

GESTIÓN Y EXPLOTACIÓN DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO

San Martín, R. * / Manzano E.R ‡ / Albert V.P. *

* Universitat Politècnica de Catalunya, Depto. Projectes de L'Enginyeria, ETSEIB, Av. Diagonal 647, 08028 Barcelona, Espanya. Email: valbert@pe.upc.es

‡ Universidad Nacional de Tucumán, Instituto. de Luminotecnia Luz y Visión, Av. Independencia 1800, 4000 Tucumán, Argentina, Email: manzano@pe.upc.es, Fax:+ 34 93 334 02 55

1. Resumen

Bajo el punto de vista energético, una instalación de alumbrado es una importante fuente de consumo de energía, que se produce en la fase de explotación y se ve afectado por factores tales como maniobra, regulación, mantenimiento, etc. Si bien las características técnicas de la instalación de alumbrado es un primer determinante de la eficiencia energética, la verdadera racionalización del consumo solo puede conseguirse con una gestión eficaz de la explotación. La explotación de instalaciones de alumbrado presenta características singulares (variación de periodos de uso, depreciación de luminarias, agresión ambiental...) las cuales junto a la descentralización geográfica del alumbrado público dificultan la correcta gestión. Por lo tanto, existe un elevado potencial de ahorro energético en el diseño de las políticas de gestión de la explotación de instalaciones.

La comunicación describe las acciones que en este sentido realiza el equipo de Estudios Luminotécnicos de la UPC (Auditora, Plan Director, Informática de Gestión, etc.) como así también las investigaciones en curso para optimizar el diseño de las políticas de gestión.

2. Introducción

El mayor efecto de las instalaciones de alumbrado en el impacto ambiental se produce en la explotación, durante su vida útil. Las consecuencias mas importantes pueden agruparse en:

- a) Producción de dióxido de carbono (efecto invernadero) y otros elementos por generación de energía eléctrica que afectan el medio ambiente y que pueden minimizarse con un consumo eficiente.
- b) Eliminación periódica de ciertos componentes de las instalaciones como las lámparas, que contienen mercurio no deseable, sin embargo su presencia, por ahora, hace eficiente su funcionamiento desde el punto de vista energético. Reducir la cantidad de componentes con sustancias contaminantes es también un objetivo del diseño eficiente.
- c) Contaminación lumínica, visible como brillo nocturno de la bóveda celeste producido por la dispersión de la luz en la atmósfera lo que impide la visión directa o astronómica de las estrellas. Existen medidas practicas para minimizar su efecto, se basan en evitar la emisión de luz por arriba de la horizontal, orientando todo proyector hacia abajo preferentemente y principalmente en el empleo de luminarias con reducida emisión del flujo hacia arriba.
- d) Efectos en el crecimiento, hábitat de especies animales y vegetales. La regulación en el uso o el apagado total en determinados periodos reduce este efecto.

Se deriva de lo expuesto anteriormente que las medidas mas adecuadas para reducir el impacto ambiental implican adoptar un diseño eficiente acompañado de una gestión y explotación eficaz.

3. Gestión y explotación consideradas a partir del diseño

Usualmente el diseño de una instalación de alumbrado público es abordado desde la perspectiva de una instalación a construir, sin embargo actualmente se realizan mayores esfuerzos por considerar aspectos relacionados con la gestión y explotación debido a que afectan posteriormente la calidad del servicio, el consumo energético y en consecuencia el medio ambiente. Un enfoque más global considera además el ciclo de vida completo, donde operación, gestión, mantenimiento, consumo energético, eliminación, etc. están involucrados y relacionados. Bajo esta óptica en el diseño del alumbrado se deben considerar una serie de aspectos [1] de los cuales por razones de espacio destacamos los siguientes:

- Condiciones de iluminación y régimen de funcionamiento adecuadas.
- Selección de los sistemas técnicos eficientes
- Dimensionamiento y cálculo considerando la depreciación de las instalaciones y la política de mantenimiento a implementar.

3.1 Condiciones de iluminación apropiadas

Crear condiciones apropiadas de iluminación significa satisfacer aspectos funcionales y de confort de los usuarios a un costo razonable, que se mantengan durante el transcurso de la vida útil de las instalaciones, lo cual puede preverse en la etapa del diseño. Los aspectos funcionales pueden quedar garantizados con un nivel elevado de iluminación sin embargo esto determinaría un elevado consumo energético. Es necesario establecer una escala de niveles acorde a la exigencia visual y a las características de la zona a iluminar. Los criterios para establecer el escalonamiento se basan en:

- tipo de usuarios: peatones, conductores, mixtos.
- características del tráfico: densidad y velocidad de vehículos, densidad de peatones
- características ambientales: percepción del espacio, seguridad ciudadana

Simultáneamente es importante lograr cierta uniformidad por seguridad y reducir posibles brillos intensos que pueda producir la instalación para evitar afectar la visibilidad y el confort visual. Al respecto existen recomendaciones para el diseño [2] [3].

La posibilidad de regulación del régimen de funcionamiento, reduciendo niveles de iluminación en determinadas horas nocturnas es una alternativa para racionalizar energía. Contemplada en la etapa del diseño puede implicar menores costos comparado con modificaciones o agregados sobre obras existentes. Pero antes de decidir la implantación es preciso estudiar dos aspectos:

- a) que la reducción del nivel de una zona sea como consecuencia de una reducción de las exigencias visuales (por ejemplo reducción de la densidad de tráfico o presencia de peatones) y que no este acompañada de un efecto indirecto como aumento de la inseguridad ciudadana.
- b) que la aplicación del sistema sea rentable, dado que el costo suplementario debe amortizarse (3 a 5 años) con la reducción del costo energético obtenido aun cuando el uso sea en horas valle donde el costo de la energía es más bajo.

3.2 Sistemas de iluminación e instalaciones eficientes

La selección del sistema de alumbrado condicionará la eficiencia energética y por tanto los costos de explotación a través de combinación de los siguientes aspectos: eficiencia energética de las lámparas, eficiencia luminica de la luminaria y geometría de la instalación y depreciación de la luminaria.

Generalmente el condicionante principal en la selección de la lámpara es la eficiencia energética (luz producida/potencia consumida [Lúmenes/watt]) ya que cuando mayor sea, menor será el consumo energético para lograr la misma iluminación. La eficiencia usualmente no esta asociada a la buena reproducción del color, en situaciones donde prime el color, el criterio de decisión se puede alterar. Aún así gradualmente las lámparas de mayor eficacia, como las de Sodio de alta presión reemplazan a las de Mercurio color corregido de menor eficacia pero con mejor respuesta al color. Un remplazo completo posiblemente tenga un límite dado a la existencia de zonas comerciales, residenciales etc. donde la preferencia es el color. La distribución actual en Cataluña se indica en tabla 1.

Lámpara	Eficacia Lm/W	% instalado
Sodio AP	90-120	27
Mercurio CC	50	65
Merc. c/halog.	90-100	3
Otras	< 40	5

Tabla 1: Porcentaje de lámparas instaladas en 31 Ayuntamientos encuestados en Cataluña, 1998.

La eficiencia de la luminaria depende de cuan efectivo sea su óptica (reflector, refractor etc.) en orientar el flujo luminoso de la lámpara sobre la zona útil u objetos de interés. El flujo es mas sencillo de controlar en lámparas tubulares por el reducido tamaño que en lámparas extensas u ovoides con recubrimientos de polvo fluorescente interior. La altura de montaje y orientación afectan también la eficiencia del conjunto. El porcentaje de flujo luminoso útil proyectado sobre la calzada respecto del emitido por la lámpara cuantifica la eficiencia lumínica lo que asegura de algún modo la mejor visibilidad. Parte del flujo luminoso también es necesario para crear un entorno visual atractivo limitando brillos perturbadores o molestos, no obstante conviene limitar la innecesaria emisión hacia el cielo. La geometría de la instalación puede afectar la explotación y la facilidad de mantenimiento. La situación de los puntos de luz , altura , han de fijarse favoreciendo el acceso, control y mantenimiento de otro modo la depreciación crecerá con el tiempo y con ella la reducción de las condiciones de iluminación derrochando energía (ver 3.3).

Una instalación de alumbrado público eficiente es el resultado de la combinación de lámpara, luminaria, geometría y política de mantenimiento adecuado. En este sentido se efectuó un estudio comparativo de distintas alternativas evaluando costos de instalación, mantenimiento, consumo energético y emisión de flujo hacia al cielo. Los resultados se indican en la tabla 2 [4]. En todos los casos las condiciones de iluminación fueron similares (ver figura 1). La emisión de flujo hacia el cielo (\varnothing_c) calculada es el resultado de la emisión directa al cielo mas la reflejada en la calzada y fachadas cercanas considerando la instalación dentro de un recinto formado por la calle y edificios laterales (ver fig. 1).

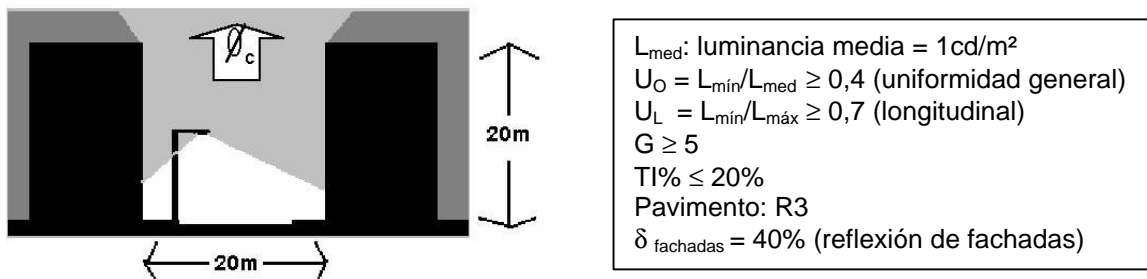
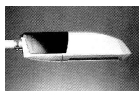
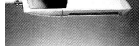
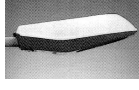
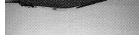
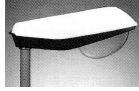

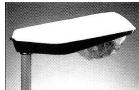

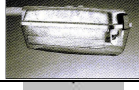

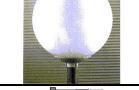
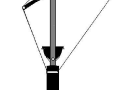


Figura 1: Condiciones de iluminación que debían producir las instalaciones analizadas
 De tabla 2, se observa que los sistemas mas ineficientes emplean luminarias de alumbrado indirecto (caso 12) con parte del haz luminoso proyectado hacia arriba. Comportamiento similar muestran las luminarias tipo globo, que emiten también una gran proporción de flujo hacia arriba (caso 11).

Mejora la situación con una tapa reflectora (caso 10) pero frente a las restantes alternativas de luminarias con diseños ópticos adecuados las diferencias son notables (casos 1 al 9). El empleo de lámparas con emisor de luz de reducidas dimensiones como las lámparas de Sodio tubulares hace más eficaz y económicos los sistemas (comparar de a pares casos 1 al 8). Se observa además que los sistemas más apropiados no son los que concentran más el flujo hacia la calzada, requiriendo menores separaciones entre luminarias, por el contrario una distribución de flujo algo más amplia en sentido longitudinal a la calzada indica ser más económica durante la vida útil de la instalación y con menor emisión de flujo hacia el cielo (caso 7).

Tabla 2: Análisis comparativo de costos de instalación, mantenimiento, consumo energético y emisión de flujo hacia al cielo de distintas instalaciones de alumbrado público. Los costos se han referido al caso de menor costo total.

Costos relativos por Km y año								
Nº	Luminaria	Cierre	Lámpara	Instalación [#]	Mantenimiento [†]	Energía [‡]	Total	Flujo al cielo KLM/Km
1		vidrio curvo	Sap 150w Tubular	107	103	103	104	28.6
2			Sap 150w Ovoidal	140	135	135	137	32.2
3		vidrio plano	Sap 150w Tubular	112	117	117	115	31.6
4			Sap 150w Ovoidal	177	184	184	182	31.6
5		cubeta poli-carbonato	Sap 150w Tubular	111	117	117	115	31.2
6			Sap 150w Ovoidal	208	219	219	215	35.8
7		vidrio prismático	Sap 150w Tubular	100	100	100	100	26.8
8			Sap 150w Ovoidal	159	159	159	159	33.2
9		cubeta polímero acrílico	Sox 90w	138	125	75	108	37.0
10		polímero cónico tapa reflectora	Sap 150w Ovoidal	151	175	175	166	61.8
11		globo poli-carbonato	Sap 150w Ovoidal	194	250	250	229	200.0
12		Proyector con pantalla reflectora	Sap 250w Tubular	525	438	729	595	326.0

: Incluye suministro, materiales, mano de obra, beneficio, IVA, imprevistos, gastos adm. etc. y amortización en 25 años

† : Costo anual fijo por punto de luz

‡ : Costo de la energía promedio 15 Ptas/Kw

3.3 Dimensionamiento y depreciación

Con el tiempo las condiciones de iluminación varían debido al envejecimiento y ensuciamiento de los componentes, la instalación se deprecia gradualmente. Para mantener los niveles por arriba del mínimo recomendado se debe combinar la selección de los componentes, con el dimensionamiento de la instalación (cantidad de puntos de luz) y con estrategias de reposición y limpieza adecuadas durante la vida útil de las instalaciones. En la fig. 2 se ejemplifica la variación temporal teórica del nivel de iluminación con reposiciones masivas programadas cada tres años [5] y una limpieza anual. Un factor de depreciación se elige en función de los períodos de limpieza y mantenimiento que se realizará sobre la instalación a lo largo de su vida útil para compensar inicialmente la reducción gradual por depreciación. En la fig 2, para mantener las condiciones de iluminación, se debe diseñar la instalación incrementando un 25% aproximadamente los puntos de luz.

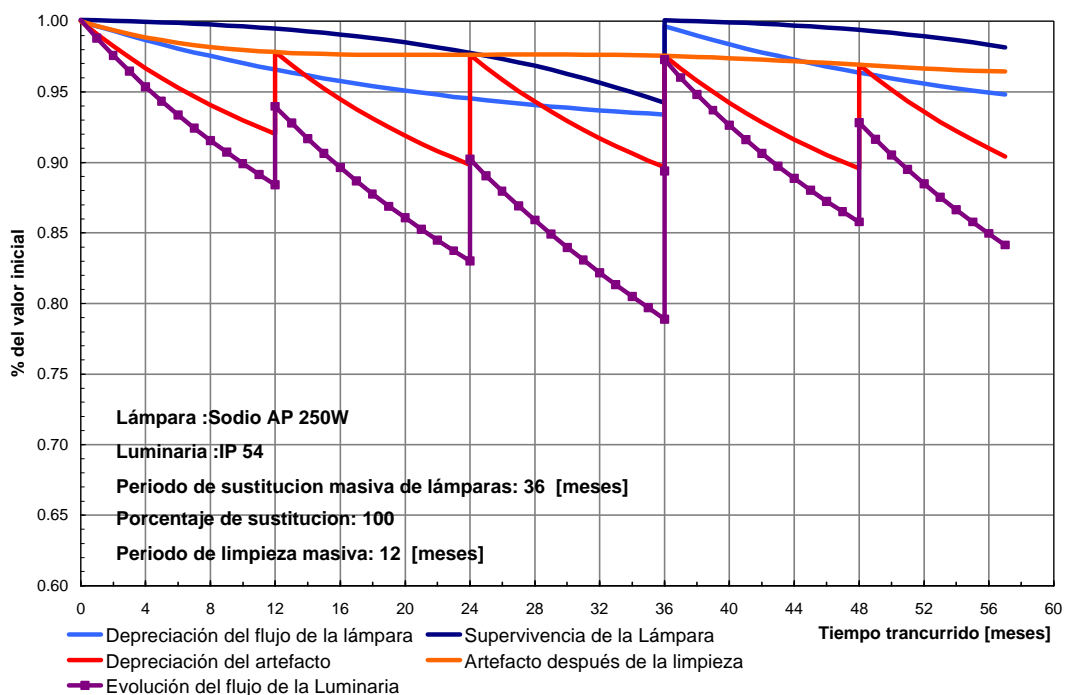


Figura 2: Variación teórica del nivel medio de iluminación en una población hipotética.

El empleo de luminarias que sufren una depreciación mas acelerada (caso 12), debido a la acumulación de polvo en superficies emisoras de luz horizontales obligan al empleo de una mayor cantidad de puntos de luz (mayor nivel de iluminación inicial) para compensar la depreciación gradual hasta el mantenimiento correspondiente o en su defecto un mantenimiento mas frecuente es necesario.

La realización de cálculos luminotécnicos en forma fiable permite dimensionar el sistema de alumbrado con unos márgenes de seguridad mas ajustados con soluciones económicamente mas favorables para la explotación. El empleo de software de calculo y la aplicación de técnicas mas sofisticadas y realistas, (como la técnica de la Luminancia que tiene en cuenta la reflexión del pavimento) son cada vez mas frecuentes en los proyectos de alumbrado.

4. Gestión y explotación eficiente

4.1. Problemas energéticos y de servicio ocasionados por la falta de gestión.

El alumbrado público representa aproximadamente un 80% del coste energético municipal, cualquier iniciativa de mejora en la eficiencia puede traducirse directamente en ahorros energéticos y por tanto en ahorros económicos importantes. Dejando de lado las medidas estrictamente tecnológicas, una herramienta importante en la mejora de la eficiencia energética es la gestión de las instalaciones. Como resultado de diversos estudios realizados se observa que no existe en la mayoría de los casos una gestión del alumbrado. Este hecho se constata en la ineficiencia energética generalizada en los sistemas en funcionamiento.

La gestión integrada del alumbrado debe contemplar tanto la gestión energética como el mantenimiento de las instalaciones. El primer problema que origina la falta de gestión es el desconocimiento de las instalaciones, la inexistencia de inventarios operativos y actualizados impide cualquier intento de control o planificación de tareas de mantenimiento. La ausencia de gestión origina los problemas de ineficiencia energética, los principales aspectos en que ésta se manifiesta son:

- Incorrecto funcionamiento de los dispositivos de maniobra y control.
- Perdidas por depreciación lumínica.
- Aparición de consumo de energía reactiva no deseable.
- Sobreconsumo debido a sobretensión de las líneas eléctricas.

Además de los problemas estrictamente energéticos, también se originan:

- Perdidas en la calidad del servicio.
- Aumento de la tasa de averías, con el consecuente aumento del coste del mantenimiento.
- Incorrecta contratación de tarifas eléctricas, lo cual penaliza económicamente.

Como ejemplo de la problemática citada aportamos algunos datos correspondientes a una población mediana de Catalunya con 2300 puntos de luz.

Problema	Aumento del consumo anual	Aumento del coste anual	Sobreconsumo energético
Desajuste de horarios	304 Mwh/año	4.9 Mpts/año	+27%
Consumo de energía reactiva	103 MVAR/año	1.3 Mpts/año	
Ineficiencia de lámparas	150 Mwh/año	150 Mpts/año	+13%

4.2.- Políticas y gestión administrativa, empresas municipales y contratadas.

Dos opciones para la gestión y explotación de las instalaciones de alumbrado son aplicadas en general: los servicios técnicos municipales con su brigada propia y/o la empresa subcontratada de mantenimiento. Debido a la tendencia actual de reducción de personal municipal, sumado al aumento en la complejidad técnica de los sistemas de alumbrado se ha visto incrementado el número de poblaciones con empresas de mantenimiento subcontratadas. Pero ocurre que el servicio de mantenimiento no incluye la gestión energética aún cuando es ofrecido por las empresas contratadas debido a falta de interés por parte de los ayuntamientos posiblemente por temor a perder el control sobre sus instalaciones.

En ayuntamientos con servicios de mantenimiento a cargo de la brigada municipal existen serios problemas para efectuar un mantenimiento preventivo con sustituciones masivas, limitándose exclusivamente a la reparación de averías. La diversas tareas que debe atender el técnico municipal imposibilita dedicar el tiempo suficiente a las tareas de gestión energética y planificación del mantenimiento.

Dadas las ventajas e inconvenientes de cada modalidad de mantenimiento y debido a las distintas características de cada municipio, cada caso requiere de un minucioso estudio. Aunque la situación parece claramente a favor de la subcontratación de la gestión y explotación de las instalaciones de alumbrado, las tareas de gestión energética y control de calidad, se aconseja sean realizadas por el propio ayuntamiento o por un tercera entidad independiente.

4.3.- Ventajas de las auditorías energéticas y planes directores de alumbrado.

Una Auditoria Energética de Alumbrado Público, establece un diagnóstico objetivo de la situación actual del alumbrado. Partiendo de los datos de la información básica obtenida del propio ayuntamiento como de las propias instalaciones, se detectan las posibles correcciones de las instalaciones desde el punto de vista energético. Generalmente la Auditoria Energética viene acompañada de un plan de adecuación que contempla las propuestas de mejora con su correspondiente valoración económica. De hecho, la auditoria energética se convierte en un valioso documento tanto para validar las instalaciones y su gestión, como para detectar posibles problemas y plantear propuestas de mejora. También es una herramienta aconsejable como punto de partida para iniciar una gestión y explotación correcta de las instalaciones en aquellas entidades donde todavía no se realiza.

Un Plan Director de alumbrado, es un conjunto de acciones que partiendo de la situación del alumbrado existente en una población , establece las actuaciones a seguir a largo plazo con el fin de adecuar el alumbrado a las exigencias técnicas y características urbanísticas de la población. El Plan Director establece unos plazos de ejecución de mejoras ajustándose a las posibilidades de inversión anual del municipio. La principal ventaja que obtiene el municipio es el conocimiento exacto de cuales son las carencias y el camino correcto para solventarlas. Al contemplar el alumbrado de la población como un todo y no como un conjunto de instalaciones aisladas , se obtiene una visión global de como debe ser el alumbrado de la población. Los criterios de partida para la confección del plan son diversos. Intentando cubrir las necesidades lumínicas de la población contemplando la eficiencia energética, requisitos estéticos, urbanísticos, de utilización etc.

5. Herramientas de la gestión del Alumbrado Público.

5.1. La Gestión Continuada.

Analizada toda la problemática existente en el alumbrado público y fundamentalmente la ineficiencia energética causada por la incorrecta o muchas veces inexistente gestión, se plantea la búsqueda de soluciones. La falta de recursos tanto humanos como económicos en los municipios pequeños y medianos dificulta la adquisición de medios de gestión (programas informáticos) así como de personal capacitado en su manejo. Una solución a esta problemática es la gestión continuada del alumbrado público. Este servicio ofrecido a los ayuntamientos consiste básicamente en la recogida todos los parámetros tanto energéticos como de funcionamiento de las instalaciones. Los datos son tratados mediante herramientas informáticas para facilitar el diagnóstico y proponer las actuaciones necesarias. Toda la información tratada se recopila en un informe periódico al Técnico Municipal responsable, lo cual facilita en gran manera su labor.

Las ventajas de este sistema se basan en los siguientes puntos:

- El coste de la contratación de este servicio es menor que la adquisición de medios informáticos de gestión y la contratación de personal para su manejo.
- Disposición de un inventario actualizado periódicamente, instalado junto con los parámetros energéticos a modo de consulta en el propio ayuntamiento.
- Futura posibilidad de intercambiar información con el “Gestor Energético” vía internet.

5.2. Informática de gestión del alumbrado público.

Las aplicaciones informáticas se han convertido en una herramienta insustituible para la gestión del alumbrado. La mejora viene dada por la facilidad que permiten para tratar gran cantidad de información. En los programas desarrollados por el *Equipo de Estudios Luminotécnicos de la UPC* se han tenido en cuenta todos los aspectos para la gestión integral del alumbrado público, estos aspectos son:

- Inventario alfanumérico de las instalaciones con sus características concretas.
- Modulo de gestión energética, para almacenar datos históricos y su análisis gráfico.
- Control sobre el mantenimiento correctivo de las instalaciones.
- Programación del mantenimiento preventivo.
- Gestión de stocks.

La aplicación alfanumérica esta asociada aun módulo cartográfico, que una vez digitalizado el plano de la población e introducidas las instalaciones interacciona con la aplicación alfanumérica. Esto tiene la ventaja de ofrecer mayor versatilidad y un manejo más intuitivo de los programas. Estas aplicaciones ya se encuentran instaladas en tres poblaciones, funcionando satisfactoriamente según las expectativas previstas.

Juntamente con las dos aplicaciones en funcionamiento, gracias a la proliferación de la telegestión en los elementos de maniobra en las nuevas instalaciones, se están desarrollando nuevas aplicaciones que aprovechen esta circunstancia. Estos nuevos desarrollos permitirán la interacción entre los datos recibidos de los cuadros de maniobra con los programas de gestión actuales. La gran ventaja de estos nuevos desarrollos será el de poseer y analizar la información de los parámetros eléctricos en tiempo real. Esta circunstancia permitirá actuar con mayor rapidez para corregir las ineficiencias detectadas.

5.3 Metodología de evaluación de la calidad del servicio

Con el fin de optimizar la gestión y explotación de instalaciones de alumbrado o detectar desviaciones se trabaja actualmente en un proyecto para desarrollar una metodología que cuantifique el nivel de servicio del alumbrado público. Consiste en relacionar costos y beneficios (o eficacia) que producen durante la vida útil las instalaciones, desde la etapa de proyecto e instalación, durante la explotación y el mantenimiento hasta la eliminación. Es conocida, desde el punto de vista energético, que mínimos costos no significan mayores beneficios. El empleo de la relación costos – beneficios tiene tres objetivos que establecen además distintos niveles de aplicación y dificultad:

- a) Comparar instalaciones alternativas en la etapa de proyecto de las instalaciones
- b) Evaluar rápidamente, con limitados parámetros la calidad del servicio en una población comparando políticas alternativas de mantenimiento actuando como complemento de soportes informáticos de gestión
- c) Evaluar con mayor precisión instalaciones determinadas actuando como complemento de soportes informáticos de gestión y sistemas “on line” de control de la explotación.

La implementació de la metodologia requereix el anàlisi de cada factor involucrat. Actualment se estudia el efecte de implementar distintes polítiques de manteniment de acord al comportament teòric de los components. Paralelament se estudia la tasa de fallos de componentes principals. Como fuente de datos se dispone de encuestas a ayuntamientos, inspecciones y datos históricos de empresas de mantenimiento.

Como ejemplo, de un factor vinculado a la gestión energética, el coste de la energía representado en la fig. 5.1 en función del tipo de tarifa contratada y del porcentaje de regulación de la potencia de las lámparas [6]. Hasta el 40% de regulación, 2.0 T0 es la tarifa más económica no obstante sobre 31 ayuntamientos encuestados sólo un 19% la contrata [7].

Por su parte el beneficio del alumbrado consiste en proveer condiciones apropiadas de visión para la seguridad vial y ciudadana creando un ambiente animado y confortable de uso. La cuantificación y correlación de estos aspectos con la calidad del servicio del alumbrado es complicada, motivo por el cual se ha buscado un indicador operativo relacionando un parámetro funcional del nivel del alumbrado, sobre el área de interés, durante el tiempo de operación necesario del servicio, considerando la confiabilidad, frecuencia y duración de fallas, la seguridad eléctrica y mecánica del sistema, y la apariencia de la instalación (estética, color de la luz). Un análisis global permitirá efectuar un seguimiento de la evolución cubriendo el ciclo de vida de la instalación que puede variar entre 15 y 20 años. Los costos financieros del capital invertido junto a los gastos operativos, de explotación y eliminación serán trasladados a un valor presente constante para poder comparar en cualquier instante su evolución.

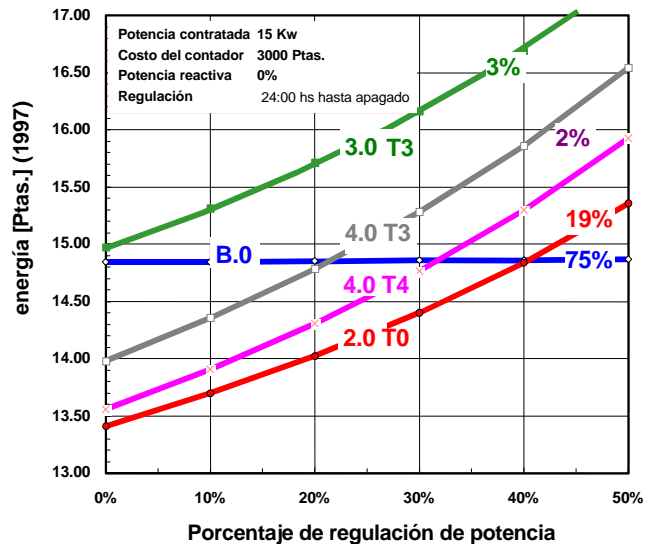


Figura 5.1: Costo de la energía con distintas tarifas y % de regulación de potencia de las lámparas [6]. A la derecha el % de respuestas de ayuntamientos encuestados.

6. Aportes al medio

Durante los últimos años, diversos estudios y realizaciones prácticas se han realizado con el fin de mejorar la eficiencia energética en el alumbrado público, que se resumen a continuación según el tipo de actuación:

Auditorias energéticas: Alrededor de 20 auditorias energéticas posibilitan tener un conocimiento de primera mano de la problemática energética en las instalaciones de alumbrado público. La incidencia de estos estudios ha posibilitado mejorar la eficiencia de sus instalaciones. En un reciente seguimiento de los estudios realizados, se ha constatado el grado de aplicación de las medidas correctoras. Las cifras exactas de ahorro energético conseguido en la implantación de las propuestas de mejora es del 60% , es decir, las propuestas de mejora aplicadas por los municipios han supuesto este ahorro energético sobre el total estimado en los estudios realizados.

Planes Directores: En los dos últimos años el Equipo de Estudios Luminotécnicos ha realizado dos Planes Directores en poblaciones de Cataluña. Si bien aún es pronto para establecer un balance sobre su aplicación, si ha cambiado la dinámica de trabajo de las poblaciones siguiendo sus nuevas instalaciones el camino de la eficiencia energética.

Gestión Continuada: En la actualidad el Equipo de Estudios Luminotécnicos aplica este sistema en una población a modo de experiencia piloto. El poco tiempo desde el inicio de esta experiencia no posibilita tener datos fiables, aunque todo apunta hacia unos excelentes resultados futuros.

Plan de Acción de las instalaciones de Alumbrado Público de Girona: En 1997 se inició un plan de acción de las instalaciones de alumbrado de Girona. La primera fase ya finalizada, ha consistido en la realización de un completo inventario informatizado de las instalaciones, acompañado del desarrollo de un programa de gestión del alumbrado público. Los resultados hasta el momento son satisfactorios, habiéndose iniciado una dinámica de gestión que en un futuro se traducirá en un tangible ahorro energético. Como segunda fase del plan de acción se iniciara en breve la confección del Plan Director de las instalaciones de Alumbrado Público.

7. Conclusiones

El consumo energético del alumbrado representa una porción notable del total de energía eléctrica (alrededor del 20%) que sufre además un crecimiento exponencial, tanto en la extensión de las instalaciones como en los niveles de potencia utilizados.

Mucho se ha avanzado y se continua, en el desarrollo de fuentes de luz de elevada eficacia, luminarias de alto rendimiento, técnicas de calculo y diseño precisas, lo que permite reducir la potencia instalada necesaria. Pero energía es potencia en el tiempo y en este segundo factor la gestión de uso es donde se puede conseguir ahorros energéticos que por otra parte van a reducir el impacto ambiental de las instalaciones de alumbrado.

8. Referencias

-
- [1] San Martín, R. / Manzano E.
 “Gestión y explotación de instalaciones: aspectos a considerar en la elaboración de proyectos”, Actas del XIII Congreso Nacional de Ingeniería de Proyectos, Volumen II, pág. 919 a 925. ISBN : 84-88783-30-2. Sevilla, España.
 Noviembre 1997
- [2] San Martín R.
 Auditoría energética I, Enllumenat públic.
 Diputacio de Barcelona, Servei del Medi Ambient, ISBN 84 505 2352 4 1985
- [3] International Commission on Illumination
 Recommendation for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic, Pub.Nº 115 1995
- [4] Borrás J.
 Projecte final de carrera en curs, Departament Projectes d'Enginyeria, Universitat Politècnica de Catalunya. Dirigit per Dr. San Martín R. i Manzano E.. 1998
- [5] Manzano E.
 Metodología para evaluar la calidad del servicio
 Trabajo de tesis en curso. Departament Projectes d'Enginyeria, Universitat Politecnica de Catalunya. 1998
- [6] Saro O.
 Software de simulación de tarifas, Grupo de Estudios Luminotécnicos, Universitat Politecnica de Catalunya 1997
- [7] Encuestas sobre Gestión del Alumbrado a 31 Ayuntamientos de Cataluña, España, en colaboración con los alumnos de la asignatura Proyectos de la Universidad Politecnica de Cataluña. 1998.