	Ayto. Castellón	2016	-	78.353,19	Negociado sin publicidad	varios criterios
18	Renovación del alumbrado público en el P.P. Rocío del Mar y sector Cala Dorada	Ayto. de Torrevieja	2016	4	297.159,55	Negociado con publicidad	solo criterio
19	Mejora del alumbrado público en la zona norte	Ayto. de San Vicente del Raspeig	2016	3	82.644,63	Abierto	solo criterio
20	Mejora del alumbrado del campo de fútbol anexo de la Ciudad Deportiva municipal	Ayto. de San Vicente	2017	4	120.741,62	Abierto	varios criterios

Id	Descripción Obra	Órgano contratante	Año Licitación	Duración (meses)	Precio sin IVA €	Procedimiento	Forma de adjudicación
		del Raspeig					
21	Mejora de la red de alumbrado público en la urbanización Haygón	Ayto. de San Vicente del Raspeig	2016	4	479.338,84	Abierto	varios criterios
22	Obras mejora instalaciones alumbrado público mediante la tecnología led	Ayto. de Puzol	2017	3	78.510,00	Negociado sin publicidad	varios criterios
23	Obras de sustitución de las torres de iluminación del campo de fútbol "Mundial 82" de Catarroja	Ayto. de Catarroja	2017	2	91.302,51	Abierto	varios criterios

De manera comparativa hacemos referencia a algunas de las conclusiones del estudio llevado a cabo por Pérez y Gago (2017). En él se analizaron 53 licitaciones relacionadas con actuaciones sobre instalaciones de alumbrado público, publicadas en España entre 2014 y 2016, si bien solo 22 de ellas adjuntaban a los pliegos una auditoría o proyecto energético. Otra diferencia respecto a nuestro estudio estriba en que incluyeron 7 licitaciones ofrecidas a Empresas de Servicios Energéticos (ESEs) para la gestión del alumbrado durante un número de años.

El factor de mantenimiento, o relación entre la iluminación media en la zona después de un periodo determinado de funcionamiento y la iluminación media al inicio del mismo, más frecuentemente utilizado ha sido de 0,8. Aunque solo en algunos proyectos su cálculo se justifica adecuadamente.

Por lo general se conectan a la instalación de tierra todas las columnas metálicas, en lugar de 1 cada 5 como marca el mínimo reglamentario, mediante sus correspondientes picas de puesta a tierra. Y se conectan entre sí mediante conductor de cobre aislado de 16 mm<sup>2</sup> de sección.

La vida media de las lámparas oscila entre las 50.000 y las 100.000 horas.

En la mayoría de proyectos el software de cálculo empleado ha sido Dialux, programa desarrollado por la empresa alemana Dial, gratuito para el usuario al incorporar datos de múltiples fabricantes asociados. Cabe señalar que el software utiliza estándares internacionales pero no recoge determinadas particularidades reglamentarias nacionales como, por ejemplo, la limitación que impone el RD 1980/2008 de no sobrepasar el 120% del nivel de iluminación máximo establecido para una vía (Pérez & Gago, 2017).

Los equipos auxiliares de encendido de las luminarias LED están compuestos de transformadores estabilizadores de baja tensión, que incluyen protección contra sobretensiones de hasta 10 KV y térmica, así como compensación del flujo luminoso para compensar la depreciación a lo largo de la vida útil de la lámpara, incluso reducción de flujo. Sustituyen así a los tradicionales reductores de flujo electromagnéticos, utilizando un sistema similar a los reductores de flujo mediante reactancia electrónica. La corrección del factor de potencia se realiza generalmente hasta 0,90 como mínimo y van alojados en el interior de las luminarias.

La red de energía eléctrica es trifásica a 4 hilos, con una tensión entre fases de 400 V y una tensión simple de 230 V. Y el tendido, subterráneo o aéreo grapeado sobre fachada.

Eficiencia de las luminarias empleadas es superior a 110 lm/W.

### Resplandor luminoso nocturno

El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, procedente, entre otros orígenes, de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas. Según el tipo de actividad a desarrollar se clasifican las diferentes zonas en función de la protección contra la contaminación luminosa requerida.

La luminosidad del cielo producida por las instalaciones de alumbrado exterior depende del flujo hemisférico superior instalado y es directamente proporcional a la superficie iluminada y a su nivel de iluminancia, e inversamente proporcional a los factores de utilización y mantenimiento de la instalación. El flujo hemisférico superior instalado FHSinst o emisión directa de las luminarias a implantar en cada zona no debe superar los límites reglamentarios. Como las lámparas LED emiten únicamente en un hemisferio, en este tipo de luminarias los difusores y ópticas no son tan críticos. Esto combinado con el tipo de

luminaria (cut-off o semi cut-off) posibilita niveles de contaminación lumínica reducidos. Sin embargo, en algunos proyectos se sustituyen las lámparas sobre luminarias existentes, carentes de bloque óptico, lo que empeora el rendimiento al disiparse luz hacia los laterales y hacia arriba.

### Regulación y control

Existen diversas tecnologías posibles: célula fotoeléctrica, reloj, programa astronómico, reductor de flujo en cabecera, drivers o balastos electrónicos regulables, telegestión en grupo, telegestión punto a punto. De ellas la más empleada es el programador astronómico que automatiza el control del horario de encendido y apagado según el horario solar de la zona donde está instalado.

Los dispositivos de alimentación y control electrónico (drivers) son los elementos auxiliares básicos para regular el funcionamiento de los módulos LED, adecuando la energía eléctrica de alimentación recibida por la luminaria a los parámetros exigidos para un correcto funcionamiento del sistema. Permiten controles más eficientes y posibilitan la reducción por escalones de forma progresiva.

Como se ha indicado, el propio equipo de encendido de la luminaria LED incluye la reducción de flujo individual por punto de luz de forma autónoma, consiguiendo una reducción del consumo eléctrico en las horas de menores requerimientos de iluminación y estabilizando la tensión a altas horas de la noche, cuando esta es mayor. Incluyen además la posibilidad de reducción utilizando línea de mando.

Las instalaciones más avanzadas incorporan sistemas de gestión telemática de los cuadros, que permiten monitorizar sus consumos en tiempo real, lo que permite alcanzar mayores ahorros energéticos a través de una buena gestión. Sin embargo, la mayor inversión requerida solo lo justifica en grandes poblaciones o para requerimientos especiales como en el caso de fiestas.

Es importante señalar que las lámparas de tecnología LED son compatibles, sin precisar equipamientos especiales, con equipos de ahorro, estabilizadores-reductores de tensión, existentes en ocasiones en la cabecera de los cuadros de protección y control de instalaciones con lámparas de descarga tradicionales (Hermoso & de Andrés, 2013).

### Calificación energética

El índice de eficiencia energética se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación y el valor de eficiencia energética de referencia en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada. Para facilitar su interpretación se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía). El índice utilizado para la escala de letras será el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética. Dadas las características de los equipos LED la calificación utilizada en todos los proyectos ha sido la tipo A.

## **3.2 Características económicas**

Respecto al aspecto económico, el presupuesto medio de licitación (sin incluir el IVA, ya que está redactados y licitados bajo la reglamentación del TRLCSP) de los proyectos analizados es ligeramente superior a los 200.000 €, encontrándose la mayoría de ellos entre los 75.000 y los 150.000 €. Solo 3 de ellos tienen un presupuesto inferior a los 75.000 € y 4 superior a los 300.000 €. En el referido estudio de Pérez & Gago (2017), al extenderse a nivel nacional, el presupuesto medio rondaba los 500.000 €, alcanzándose 1.400.000 € en algún caso.

No todos los proyectos revisados incluyen evaluación económica del mismo. Esto sumado a la diversa casuística de las mismas dificulta establecer una comparativa sobre la rentabilidad de los mismos en el caso mayoritario de proyectos de mejora y sustitución. Conviene señalar que a veces estos proyectos se ven favorecidos y justificados por la superación de la vida útil de las lámparas existentes y con frecuencia por la existencia de subvenciones procedentes de municipios y diputaciones.

Para el caso de la licitación con identificador nº 6, por ejemplo, con un ratio de inversión aproximado de 4 €/W y sin considerar subvenciones ni reducciones horarias de flujo, se obtuvo un período de retorno aproximado de 5 años, lo que resulta razonablemente rentable dada la larga vida media de este tipo de equipos.

Según otros estudios (Hermoso & de Andrés, 2014) para la sustitución de lámparas de halogenuros metálicos por lámparas LED se obtiene un período de retorno de algo más de 3'5 años y una Tasa Interna de Rentabilidad del 16% a 5 años.

### **3.3 Características del proceso de licitación pública de los proyectos de la muestra**

De los 23 proyectos de la muestra de estudio, 14 fueron tramitados de manera ordinaria y 9 de ellos de manera urgente. Respecto al tipo procedimiento de adjudicación utilizado, 15 de los 23 fueron procedimientos abiertos, es decir cualquier empresario que cumpliera los requisitos de capacidad de obrar y solvencia técnica y económica podía participar. Y 8 de los veinte fueron tramitados mediante procedimientos negociados, 4 sin publicidad y otros 4 con publicidad.

Se ha de recordar dos aspectos respecto de los procedimientos negociados, en primer lugar que se caracterizan porque el órgano de contratación selecciona varios candidatos con los requisitos técnicos y económicos adecuados y, tras efectuar las consultas y negociación de las condiciones del contrato, selecciona justificadamente a uno de los candidatos; y, en segundo lugar, que la nueva Ley de Contratos del Sector Público (LCSP) (España, 2017) les ha dado un papel muy residual y para contratos de obra recomienda su utilización para aquellos expedientes que previamente licitados por otro procedimiento hayan quedado desiertos.

El plazo de ejecución de los proyectos oscila entre 0,7 meses y los 6 meses, con un plazo medio para todos los proyectos de la muestra de 3,2 meses. Aunque a priori pueda parecer lógico, se ha comprobado que no existe una relación lineal entre el plazo y el presupuesto del proyecto seguramente debido a que puedan influir otros factores como la urgencia municipal de ejecución del proyecto por motivos diversos.

Respecto de la forma de adjudicación del contrato, 8 de los 23 expedientes se han adjudicado a la oferta económicamente más ventajosa con el precio como único criterio. En el resto de proyectos, la media del peso asignado al precio ha sido ligeramente inferior al 50%. Esto coincide prácticamente con valor obtenido (53%) para la totalidad de licitaciones de obras analizadas en el referido estudio que realizaron los autores (Ferrer-Gisbert, Fuentes-Bargues y González-Cruz, 2018), por lo que se considera un valor razonable.

En la mayoría de procedimientos se ha utilizado la fórmula de puntuación del precio basada en una proporcionalidad de las ofertas respecto de la menor de las ofertas y para evaluar la desproporcionalidad de las ofertas se ha hecho referencia a los supuestos del artículo 85 del Reglamento de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RLCAP) (España, 2001).

El segundo de los criterios utilizados es el criterio "Mejoras", utilizado en 9 de los 15 expedientes con varios criterios de adjudicación, con un peso medio del 43% y en 3 de los expedientes con un peso superior o igual al 70%. Estas mejoras, en su mayoría, son elementos definidos en el pliego de contratación o son un porcentaje de incremento en las

mediciones de las unidades de obra y materiales contenidos en el proyecto, de manera que se intente eliminar o compensar el porcentaje del 10% de liquidación que permite la LCSP.

Si bien el empleo de mejoras para admitir variantes a la solución proyectada puede ser un mecanismo interesante para dar cabida al mejor saber y entender de cada ofertante, como de hecho se utiliza con relativa frecuencia en proyectos de iniciativa privada, de acuerdo con el apartado séptimo del artículo 145 de la LCSP, "En el caso de que se establezcan las mejoras como criterio de adjudicación, estas deberán estar suficientemente especificadas". Por lo que el único modo de garantizar el cumplimiento de los requisitos legales que han de reunir las mejoras, es su valoración como criterio evaluable de forma automática, lo que requiere su definición y concreción técnica en el propio pliego.

Como ejemplo, en el pliego de la licitación número 12 se utilizó un criterio expresado como "mejora del tipo de tecnología de las luminarias", con un peso del 44%, consistente en la adopción de las especificaciones y valoración del número de luminarias y equipos de sustitución necesarios recogidas en los pliegos. Sin embargo, a este respecto Pérez y Gago (2007) mencionan una de las licitaciones analizadas que resultó impugnada por restricción de la libre competencia al especificar marcas de fabricantes. Como en el caso del id. 12 se incluyó tras el modelo la expresión "o equivalente" y dada la elevada dependencia de los resultados del cálculo respecto a las luminarias y lámparas utilizadas, entendemos esta práctica justificada siempre que no se incurra en abusos. En cualquier caso el criterio fue valorado con la máxima puntuación en 10 de los 12 licitadores con lo que no parece haber resultado muy útil en este caso concreto.

El tercero de los criterios utilizados es la "Reducción del plazo de ejecución", utilizado en 7 ocasiones y con un peso medio de 24%. Otros criterios como la "Programación de los Trabajos", el "Conocimiento del Proyecto" o la "Garantía" se han utilizado, pero solo en 1 o 2 ocasiones en toda la muestra.

Finalmente se dispone de los datos de adjudicación de 17 de los 23 procedimientos que permite observar que el precio de adjudicación de los diferentes procedimientos presenta bajas de adjudicación muy dispares, desde el 4,4% (para el procedimiento id 9. Ayuntamiento de Bellreguard) hasta bajas de casi el 60% (para el procedimiento id 1. Ayuntamiento de Cocentaina). Con los datos disponibles se obtiene una baja media de adjudicación del 25,7%. Como es lógico, dicho valor es ligeramente más elevado si nos restringimos a los expedientes evaluados con un solo criterio (27%, fundamentalmente influenciado por la elevada baja del citado procedimiento id. 1) que si lo hacemos para los restantes (20%).

Se han analizado también las empresas adjudicatarias y, de los 17 procedimientos con información disponible, se repiten como adjudicatarias tres empresas en dos contratos respectivos cada una. El número medio de licitadores presentados ha sido de 14 con un mínimo de 5 y un máximo de 26, lo que parecen cifras razonables.

## **4. Conclusiones**

El consumo eléctrico en alumbrado público es por lo general el principal en las facturas eléctricas municipales. Por otra parte, las ventajas de la tecnología LED respecto a eficiencia, durabilidad, regulación, direccionalidad y reproducción cromática; favorecida en ocasiones por subvenciones y la obsolescencia de las instalaciones existentes, ha favorecido la proliferación de proyectos de sustitución y mejora de alumbrado en los últimos años.

En el presente estudio, partiendo de los datos recopilados en uno anterior, se han analizado 23 expedientes de contratación de instalaciones de alumbrado público identificadas y licitadas por los Ayuntamientos de la Comunidad Valenciana entre los años 2016 y 2017 con

la intención de extraer conclusiones relevantes respecto a sus principales características técnicas, tipologías, repercusión económica y aspectos de la licitación.

El análisis técnico exhaustivo de la muestra se ha visto dificultado por su diversidad en cuanto a características como el nivel de iluminación, tipo de vía, altura de las luminarias, potencia y tipo de lámparas, distribución etc.; y por el hecho de que no todos los proyectos han resultado todo lo exhaustivos en sus cálculos y documentación que la legislación establece, ni incluido una evaluación de la rentabilidad. Con todo, se ha constatado que las características, posibilidades y precio de la tecnología LED frente a las tecnologías de alumbrado anteriores favorecen enormemente su implantación.

El grueso de los proyectos se refieren a mejoras o reformas de instalaciones de alumbrado viario ya existentes. En la mayoría de proyectos el software de cálculo empleado ha sido "Dialux", software que, a pesar de sus elevadas prestaciones y resultar gratuito para el usuario, dado su carácter internacional, todavía no incorpora algunas exigencias reglamentarias nacionales. La vida media de las lámparas prescritas osciló entre las 50.000 y las 100.000 horas y su eficiencia fue superior a 110 lm/W.

Dada la direccionalidad de las lámparas LED, los niveles de contaminación lumínica exigidos no suelen resultar problemáticos. Sin embargo, en los proyectos en las que estas se han sustituido sobre luminarias existentes carentes de bloque óptico, esto ha empeorado el rendimiento de la luminaria y la uniformidad del alumbrado.

La tecnología de control más empleada ha sido el programador astronómico ya que el propio equipo de encendido de las luminarias LED incluye la reducción de flujo individual por punto de luz de forma autónoma. Además, son compatibles con equipos estabilizadores-reductores de tensión en cabecera de las instalaciones con lámparas de descarga tradicionales. La calificación energética indicada en todos los proyectos ha sido la tipo A.

Desde el punto de vista económico, a pesar de tratarse de proyectos muy frecuentes a nivel municipal, son por lo general relativamente pequeños. Mayoritariamente con un presupuesto inferior a 300.000 euros y un plazo de ejecución corto, en torno a los tres meses de media.

En la muestra analizada aún se licitó un número significativo de proyectos mediante procedimientos negociados, lo que se probablemente se habrá reducido tras la entrada en vigor de la nueva LCSP. El criterio principal de adjudicación fue el precio, como único criterio o con un peso muy importante (casi el 50% como media) como por otra parte es habitual en el resto de proyectos de obras. El segundo de los criterios más utilizados fueron las mejoras al proyecto, relacionadas con necesidades de las instalaciones o con incremento en las mediciones de las unidades de obra o materiales del proyecto. Si bien el empleo de mejoras para admitir variantes a la solución proyectada puede ser un mecanismo interesante, de acuerdo con la LCSP, estas deberían estar suficientemente especificadas, lo que aconseja su valoración como criterio evaluable de forma automática, y por lo tanto su definición y concreción técnica en el propio pliego.

El número medio de licitadores presentados fue de 14 y el precio de adjudicación presentó bajas muy dispares, obteniéndose una baja media del 25,7%, lo que resultan cifras razonables.

## Referencias

Comité Español de Iluminación (CEI). Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). (2011). Requerimientos técnicos exigibles para luminarias con tecnología LED de alumbrado exterior.

España. (2002). Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (BOE 18.09.02).

- España. (2008). 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 (BOE 19.11.08).
- España (2001). “Real Decreto 1098/2001, de 12 de Octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas”. Boletín Oficial del Estado, 26 de Octubre de 2011, núm. 257, p.39252-39371.
- España. (2011). “Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de Noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público”. Boletín Oficial del Estado, 16 de Noviembre de 2011, núm. 276, p.117729-117914.
- España. (2017). “Ley 9/2017, de 8 de Noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de Febrero de 2014”. Boletín Oficial del Estado, 9 de Noviembre de 2017, núm. 272, p.107714-108007.
- Ferrer-Gisbert, P.S., Fuentes-Bargues, J.L., González-Cruz, M.C. (2018). Análisis de la contratación pública de obras en la administración local de la Comunidad Valenciana. *Actas del 22nd International Congress on Project Management and Engineering*, AEIPRO, Madrid 11th-13th July 2018, 673-685.
- Hermoso Orzáez, M.J., De Andrés Díaz, J.R. (2014). Análisis y resultados de regular lámparas led con estabilizadores-reductores de flujo en cabecera. *Técnica industrial*, nº 305.  
<http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-5282-analisis-resultados-regular-lamparas-led-estabilizadores-reductores-flujo-cabecera.aspx>
- Hermoso Orzáez, M.J., De Andrés Díaz, J.R. (2014) Análisis comparativo y justificativo para el cambio a leds en instalaciones con lámparas de halogenuro metálico. *Revista Dyna, Volumen 89, 165-171*
- Ministerio de Fomento [En Línea]: Ministerio / Actividades y Servicios / Observatorios y Estadísticas / Licitación oficial en Construcción. Disponible en:  
<https://apps.fomento.gob.es/BoletinOnline/?nivel=2&orden=01000000>. Acceso: Marzo 2019.
- Plataforma de Contratación de la Generalitat Valenciana [En línea]. Disponible en:  
<http://www.contratacion.gva.es/WebContrataP/filtro.jsp?MODO=P>. Acceso: Marzo 2018.
- Plataforma de Contratación del Estado (PCE) [En línea]. Disponible en:  
<http://contrataciondelestado.es/wps/portal/plataforma>. Acceso: Marzo 2018.
- Rubén Pérez Maldonado, R., Gago Calderón, A. Análisis de las instalaciones de alumbrado público en España a través de concursos públicos y tendencias de renovación y mejora en base a la eficiencia energética. *Review International on Sustainable Housing and Urban Renewal (RI-SHUR)*. nº5, 2017, vol.1. 21-49.

## Comunicación alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

