

## **Capítulo 7**

### **Conclusiones**

**7.1** Conclusiones generales

**7.2** Conclusiones de la aplicación en el diseño

**7.3** Conclusiones de la aplicación en instalaciones existentes

**7.4** Perspectivas de futuras investigaciones

**7.5** Bibliografía del capítulo

## 7.1 Conclusiones generales

La problemática actual del alumbrado urbano ha sido estudiada evaluando el estado actual de la gestión y explotación de instalaciones. Encuestas a gestores y mediciones de parámetros luminotécnicos en poblaciones indican en algunos casos la falta de información para establecer criterios adecuados para la utilización de los recursos y la presencia de instalaciones desaprovechadas.

Los aspectos energéticos de las instalaciones fueron analizados y el impacto en costos indirectos como consecuencia de la falta o descuido de la gestión, explotación y mantenimiento han sido evaluado dejando de manifiesto la implicancia económica.

Las características de las instalaciones y su relación con el servicio fue estudiada analizando los factores vinculados más relevantes y estableciendo sus modelos de comportamiento mediante mediciones de campo, análisis de registros históricos y simulación de situaciones.

Sobre la base de estas consideraciones una metodología para evaluar instalaciones de alumbrado enfocada a valorar la calidad del servicio del alumbrado urbano ha sido estudiada y propuesta. La metodología se basa en el análisis de la relación beneficio/costos durante el ciclo de vida de las instalaciones de alumbrado urbano.

Del estudio surge el interés de valorar el beneficio en términos de factores vinculados al servicio, es decir el rendimiento durante el uso de las instalaciones. Los factores considerados han sido la iluminancia, la tasa de fallos, el tiempo de operación y la apariencia de la instalación. Estos factores son evaluados tomando como referencia valores convenientemente establecidos por normas o recomendaciones, por arriba de los cuales no se considera contribución al beneficio. Por debajo de los valores de referencia el beneficio decae linealmente hasta valores límites a partir de los cuales el beneficio es nulo. Por otra parte los costos de instalación, explotación, mantenimiento, renovación y eliminación durante el ciclo de vida de las instalaciones son considerados junto al costo financiero del dinero.

La aplicación de la metodología y la simulación de distintas situaciones para detectar desviaciones, ha sido satisfactoriamente realizada para evaluar instalaciones de alumbrado desde la óptica del diseño e instalaciones de alumbrado existentes.

## 7.2 Conclusiones de la aplicación en el diseño

Del análisis del diseño de instalaciones utilizando la relación  $B/C$  se concluye:

- La utilización de  $B/C$  como criterio de diseño respecto del de costos mínimos ( $C_{min}$ ) presenta la ventaja de que  $B/C$  tiene en cuenta el factor averías en la calidad del servicio. Cuando se analiza bajo el criterio de  $C_{min}$  la política  $SM+LM$  (sustituciones y limpiezas masivas programadas) los períodos de sustitución programada indicados como los más convenientes que conducen a los menores costos, producen durante un cierto tiempo el funcionamiento de la instalación con un porcentaje de puntos de luz fuera de servicio mayor al admitido debido a la mortalidad acumulada de lámparas. Por el contrario el criterio  $B/[CAE/(lx.m^2)]$  máximo considera esta situación al evaluar la tasa de fallos en el beneficio.

- $B/C$  deberá ser calculado en cada zona cuando estas difieran en  $E_{med}$ ,  $U_O$ ,  $U_L$  o en el área a evaluar. Existe una dependencia de  $B/[CAE/(lx.m^2)]$  con estos parámetros a pesar que los costos fueron referidos a lx y  $m^2$ . Al aumentar  $E_{med}$  la  $B/C$  aumenta debido a que a mayor nivel mas eficiencia presentan los sistemas de alumbrado. En cuanto a la dependencia con el área, al aumentar el área también aumenta  $B/[CAE/(lx.m^2)]$  pero llega un momento en que a mayor ancho de calzada será necesario un mayor número de puntos de luz/Km para mantener  $E_{med}$  y las regularidades, llegando un punto donde se reduce la relación. A mayor exigencia en la regularidad longitudinal  $U_L$ , los valores de  $B/C$  se ven reducidos al requerir mas puntos de luz o menores alturas de montaje para compensar una mayor regularidad.
- El grado de protección mecánica (IP), la contaminación ambiental y las políticas de mantenimiento fueron analizadas en relación al  $B/C$  de lo cual se concluye:
  - SM+LM es la política menos indicada en todos los casos salvo con IP2D. SM+LM+SC y SC+LM, en ambientes urbanos con luminarias IP2 o IP5, son las mas convenientes y la política SC+LS es para instalaciones con luminarias IP6 la mas conveniente.
  - El cambio de ambiente limpio (área rural) a sucio (zona urbana o industrial) reduce el  $B/[CAE/(lx.m^2)]$  de una instalación con IP2 en un  $\approx 20\%$ , con IP5 un 5% y con IP6 solo el 3%.
  - Luminarias con IP2 presentan el menor  $B/[CAE/(lx.m^2)]$  con una diferencia promedio del 25% respecto de IP5 o IP6 para las políticas SM+LM+SC y SC+LM, mientras que luminarias IP5 e IP6 presentan una diferencia del 1,4% lo que justificaría mas el uso de IP6
- $B/C$  utilizando una función de supervivencia de lamparas del mayor fabricante de la UE frente a la función obtenida por el autor del análisis de datos reales obtenidos de registros históricos de 6 años presenta diferencias. Para una política con solo operaciones masivas programadas (SM+LM) la reducción con datos reales observada en  $B/[CAE/(lx.m^2)]$  es del 45%. Esto se debe principalmente a que el beneficio es afectado por una mayor mortalidad (del orden del 10% anual) requiriendo menores periodos de sustitución programada para lograr el máximo  $B/[CAE/(lx.m^2)]$  y mantener la tasa de averías baja. La  $B/[CAE/(lx.m^2)]$  de las políticas SM+LM+SC, SC+LM y SC+LS indica reducciones del 1%. El aumento de costos por mayores cambios correctivos debido a una menor LFS no es significativo frente a los restantes costos de allí que no se observen diferencias importantes. Sin embargo si se consideran solo los costos de mantenimiento por actuaciones correctivas estos se incrementen un 8%.
- $B/C$  puede ser incorporada a los actuales programas de diseño de instalaciones de alumbrado urbano para seleccionar alternativas de instalaciones y/o políticas de mantenimiento.

### 7.3 Conclusiones de la aplicación a instalaciones existentes

La aplicación de  $B/C$  a instalaciones existentes conduce a las siguientes conclusiones:

- La relación  $B/C$  permite cuantificar satisfactoriamente la calidad del servicio, controlar el estado actual y servir de referencia para un control continuo periódico.
- Al comparar con las situaciones simuladas (actual con  $B=1$ , consumo energético y uso eficiente, consumo energético, uso y mantenimiento óptimo, implantación de reductor de potencia y diseño óptimo) es posible determinar una problemática del tipo energética, aprovechamiento, conservación, optimización de mantenimiento u optimización del diseño. Un indicador que englobe numerosos factores para sintetizar información, al comparar situaciones y surgir una diferencia significativa, será necesario un análisis más específico el que puede hacerse a partir de los datos recogidos para la determinación de  $B/C$ .
- La muestra de cuadros de mando examinar debe tener dimensión suficiente y la distribución ser representativa de los sectores de la población para que el valor de  $B/C$  obtenido pueda considerarse un valor representativo de la calidad del servicio de la población.
- La repetición con periodicidad de, por ejemplo 6 meses, permitirá un seguimiento de las instalaciones. Periodos menores de repetición no presentarían mayores ventajas al tener un comportamiento exponencial la depreciación de las instalaciones pero si mayores costos.
- El seguimiento de las instalaciones permitirá obtener datos en forma continua con los cuales será posible un reajuste actualizando los parámetros de depreciación con lo cual se podrá disponer así de un indicador ajustado a las condiciones reales para evaluar posibles cambios de políticas frente a variación de costos o condiciones del alumbrado.
- La metodología de evaluación puede ser incorporada a programas de gestión del alumbrado urbano para evaluar la calidad del servicio.

### 7.4 Perspectivas futuras

El trabajo desarrollado ha abierto posibilidades de trabajos futuros de los que pueden distinguirse dos tipos de líneas:

- a) proseguir las investigaciones de esta tesis para ampliar su alcance o precisar aspectos de su contenido extendiendo el estudio a factores tales como la contaminación luminica **San Martín, Manzano, Albert (1998)**[1]etc.
- b) ampliación del estudio para optimizar la aplicación practica de la metodología beneficio-costos.
  - Estudiar técnicas de evaluación mediante monitoreo con cámara CCD de instalaciones de alumbrado urbano.
  - Informatizar la gestión utilizando la metodología propuesta como criterio de evaluación

### 7.5 Bibliografía del capítulo

[1] **San Martín S., Manzano E.R., Albert V. (1998)**

Gestión y explotación de instalaciones de alumbrado. Actas de las Jornades Tècniques sobre Energia, pag. 299 a 310. Associació d'Enginyers Industrials de Catalunya, Barcelona, España.

Página en blanco