

5.1.93. CENTRO DE MANDO 102:

Ubicación:C/ Nicolás Megías (Fachada polideportivo)

Otros consumos:no

Cumplimiento de requisitos: Módulos compañía/propiedad separados, **altura fuera de rango 0,3m-2m, no dispone de rotulación de elementos, no tiene puesta a tierra, no hay protección diferencial**

Utiliza código de colores para los conductores: no

Tipo de encendido:**célula fotoeléctrica**

Regulación: no

Nº de contador:n/d

Tipos de lámparas asociadas:VSAP

Observaciones:**Cuadro en mal estado.** Encendido desde cuadro de mando del polideportivo. **Célula fotoeléctrica rota.** El reloj no actúa.



Estado Centro de Mando 102

5.1.94. CENTRO DE MANDO 103:

Ubicación:Conventual San Antonio

Otros consumos:Fuente.

Cumplimiento de requisitos: Módulos compañía/propiedad separados, altura en rango 0,3m-2m, **no dispone de rotulación de elementos**, puesta a tierra, protección diferencial

Utiliza código de colores para los conductores: no

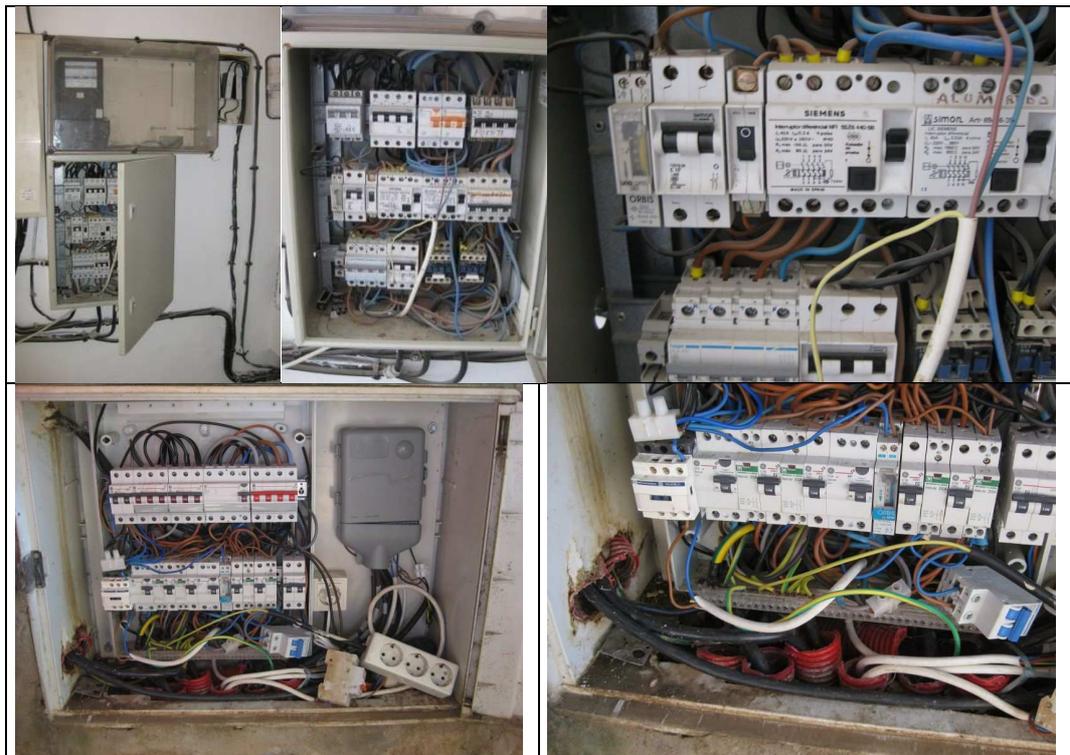
Tipo de encendido:**célula fotoeléctrica**

Regulación: no

Nº de contador:10617099

Tipos de lámparas asociadas:VSAP, HM, **VM**

Observaciones:Hay un cuadro secundario conectado al térmico marcado como “huerto”. Suministro de fuente (desconectado para las mediciones). Conectado al suministro del edificio (dependencias).



Estado Centro de Mando 103

5.2. ACTUACIONES EN ELEMENTOS DE MANIOBRA.

Sustitución de sistemas de encendidos inadecuados por otros sistemas más eficaces. Esta medida de total fiabilidad, y que precisa una inversión muy baja, permitiría reducir de manera importante el número de horas de utilización del alumbrado público, y por tanto, constituye un importante arma de ahorro energético y económico. Será una medida que se recomendará adoptar como veremos, sin lugar a dudas, por las enormes ventajas que genera. Es una medida que más que recomendable se hace necesaria para cualquier cuadro de alumbrado actual.

El sistema más adecuado y eficiente en su relación calidad-coste consiste en la instalación de relojes astronómicos fácilmente regulables.

Según el apartado 5 de la ITC-EA-04 “Sistemas de Accionamiento”, los sistemas de accionamiento deberán garantizar que las instalaciones de alumbrado exterior se enciendan y apaguen con precisión a las horas previstas cuando la luminosidad ambiente lo requiera, al objeto de ahorrar energía.

El accionamiento de las instalaciones de alumbrado exterior podrá llevarse a cabo mediante diversos dispositivos, como por ejemplo, fotocélulas, relojes astronómicos y sistemas de encendido centralizado.

Toda instalación de alumbrado exterior con una potencia de lámparas y equipos auxiliares superiores a 5 kW, deberá incorporar un sistema de accionamiento por reloj astronómico o sistema de encendido centralizado, mientras que en aquellas con una potencia en lámparas y equipos auxiliares inferior o igual a 5 kW también podrá incorporarse un sistema de accionamiento mediante fotocélula.

5.2.1. RELOJES ASTRONÓMICOS

El interruptor horario astronómico es un programador electrónico-digital específicamente diseñado para el control automático del encendido y apagado del alumbrado público.

Su zona de cobertura se divide en zonas geográficas a fin de ajustar al máximo los periodos de encendido y apagado. Puede prever en su programa el cambio de horario invierno-verano, así como maniobras de fines de semana y días festivos. Su funcionamiento de basa en una memoria que recoge según las coordenadas del lugar en el que vaya a instalarse la hora exacta a la que debe conectarse el alumbrado y la hora exacta a la que debe apagarse el mismo.

Hemos comprobado, y del inventario se desprende, algunos de los cuadros analizados poseen célula fotoeléctrica para el encendido y apagado del alumbrado público. La eficacia de este sistema depende en gran medida del nivel de luminosidad que es capaz de recibir la célula fotoeléctrica, factor que puede verse afectado por agentes extrínsecos a la propia instalación o aparato, como puede ser la suciedad del mismo o cualquier sombra incidente en un momento determinado, provocadas en ocasiones por las propias condiciones climatológicas.

La célula fotoeléctrica por sí sola carece de la efectividad deseada para la conexión y desconexión del alumbrado público, sin embargo, el reloj astronómico mejora la efectividad del sistema de encendido, de tal forma que el funcionamiento de los cuadros se sitúa alrededor de las 4.200 horas de media, igual a las

horas que, según la experiencia y la ayuda de diversos programas informáticos de optimización horaria, debería ser el tiempo de utilización del alumbrado público acorde a los amaneceres y ocasos de nuestra zona geográfica.

El reloj astronómico está diseñado para controlar cargas luminosas en función de las horas de ortos (amanecer) y ocasos (anochece). Dispone de un programa que ajusta automáticamente, cada semana, el horario de encendido y apagado, sin necesidad de mantenimiento. Su pequeño tamaño de tan solo dos módulos lo hace ideal para su instalación en cuadros con poco espacio disponible. El aparato dispone de dos circuitos independientes: uno totalmente astronómico y otro al que se le puede asignar cuatro programas diferentes.

Esta es una medida ya muy presente en prácticamente la totalidad de las instalaciones de alumbrado público del municipio, no obstante, es aconsejable acabe de aplicarse en todos aquellos cuadros del municipio que aún no dispongan de uno.

En cualquier caso, a continuación se indica la instalación obligatoria de estos dispositivos en función de las actuaciones a llevar a cabo y lo dispuesto en el RD 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.

CENTROS DE MANDO DONDE SE PROPONE LA INSTALACIÓN DE RELOJ ASTRONÓMICO COMO SISTEMA DE ACCIONAMIENTO
CM 03 "C/ Gabriel y Galán"—CM 47 " Gabriel y Galán"
CM 06 "C/ Juderías"
CM 35 "Plaza de Extremadura"
CM 54 "C/ Gonzalo de Correas"
CM 59 "C/ Olimpiada"
CM_102 "C/ Nicolás Megías (fachada polideportivo)"
CM_103 "Conventual San Antonio"

Tabla 5.1 CM en los que se propone reloj astronómico

5.3. INCORPORACIÓN DE LÁMPARAS MÁS EFICIENTES.

Las lámparas son la fuente o emisor luminoso de la instalación, por ello su elección constituye una de las mayores dificultades a la hora de diseñar una instalación, fundamentalmente debido a que tanto la potencia consumida, la duración de vida y color de la luz, vienen condicionada por el tipo de lámpara.

Los factores más importantes que deben tenerse en cuenta en la definición y selección del tipo de lámpara a emplear son la eficacia luminosa, la duración de vida media y vida útil, la temperatura de color y el rendimiento cromático o reproducción de colores.

La lámpara más comúnmente utilizada en el alumbrado público hasta hace unos años es la lámpara de vapor de mercurio. Sin embargo, este tipo de lámpara tiende hoy en día a ser sustituido, por lámparas de mayor eficacia. Según el **Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior en su apartado 2 de la ITC-EA-04 “Lámparas”**, las lámparas utilizadas en instalaciones de alumbrado exterior tendrán una eficacia luminosa superior a 40 lum/W (para alumbrados de vigilancia y seguridad nocturna y de señales y anuncios luminosos) y de 65 lum/W (para alumbrados vial, específico y ornamental). Las lámparas de descarga de Vapor de Mercurio presentes en el alumbrado vial del municipio sin embargo tienen una eficacia luminosa de 50 lm/W, inferior a la exigida por este reglamento.

En el caso de las lámparas de sodio de alta presión, su elevada eficacia y la posibilidad de mejorar su factor de utilización, dado el tamaño reducido, la hace especialmente aconsejable, bajo la óptica energética, en zonas donde los requisitos de color no son exigentes.

En las lámparas de sodio de baja presión, a pesar de ser la solución de mayor eficacia existentes en la actualidad, sus grandes dimensiones, pueden determinar en muchos casos una reducción del factor de utilización, por lo que es necesario un estudio comparativo de la eficacia global del conjunto lámpara luminaria. Además esta tipología de lámparas presenta una mala reproducción cromática. Por estos motivos, en el municipio actualmente están en desuso, y su presencia está muy limitada.

Una alternativa a la lámpara de vapor de sodio de alta presión, que mantiene la tonalidad blanca y presenta una mejor reproducción cromática, es el halogenuro metálico cerámico. Desde el punto de vista energético presenta el mismo consumo que la tecnología de vapor de sodio y resultan más apropiadas cuando deben instalarse en vías con mayor exigencia del color, o cuando no se desea que la iluminación de los viales presente una tonalidad anaranjada.

En el presente estudio se ha analizado la viabilidad técnico – económica de la sustitución de lámparas de vapor de mercurio por lámparas de halogenuros metálicos cerámicos. Para ello se ha partido de las siguientes premisas:

- En el cálculo de la inversión se ha tenido en cuenta exclusivamente el coste en material y equipos puesto que las medidas propuestas son todas susceptibles de ser ejecutadas por los servicios de los que dispone el Ayuntamiento.
- Se han determinado las horas de funcionamiento anuales a partir de la potencia instalada en lámparas y de los consumos energéticos de cada cuadro, obtenido de las facturas eléctricas. De este modo se estima una utilización de 4.200 horas/año para cada luminaria.
- Para aquellos cuadros de mando que disponen de regulación, se considera una utilización al 100% de potencia durante el 40% de las horas, y del 60% de potencia (nivel reducido) durante el 60% de las horas de funcionamiento.

- El precio de kWh considerado en cada cuadro es el precio medio obtenido de la facturación eléctrica, resultado de dividir el coste entre el consumo de energía activa.
- Se ha considerado una vida media de las lámparas de 16.000 horas para las lámparas de descarga y un consumo en equipos auxiliares de acuerdo con el RD 1820/2008. Según el **apartado 4 de la ITC-EA-04 "Equipos Auxiliares"**, la potencia eléctrica máxima consumida por el conjunto del equipo auxiliar y lámpara de descarga, no superará los valores de la tabla que se muestra a continuación:

POTENCIA NOMINAL DE LÁMPARA (W)	POTENCIA TOTAL DEL CONJUNTO (W)			
	SAP	HM	SBP	VM
18	-	-	23	-
35	-	-	42	-
50	62	-	-	60
55	-	-	65	-
70	84	84	-	-
80	-	-	-	92
90	-	-	112	-
100	116	116	-	-
125	-	-	-	139
135	-	-	163	-
150	171	171	-	-
180	-	-	215	-
250	277	270 (2,15A) 277 (3A)	-	270
400	435	425 (3,5A) 435 (4,6A)	-	425

Tabla 5.2 Potencia eléctrica máxima consumida

La potencia eléctrica máxima consumida del conjunto equipo auxiliar y lámpara fluorescente se ajustarán a los valores admitidos por el Real Decreto 838/2002, de 2 de agosto, por el que se establecen los requisitos de eficiencia energética de los balastos de lámparas fluorescentes.

- El precio medio por tipo de lámpara se muestra en el siguiente cuadro:

PRECIO MEDIO POR POTENCIA Y TIPO DE LÁMPARA					
Vapor de Mercurio		Vapor de Sodio		Halogenuro Metálico Cerámico	
Potencia (W)	Precio (€)	Potencia (W)	Precio (€)	Potencia (W)	Precio (€)
80	10,64	70	31,35	70	54,26
125	10,86	100	33,75	100	59,94
250	24,29	150	34,22	150	59,94

*NOTA: Los precios se obtienen como precio medio según catálogo de fabricante

Al realizar la sustitución de lámparas de vapor de mercurio a lámparas de vapor de sodio o halogenuros metálicos cerámicos habrá que considerar el coste del equipo auxiliar, cuyo precio medio se muestra a continuación:

ELECTROMAGNÉTICO		ELECTRÓNICO	
VSAP/HMC 70W	18,98 €	VSAP/HMC 70W	150,66 €
VSAP/HMC 100W	22,47 €	VSAP/HMC 100W	152,49 €
VSAP/HMC 150W	30,86 €	VSAP/HMC 150W	155,23 €

*NOTA: Los precios se obtienen como precio medio según catálogo de fabricante

5.3.1. SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS DE VM 125W POR HMC 70W

Esta actuación consiste en la sustitución de todas aquellas lámparas de Vapor de Mercurio (VM) de 125 W de potencia por otras con tecnología de Halogenuros Metálicos Cerámicos (HMC) de 70W. Únicamente se propone el cambio para aquellas lámparas de instalaciones de alumbrado asociadas a un cuadro que ya dispone de regulación en cabecera. Por este motivo se considera que el equipo auxiliar necesario para la nueva lámpara sea de tipo convencional electromagnético.

	Potencia (W)	Flujo Luminoso	Eficacia (lm/W)	IRC	Vida Útil
HMC 70W	125	6.300	90	>80	12.000
VM 125W	70	6.200	50	>50	10.000

Tabla 5.3 Características de las lámparas

El ahorro energético detectado asciende a **79.135kWh**, correspondiéndole un ahorro económico (según el precio medio optimizado del kWh, calculado para cada suministro) de **12.465,01 €** y un periodo de retorno de **2,23 años** en el caso de que la sustitución se efectúe por lámparas con tecnología de Halogenuros Metálicos con Tubo de Descarga Cerámico y equipo auxiliar electromagnético.

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro siguiente:

AHORROS OBTENIDOS EN LA MEDIDA 1: SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS VM 125W POR HMC 70W CON EQUIPO AUXILIAR ELECTROMAGNÉTICO

CUADRO	SUSTITUCIÓN	AHORRO ENERGÉTICO (kWh)	AHORRO ECONÓMICO (€)	INVERSIÓN (€)	RETORNO (años)
CM_37	101 HMC 70W	21.089	5.206,11	7.397,44	1,42
CM_48	11 HMC 70W	2.297	215,41	805,66	3,74
CM_56	28 HMC 70W	5.846	641,75	2.050,78	3,20
CM_57	10 HMC 70W	2.088	259,97	732,42	2,82
CM_61	116 HMC 70W	24.221	3.196,28	8.496,07	2,66
CM_63	38 HMC 70W	7.934	1.154,73	2.783,20	2,41
CM_76	32 HMC 70W	6.682	923,56	2.343,74	2,54
CM_79	43 HMC 70W	8.978	867,18	3.149,41	3,63
TOTAL	379 HMC 70W	79.135	12.465,01	27.758,72	2,23

Tabla 5.4 Rentabilidad en la sustitución de lámparas de VM 125W por HMC 70W

El orden de actuación se indica a continuación, siendo prioritaria la medida de sustitución de lámparas de vapor de mercurio por halogenuros metálicos cerámicos en aquellos cuadros en los que se obtiene un menor periodo de retorno.

ORDEN DE ACTUACIÓN SUSTITUCIÓN VM125W POR HMC70W CON EQUIPO ELECTROMAGNÉTICO			
	INVERSIÓN €	AHORRO ECONÓMICO €	P.R.S. Años
CM_37	7397,442	5206,11	1,42
CM_63	2783,196	1154,73	2,41
CM_76	2343,744	923,56	2,54
CM_61	8496,072	3196,28	2,66
CM_57	732,42	259,97	2,82
CM_56	2050,776	641,75	3,20
CM_79	3149,406	867,18	3,63
CM_48	805,662	215,41	3,74

Tabla 5.5 Resumen de aplicación de la medida sust. VM125W por HMC70W

El resultado de la aplicación global de esta medida, se traduce en los siguientes resultados:

MEDIDA 1.				
Sustitución de lámparas VM 125W por HMC 70W + Equipo aux. electromagnético				
Inversión (€):	Ahorro(€/año):	P.R.S.	Kg CO₂ /año:	kWh/año:
27.758,72	12.465,01	2,23 años	27.697	79.135

5.3.2. SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS DE VM 250W POR HMC 150W

Esta actuación consiste en la sustitución de todas aquellas lámparas de Vapor de Mercurio (VM) de 250 W de potencia por otras con tecnología de Halogenuros Metálicos Cerámicos (HMC) de 150W. Únicamente se propone el cambio para aquellas lámparas de instalaciones de alumbrado asociadas a un cuadro que ya dispone de regulación en cabecera. Por este motivo se considera que el equipo auxiliar necesario para la nueva lámpara sea de tipo convencional electromagnético.

	Potencia (W)	Flujo Luminoso	Eficacia (lm/W)	IRC	Vida Útil
HMC 150W	150	13.500	90	>80	12.000
VM 250W	250	12.700	51	>50	10.000

Tabla 5.6 Características de las lámparas

El ahorro energético detectado asciende a **15.682 kWh**, correspondiéndole un ahorro económico (según el precio medio optimizado del kWh, calculado para cada suministro) de **1.838,79 €** y un periodo de retorno de **2,17 años** en el caso de que la sustitución se efectúe por lámparas con tecnología de Halogenuros Metálicos con Tubo de Descarga Cerámico y equipo auxiliar electromagnético.

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro siguiente:

AHORROS OBTENIDOS EN LA MEDIDA 2: SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS VM 250W POR HMC 150W CON EQUIPO AUXILIAR ELECTROMAGNÉTICO

CUADRO	SUSTITUCIÓN	AHORRO ENERGÉTICO (kWh)	AHORRO ECONÓMICO (€)	INVERSIÓN (€)	RETORNO (años)
CM_46	4 HMC 150W	1.426	200,84	363,20	1,81
CM_48	21 HMC 150W	7.184	701,94	1.906,82	2,72
CM_76	19 HMC 150W	6.772	936,00	1.725,22	1,84
TOTAL	44 HMC 150W	15.682	1.838,79	3.995,24	2,17

Tabla 5.7 Rentabilidad en la sustitución de lámparas de VM 250W por HMC 150W

El orden de actuación se indica a continuación, siendo prioritaria la medida de sustitución de lámparas de vapor de mercurio por halogenuros metálicos cerámicos en aquellos cuadros en los que se obtiene un menor periodo de retorno.

**ORDEN DE ACTUACIÓN SUSTITUCIÓN VM250W POR HMC150W
CON EQUIPO ELECTROMAGNÉTICO**

	INVERSIÓN €	AHORRO ECONÓMICO €	P.R.S. Años
CM_46	363,20	200,84	1,81
CM_76	1.725,22	936,00	1,84
CM_48	1.906,82	701,94	2,72

Tabla 5.8 Resumen de aplicación de la medida sust. VM250W por HMC150W

El resultado de la aplicación global de esta medida, se traduce en los siguientes resultados:

MEDIDA 2.

Sustitución de lámparas VM 250W por HMC 150W + Equipo aux. electromagnético

Inversión (€):	Ahorro(€/año):	P.R.S.	Kg CO₂ /año:	kWh/año:
3.995,24	1.838,79	2,17 años	5.488	15.682

5.4. INCORPORACIÓN DE SISTEMAS DE REGULACIÓN.

5.4.1. REDUCTORES EN CABECERA Y BALASTOS ELECTRÓNICOS REGULABLES

Los **reguladores estabilizadores en cabecera de línea** estabilizan y reducen la tensión de alimentación al conjunto lámpara - reactancia, con lo que se obtienen disminuciones de potencia en torno al 40% para reducciones del flujo luminoso de la lámpara aproximadamente del 50%.

En la actualidad son equipos electrónicos estáticos, que actúan de forma independiente sobre cada una de las fases de la red, al objeto de estabilizar la tensión de cada una de éstas respecto al neutro común en el circuito de salida o utilización, y disminuir el nivel de dicha tensión a partir de la orden apropiada, para finalmente producir una reducción del flujo luminoso de la lámpara y el consiguiente ahorro energético.

Para tensiones de alimentación nominales al conjunto lámpara - reactancia de 220V, la reducción de tensión es a 175 V, pudiendo admitirse hasta 180 V y para el vapor de sodio a alta presión, y a 195 V para el vapor de mercurio a alta presión. Se instalan en cabecera de línea, alojándose junto al armario de maniobra y medida, **siendo muy importante que las líneas eléctricas estén bien dimensionadas** (secciones adecuadas), para evitar apagados en los puntos de luz más alejados del regulador - estabilizador en cabecera, debidos a la caída de tensión en las líneas.

A la misión fundamental de estabilización y reducción de tensión, distintos fabricantes añaden diferentes funciones complementarias, como pueden ser curvas en rampa de distintas formas para el encendido en frío o en caliente, protecciones o dispositivos de seguridad, elementos de maniobra, medida, telecontrol, etc.

La primordial ventaja de los reguladores estabilizadores en cabecera de línea sobre otros sistemas para doble nivel de potencia, es la estabilización de la tensión de alimentación, tanto en el nivel máximo de plena potencia, como en el nivel reducido o segundo nivel. Esta ventaja tiene importancia por cuanto al mantenerse **estabilizada la tensión** de alimentación en los dos niveles, reducido y pleno, no se ocasiona un incremento de potencia en lámpara y, en consecuencia, **no existe influencia sobre la vida de la lámpara**, que no se sobrecalienta, ni exceso de consumo energético por sobrepotencia.

También cabe destacar que **su implantación en alumbrados existentes es relativamente fácil y sencilla**, sin que se precise una intervención, siempre costosa, en cada uno de los puntos de luz del alumbrado.

Por el contrario, la reducción del valor instantáneo de la tensión de la red producida por el regulador estabilizador en cabecera de línea, unida al incremento de la tensión de arco de la lámpara debido a su envejecimiento, da lugar a un cierto recorte de la vida útil de las lámparas, evaluable en un 10% aproximadamente. Esta reducción hay que ponderarla, no obstante, frente al alargamiento de la vida útil derivado de la estabilización de la tensión que se consigue.

Por otra parte, cabe señalar la **incompatibilidad**, o cuando menos, el bajo aprovechamiento de los reguladores estabilizadores en cabecera de línea **en aquellas instalaciones de alumbrado en las que se mezclan las lámparas de vapor de sodio y las de vapor de mercurio**, ambas a alta presión: como las lámparas de mercurio no permiten reducir la tensión al nivel que soportarían las de sodio, éstas quedarán funcionando por encima del punto óptimo de ahorro.

El efecto reseñado de las dos acciones de incremento de la tensión de arco de la lámpara y de disminución del valor instantáneo de la tensión de la red, se acentúa o aumenta en aquellas lámparas más alejadas del equipo regulador estabilizador en cabecera de línea, debido a las caídas de tensión a lo largo de los conductores eléctricos que alimentan los puntos de luz de la instalación de alumbrado público. Resulta crítico, por tanto, diseñar escrupulosamente las líneas, para prevenir estos efectos.

La precisión propia de cada equipo de regulación va a influir también en el ahorro energético, dado que si la tensión es inferior a 175 V, podrían producirse apagados aleatorios de lámparas en la instalación de alumbrado público, y en el caso contrario, de que dicha tensión sea superior a 175 V, no se obtendría el ahorro energético óptimo previsto.

Como alternativa de mayor eficiencia se proponen el **sistema de regulación autónomo** compuesto por Lámpara eficiente + Balasto electrónico regulable DV 1 – 10 V + Controlador electrónico autónomo

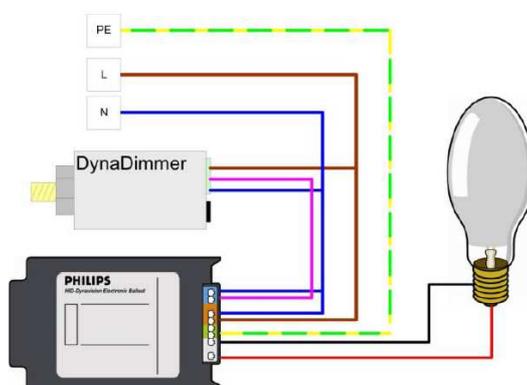


Figura 5.1 Sistema de regulación autónomo

Lleva incorporado los elementos necesarios para efectuar de forma autónoma y automática y, en consecuencia, **sin necesidad de una línea auxiliar de mando**, la reducción del flujo luminoso de la lámpara y la potencia en determinados períodos de funcionamiento del alumbrado, con el consiguiente ahorro energético.

A continuación se analizan con más profundidad sus elementos:

Lámpara eficiente

Lámpara con una eficacia superior a 65 lm/W para su utilización vial. No tiene sentido la aplicación de elementos de mejora de la eficiencia energética como los sistemas de regulación autónomos en lámparas con tecnologías ineficientes, como es el caso de las lámparas de Vapor de Mercurio.

Balasto electrónico regulable DV 1 – 10 V

Dispositivo compacto que realiza las funciones del equipo auxiliar y, por tanto, sustituye a la reactancia electromagnética, condensador y arrancador (en las lámparas de sodio a alta presión).

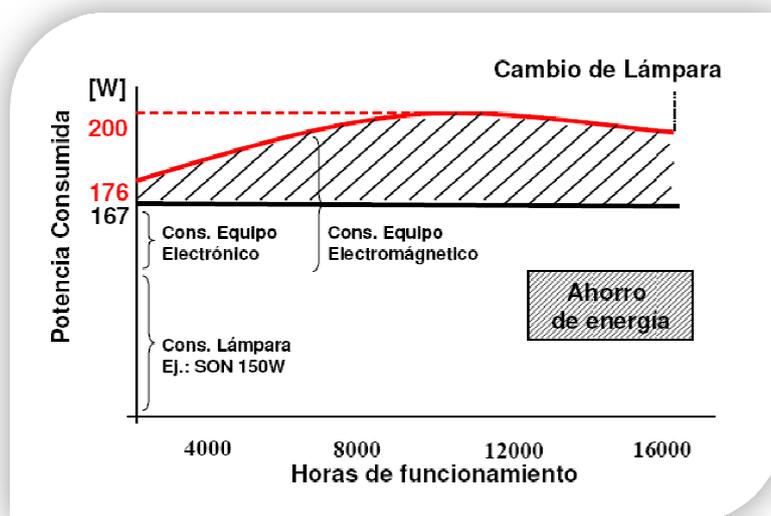
La reactancia electrónica **estabiliza** la potencia en lámpara y, consecuentemente, el consumo en red tanto en funcionamiento a régimen reducido como a máxima potencia, frente a variaciones de tensión comprendidas entre 180 y 250 V. Como resultado, al estabilizar la potencia, mantiene la vida media de la lámpara, a la que hay que restar un 10% por las razones que se explicaron a propósito de la regulación en cabecera.

En todas las condiciones de funcionamiento (máxima potencia y nivel reducido), las pérdidas propias del equipo electrónico no superan el 4 ó 5% de la potencia eléctrica consumida en lámpara, lo cual resulta ventajoso frente al consumo real del equipo auxiliar tradicional (reactancia electromagnética, condensador y arrancador) que oscila entre un 9,3 y un 27.5% de la potencia nominal de la lámpara. Por tanto, los equipos electrónicos para lámparas de descarga son más eficaces que los equipos electromagnéticos tradicionales, las pérdidas térmicas son menores y consiguen un ahorro energético aproximado del 15%.

Estos equipos estabilizan la tensión y controlan el funcionamiento de cada lámpara individualmente, haciendo innecesario el uso de estabilizadores en cabecera. Además incorporan simultáneamente las funciones del balasto, arrancador, condensador y estabilizador de tensión reduciendo el peso y espacio ocupado por un el equipo auxiliar en la luminaria, al tiempo que facilita la conexión.

En los sistemas de alumbrado público es posible incrementar el ahorro utilizando equipos electrónicos regulables, que permiten una regulación de hasta el 20% del nivel lumínico (35% de potencia) en las lámparas de vapor de sodio alta presión, y de hasta el 50% de nivel lumínico (60% de potencia) en las lámparas de halogenuros metálicos cerámicos.

Tal y como se muestra en la siguiente figura, los equipos electrónicos proporcionan un ahorro energético y económico. El ahorro energético se sitúa en torno al 10-17% y el ahorro en mantenimiento está asociado a una vida útil de la lámpara aumentada en un 30%.



Además del ahorro conseguido mediante el control de la tensión y de la corriente, existe un ahorro adicional por efecto de eliminación de la sobretensión nocturna que a menudo existen en todas las instalaciones. Así, en las instalaciones de alumbrado público, una sobretensión del 7% origina un sobreconsumo del 20%.

La posibilidad de regular el flujo en lámparas con tecnología de descarga de alta intensidad mediante equipos estabilizadores reductores (URC), sólo es viable técnicamente si se utilizan estos sistemas en instalaciones con lámparas de vapor de mercurio o de vapor de sodio alta presión, no garantizándose por parte de los fabricantes de equipos la efectividad de los mismos con lámparas halogenuro metálico cerámico. De esta forma, habrá que considerar la posibilidad de instalar estos balastos electrónicos, en el caso de sustituir las actuales lámparas de vapor de mercurio por halogenuro metálico cerámico, si se pretende obtener una reducción de flujo.

Controlador autónomo electrónico para equipo DV 1 - 10 V

La unidad de control autónoma permite una regulación precisa acorde a una programación flexible de niveles de iluminación de hasta cinco períodos, lo que permite además de ajustar los niveles de iluminación reducidos durante la madrugada, así como en el arranque y desconexión de la lámpara, con la posibilidad de escalones intermedios entre estos períodos.



Figura 5.2 Controlador electrónico autónomo para equipo DV 1-10V

Se trata de un equipo de pequeño tamaño, de fácil instalación en la luminaria.

En cuanto a la regulación de potencia, puede llegarse a una reducción del 40% para lámparas de Halogenuros Metálicos Cerámicos (50% flujo luminoso).

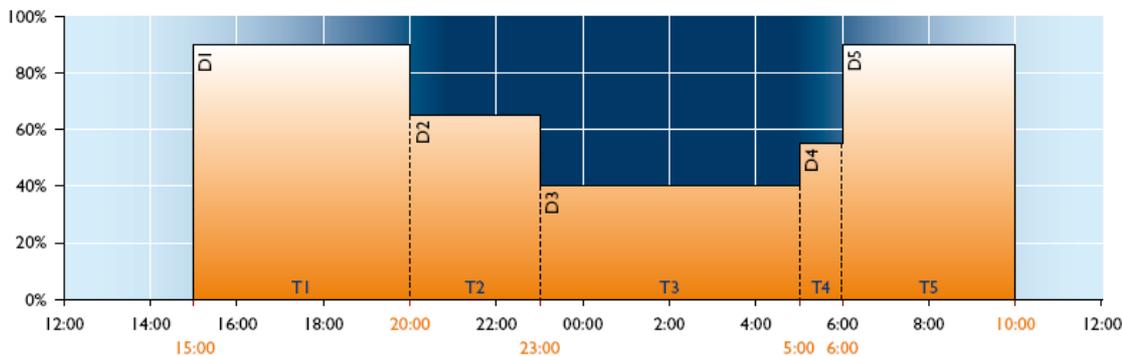


Figura 5.3 Ejemplo de programación de cinco niveles

Conclusiones. Sistema propuesto.

El municipio dispone ya de un elevado número de cuadros de mando que instalan estabilizadores – reguladores en cabecera de línea.

Sin embargo, de la exposición anterior se desprende que el sistema de regulación autónoma da un paso más en lo que eficiencia energética se refiere, puesto que las reactancias electrónicas presentan **menores pérdidas propias por consumo del equipo auxiliar**. Otra importante ventaja es que estos sistemas son equipos autónomos a nivel de punto de luz lo que permite **fijar la regulación para cada uno de ellos y adaptarla a las necesidades de cada punto** (sombras provocadas por un árbol, falta de uniformidad en un punto,...), y por lo demás presentan las mismas ventajas que los reguladores estabilizadores en cabecera de línea.

Por el contrario resulta, generalmente, una solución **más cara**, y su implantación en instalaciones de alumbrado existentes precisa una intervención punto a punto de luz.

Se queda a solo un escalón de la solución de máxima eficiencia energética consistente en la telegestión punto a punto. El balasto electrónico es perfectamente compatible y únicamente se precisa la sustitución del controlador por el OLC.

5.5. INCORPORACIÓN DE LÁMPARA EFICIENTE + REGULACIÓN AUTÓNOMA.

Según el apartado 6 de la ITC-EA-04 “Sistemas de Regulación del Nivel Luminoso”, con la finalidad de ahorrar energía, las instalaciones de alumbrado recogidas en el capítulo 9 de la ITC-EA-02, se proyectarán con dispositivos o sistemas para regular el nivel luminoso mediante alguno de los sistemas siguientes:

- ⇒ Balastos serie de tipo inductivo para doble nivel de potencia
- ⇒ Reguladores-Estabilizadores en cabecera de línea
- ⇒ Balastos electrónicos de potencia regulable

Los sistemas de regulación del nivel luminoso deberán permitir la disminución del flujo emitido hasta un 50% del valor en servicio normal, manteniendo la uniformidad de los niveles de iluminación, durante las horas con funcionamiento reducido. Las unidades reductoras de consumo (U.R.C) en cabecera están destinadas a instalaciones donde a determinadas horas se puede reducir el nivel de iluminación, con el consiguiente ahorro de energía, como es el caso del alumbrado público. Pero como ya se ha expuesto en el apartado anterior, este sistema ya está muy presente en el municipio y se opta por dar un paso más en materia de eficiencia energética, al proponer la instalación de sistemas de regulación autónomos para cada punto de luz.

En este apartado, se han estudiado los ahorros obtenidos utilizando equipos de regulación electrónicos en cada punto de luz. El estudio se ha hecho comparando los consumos actuales y los que habría con la instalación de estos equipos. Como hipótesis para el cálculo de los ahorros conseguidos se han considerado los siguientes:

Horas de funcionamiento anual	4.200 horas
Horas de funcionamiento a potencia nominal	20% de horas anuales
Horas de funcionamiento a potencia reducida (60%)	80% de horas anuales
Consumo de los equipos auxiliares:	10% - 12%
Vida media / Vida útil	14.000 / 12.000 horas
Sobreconsumo por sobretensiones	No se considera
Aumento de vida útil de la lámpara por estabilización	20%
Precio del kWh considerado:	Precio medio optimizado del kWh

Tabla 5.9 Hipótesis para el cálculo de ahorro por instalación de estabilizadores reductores de tensión

El coste de reposición de las lámparas es el mismo que el considerado en el apartado anterior, al analizar la viabilidad de la sustitución de lámparas. En el cálculo de la inversión se ha tenido en cuenta exclusivamente el coste en material y equipos puesto que las medidas propuestas son todas susceptibles de ser ejecutadas por los servicios de los que dispone el Ayuntamiento.

5.5.1. SUSTITUCIÓN DE VM 125W POR HMC 70W + EQUIPO DE REGULACIÓN ELECTRÓNICO AUTÓNOMO

Esta actuación consiste en la sustitución de todas aquellas lámparas de Vapor de Mercurio (VM) de 125 W de potencia por otras con tecnología de Halogenuros Metálicos Cerámicos (HMC) de 70W. Únicamente se propone el cambio para aquellas lámparas de instalaciones de alumbrado asociadas a un cuadro que no tenga instalado regulador en cabecera. Por este motivo se considera que el equipo auxiliar necesario para la nueva lámpara sea de tipo electrónico y permita la regulación del punto de luz, incorporando además un controlador electrónico para su programar los niveles y dotar de funcionamiento autónomo al punto de luz. De este modo se cumple con las exigencias del Reglamento de Eficiencia Energética de las Instalaciones de Alumbrado Exterior.

Una vez que se ha realizado el análisis de la actuación, y considerando la incorporación de estos equipos en aquellos cuadros en los que el periodo de retorno obtenido sea igual o inferior a cuatro años, se concluye que dicha actuación no resulta prioritaria.

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO	LÁMPARAS (+ REGULAC. AUTÓNOMA)	AHORRO ENERGÉTICO (kWh)	AHORRO ECONÓMICO (€)	INVERSIÓN (€)	RETORNO (años)
CM_01	37 HMC 70W	13.464	1.482,37	11.877,78	8,01
CM_03	35 HMC 70W	12.736	1.836,37	11.235,74	6,12
CM_04	32 HMC 70W	11.644	1.716,59	10.272,67	5,98
CM_06	4 HMC 70W	1.456	219,58	1.284,08	5,85
CM_07	67 HMC 70W	24.380	2.403,78	21.508,41	8,95
CM_09	8 HMC 70W	2.911	288,51	2.568,17	8,90
CM_19	5 HMC 70W	1.819	190,55	1.605,11	8,42
CM_21	70 HMC 70W	25.472	3.688,55	22.471,47	6,09
CM_22	49 HMC 70W	17.831	2.490,30	15.730,03	6,32
CM_23	167 HMC 70W	60.769	9.195,58	53.610,51	5,83
CM_24	23 HMC 70W	8.369	837,32	7.383,48	8,82
CM_28	6 HMC 70W	2.183	216,79	1.926,13	8,88
CM_31	65 HMC 70W	23.653	2.356,54	20.866,37	8,85
CM_33	35 HMC 70W	12.736	2.058,46	11.235,74	5,46
CM_35	50 HMC 70W	18.194	2.712,10	16.051,05	5,92
CM_38	3 HMC 70W	1.092	116,70	963,06	8,25
CM_39	160 HMC 70W	58.222	8.510,06	51.363,36	6,04
CM_45	4 HMC 70W	1.456	178,94	1.284,08	7,18
CM_47	31 HMC 70W	11.281	1.708,83	9.951,65	5,82
CM_49	30 HMC 70W	10.917	1.201,12	9.630,63	8,02
CM_52	34 HMC 70W	12.372	1.362,79	10.914,71	8,01
CM_54	42 HMC 70W	15.283	1.657,16	13.482,88	8,14
CM_55	12 HMC 70W	4.367	449,74	3.852,25	8,57
CM_59	12 HMC 70W	4.367	478,30	3.852,25	8,05
CM_64	11 HMC 70W	4.003	451,42	3.531,23	7,82
CM_66	23 HMC 70W	8.369	978,87	7.383,48	7,54
CM_67	19 HMC 70W	6.914	859,17	6.099,40	7,10
CM_68	19 HMC 70W	6.914	780,36	6.099,40	7,82
CM_77	11 HMC 70W	4.003	541,08	3.531,23	6,53
CM_84	5 HMC 70W	1.819	196,02	1.605,11	8,19
CM_85	25 HMC 70W	9.097	1.077,03	8.025,53	7,45
CM_86	20 HMC 70W	7.278	779,82	6.420,42	8,23
CM_96	25 HMC 70W	9.097	1.039,91	8.025,53	7,72
CM_103	38 HMC 70W	13.828	1.885,96	12.198,80	6,47
	1.177 HMC 70W	428.296	55.946,67	377.841,72	6,75

Tabla 5.10 Rentabilidad en la sustitución de VM125W por HMC70W + Equipo electrónico de regulación autónomo.

El orden de actuación se indica a continuación, siendo prioritaria la medida en aquellos cuadros en los que se obtiene un menor periodo de retorno.

ORDEN DE ACTUACIÓN PARA LA SUST. VM125W POR HMC70W + REGULACIÓN AUTÓNOMA			
	INVERSIÓN €	AHORRO ECONÓMICO €	P.R.S. Años
CM_33	11.235,74	2.058,46	5,46
CM_47	9.951,65	1.708,83	5,82
CM_23	53.610,51	9.195,58	5,83
CM_06	1.284,08	219,58	5,85
CM_35	16.051,05	2.712,10	5,92
CM_04	10.272,67	1.716,59	5,98

Tabla 5.11 Orden de actuación para lasust. VM125W por HMC70W + Equipo electrónico de regulación

Conviene apuntar que en el ahorro económico se ha tenido en cuenta el ahorro en mantenimiento por reposición de lámparas, a consecuencia del aumento de vida útil provocado por la estabilización de la tensión. Los retornos obtenidos para la inversión son superiores a 4 años para todos los cuadros analizados, por este motivo la aplicación de esta medida no resulta prioritaria y no se tendrá en cuenta para el plan de actuaciones propuesto.

El resultado de la aplicación global de esta medida, para las inversiones con menos de seis años de retorno, se traduce en los siguientes resultados (no se tendrán en cuenta en el plan de actuaciones ni en el resumen global de resultados):

MEDIDA 3.

Sustitución de lámparas VM 125W por HMC 70W + Equipo aux. electrónico de regulación autónomo

Inversión (€):	Ahorro(€/año):	P.R.S.	Kg CO₂ /año:	kWh/año:
102.405,70	17.611,13	5,81 años	40.625	116.080

5.5.2. SUSTITUCIÓN DE VM 250W POR HMC 150W + EQUIPO DE REGULACIÓN ELECTRÓNICO AUTÓNOMO

Esta actuación consiste en la sustitución de todas aquellas lámparas de Vapor de Mercurio (VM) de 250 W de potencia por otras con tecnología de Halogenuros Metálicos Cerámicos (HMC) de 150W. Únicamente se propone el cambio para aquellas lámparas de instalaciones de alumbrado asociadas a un cuadro que no tenga instalado regulador en cabecera. Por este motivo se considera que el equipo auxiliar necesario para la nueva lámpara sea de tipo electrónico y permita la regulación del punto de luz, incorporando además un controlador electrónico para su programar los niveles y dotar de funcionamiento autónomo al punto de luz. De este modo se cumple con las exigencias del Reglamento de Eficiencia Energética de las Instalaciones de Alumbrado Exterior.

Una vez que se ha realizado el análisis de la actuación, y considerando la incorporación de estos equipos en aquellos cuadros en los que el periodo de retorno obtenido sea igual o inferior a cuatro años, se estima el ahorro energético en **33.509 kWh/año**, lo que supondrá un ahorro económico anual de **5.391,43 €**, con un periodo de retorno simple de **3,13** años.

Se aconseja la aplicación de esta medida en las instalaciones de alumbrado para las que se obtenga un P.R.S. inferior a cuatro años.

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro siguiente:

CUADRO	LÁMPARAS (+ REGULAC. AUTÓNOMA)	AHORRO ENERGÉTICO (kWh)	AHORRO ECONÓMICO (€)	INVERSIÓN (€)	RETORNO (años)
CM_06	17 HMC 150W	11.170	1.639,78	5.631,62	3,43
CM_11	21 HMC 150W	13.798	1.578,25	6.956,71	4,41
CM_39	2 HMC 150W	1.314	186,75	662,54	3,55
CM_50	16 HMC 150W	10.513	1.054,82	5.300,35	5,02
CM_53	8 HMC 150W	5.256	795,70	2.650,18	3,33
CM_92	6 HMC 150W	3.942	527,52	1.987,63	3,77
CM_100	18 HMC 150W	11.827	2.241,67	5.962,90	2,66
	88 HMC 150W	57.820	8.024,50	29.151,94	3,63

Tabla 5.12 Rentabilidad en la sustitución de VM250W por HMC150W + Equipo electrónico de regulación autónomo.

El orden de actuación se indica a continuación, siendo prioritaria la medida en aquellos cuadros en los que se obtiene un menor periodo de retorno.

**ORDEN DE ACTUACIÓN PARA LA SUST. VM250W POR HMC150W
+ REGULACIÓN AUTÓNOMA**

	INVERSIÓN €	AHORRO ECONÓMICO €	P.R.S. Años
CM_100	5.962,90	2.241,67	2,66
CM_53	2.650,18	795,70	3,33
CM_06	5.631,62	1.639,78	3,43
CM_39	662,54	186,75	3,55
CM_92	1.987,63	527,52	3,77

Tabla 5.13 Resumen de aplicación de la medida sust. VM250W por HMC150W + Equipo electrónico de regulación

Conviene apuntar que en el ahorro económico se ha tenido en cuenta el ahorro en mantenimiento por reposición de lámparas, a consecuencia del aumento de vida útil provocado por la estabilización de la tensión.

El resultado de la aplicación global de esta medida, se traduce en los siguientes resultados:

MEDIDA 4.
**Sustitución de lámparas VM 250W por HMC 150W
+ Equipo aux. electrónico de regulación autónomo**

Inversión (€):	Ahorro(€/año):	P.R.S.	Kg CO₂ /año:	kWh/año:
16.894,87	5.391,43	3,13 años	11.728	33.509

5.6. CRITERIOS DE OPTIMIZACIÓN. TENDENCIAS EN ALUMBRADO PÚBLICO

5.6.1. ACTUACIONES PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ALUMBRADO PÚBLICO.

A continuación se enumeran los criterios a seguir en la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de alumbrado público exterior:

TENDENCIAS EN ALUMBRADO PÚBLICO				
Potencia punto LUZ	Situación Actual	Tipología	Cambio	Propuesta lámpara
400	VHg	Luminaria vial cerrada Campana / caperuza	1 1+6	250 HMC
	VSAP	Luminaria vial cerrada	1	250 HMC
250	VHg	Luminaria vial cerrada Campana / caperuza	1+2+3 1+6	150 HMC
	VSAP	Luminaria vial cerrada	1+2+3	150 HMC
150	VSAP	Luminaria vial cerrada Esfera	1+2+3 1+4	70 HMC
125	VHg	Luminaria vial cerrada Farol Esfera	1+2+3 1+2+5 1+4	70 HMC
100	VSAP	Luminaria vial cerrada Esfera	1+2+3 1+4	70 HMC
60	INCANDESCENCIA	Balizas	1	Bajo Consumo

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1 Lámpara | 4 Luminaria + eficiente |
| 2 Equipo Electrónico | 5 Bloque Óptico |
| 3 Regulación | 6 Proyección |

*HMC – Halogenuros metálicos cerámicos

SISTEMAS DE CONTROL

Reloj o célula fotoeléctrica

Reloj Astronómico

Regulación punto a punto

5.6.2. ACTUACIONES PARA MEJORAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SEMÁFOROS.

Vivimos en una búsqueda constante de nuevas tecnologías, desarrollando productos más seguros, eficaces, duraderos y de la más alta calidad. Los LEDs se encuentran entre los sistemas lumínicos de la nueva generación, con tecnología avanzada y contando con las ventajas más buscadas en el mercado: bajo consumo, larga durabilidad, escaso mantenimiento y un atractivo visual imposible de evitar.

La sustitución de las lámparas incandescentes convencionales de los semáforos por otras con tecnología LED es ya una realidad muy presente en el municipio. Se trata de una actuación muy acertada que conduce de forma inmediata a ahorros en energía eléctrica, reducción de gastos de mantenimiento y reposición así como a la reducción de emisiones de CO₂, acompañados de la fiabilidad y seguridad en aplicaciones viales.

Tecnología LED

Un led es un semiconductor que emite luz al paso de una corriente eléctrica de baja intensidad, sin utilizar ningún filamento o gas y tiene la propiedad de producir la misma cantidad de luz que las bombillas incandescentes tradicionales, pero utilizando un 90% menos de energía. En el alumbrado tradicional, sólo el 5% de la energía consumida es luz, el 95% restante se disipa en calor.

Al agruparse suficientes LED's en una matriz, éstos pueden emitir la cantidad de luz necesaria para reemplazar una lámpara incandescente o un halógeno en múltiples aplicaciones como la señalización y la iluminación ornamental, destacando entre todas su aplicación en semáforos de tráfico.

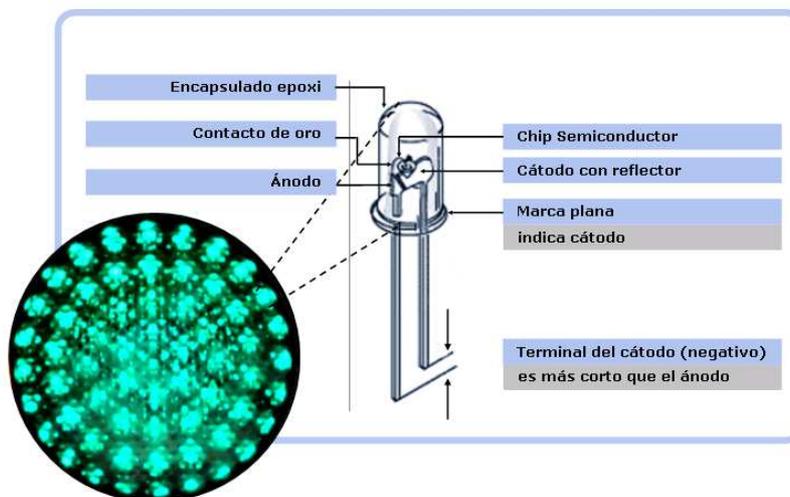


Figura 5.4.- Partes de un LED

Se ahorra, por tanto, hasta un 90% del consumo de electricidad y en costos de mantenimiento, debido a la extremadamente larga vida útil de estos productos (10 años como mínimo).

Debido a su rentabilidad, las lámparas a LED para la señalización luminosa dan la respuesta esperada, puesto que las lámparas de LED utilizan sólo 10% de la energía consumida por las lámparas incandescentes, tienen una esperanza de vida 50 veces superior y generan importantes ahorros de energía y mantenimiento, satisfaciendo el objetivo de conseguir una mayor fiabilidad y seguridad pública.

Gracias a su bajo consumo, la utilización de los LED implica ventajas medio ambientales derivadas de una menor emisión de CO₂.

Ventajas

Las características principales de estas lámparas son:

- Muy bajo consumo. Del 5 al 15 % de su similar con lámparas incandescentes.
- Ahorran energía, una lámpara LED puede lograr ahorros de hasta el 90% en consumo de energía al reemplazar un foco incandescente.
- Respetan el medio ambiente.
- Mínimo mantenimiento. Hasta 10 años de vida útil.
- Mayor seguridad operativa.
- Simple recambio.
- Condición neutral cuando está apagado. Lente incoloro.
- No tiene efecto de luz fantasma causada por luz solar.
- Focos a prueba de luz solar. Los rayos ultravioleta no afectan la coloración de los focos.
- Señalización luminosa uniforme.
- Mayor seguridad vial. Dado que los semáforos de LED ofrecen mayor brillantez y luminosidad.
- Alto contraste con luz solar. Mejor visión a elevadas distancias.
- Unidad Óptica sellada.
- En caso de que falle una lámpara, con el sistema tradicional se interrumpe el funcionamiento del semáforo completo, mientras que si se funde un diodo tipo LED el semáforo sólo pierde un 0,5% de luminosidad.
- Recuperación rápida de su inversión, como consecuencia de los ahorros de energía, el bajo mantenimiento y la durabilidad de los semáforos del LED.

6. CONCLUSIONES.

6.1. PUNTOS CRÍTICOS PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA.

A continuación se exponen las principales deficiencias encontradas, a tener en cuenta para la aplicación de medidas de cara a obtener una mayor eficiencia y ahorro energéticos, dentro del plan de actuación propuesto.

6.1.1. ENCENDIDOS DE CUADROS MEDIANTE CÉLULA FOTOELÉCTRICA.

Los cuadros de mando deberían disponer de un reloj astronómico como elemento de maniobra, de mayor precisión que la célula fotoeléctrica. Este dispositivo a diferencia de la célula, no pierde prestaciones a lo largo de su vida por la contaminación y la suciedad y no se ve afectado por sombras ocasionales producidas por condiciones atmosféricas. Con ello se garantiza el uso de la instalación de alumbrado durante las horas en las que se requiere el aporte de luz artificial, asegurando un funcionamiento de no más de 4.200 horas anuales.

A continuación se indica la instalación obligatoria de estos dispositivos en función de las actuaciones a llevar a cabo y lo dispuesto en el RD 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.

CENTRO DE MANDO DONDE SE PROPONE LA INSTALACIÓN DE RELOJ ASTRONÓMICO COMO SISTEMA DE ACCIONAMIENTO
CM 03 “C/ Gabriel y Galán”–CM 47 “ Gabriel y Galán”
CM 06 “C/ Juderías”
CM 35 “Plaza de Extremadura”
CM 54 “C/ Gonzalo de Correas”
CM 59 “C/ Olimpiada”
CM_102 “C/ Nicolás Megías (fachada polideportivo)”
CM_103 “Conventual San Antonio”

Tabla 6.1 CM en los que se propone instalar reloj astronómico

6.1.2. TIPOLOGÍA DE LÁMPARAS INEFICIENTE

En el alumbrado público del municipio se siguen utilizando lámparas con un valor de eficacia inferior al mínimo exigido por la normativa (65 W/m^2 para alumbrado vial). Como solución se propone la sustitución de Vapor de Mercurio por Halogenuro Metálico con tubo de descarga Cerámico. Con las sustituciones propuestas, además de cumplir con los requisitos de eficacia del Reglamento de Eficiencia Energética se consigue un ahorro energético por la menor potencia de las lámparas propuestas.

La rentabilidad de estas actuaciones se estudia en los apartados 5.3 y 5.5 de la presente memoria.

Del mismo modo, y aunque no se hace valoración de la rentabilidad de la inversión, se propone la sustitución de las lámparas incandescentes utilizadas en las balizas de las rotondas por lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo. Debe considerarse la posibilidad de dotar las actuales balizas de sistemas antirrobo o su sustitución por otras antivandálicas.

6.1.3. BAJA ILUMINANCIA, FALTA DE UNIFORMIDAD EN LA ILUMINACIÓN CALLES RESIDENCIALES Y AUSENCIA DE SISTEMAS DE REGULACIÓN DE FLUJO LUMINOSO.

En puntos anteriores ya se han expuesto los motivos por los que la tecnología de vapor de mercurio no resulta idónea desde el punto de vista de la eficiencia para su utilización en el alumbrado público exterior. Como alternativa eficiente desde el punto de vista energético y lumínico se ha propuesto la sustitución de las lámparas actuales con esta tecnología por otras eficientes. El cambio conlleva una reducción de potencia, a igualdad de flujo luminoso.

Simultáneamente, y atendiendo a las indicaciones del apartado 6 de la ITC-EA-04 “Sistemas de Regulación del Nivel Luminoso”, se instalarán dispositivos o sistemas para regular el nivel luminoso. Los sistemas de regulación del nivel luminoso deberán permitir la disminución del flujo emitido hasta un 50% del valor en servicio normal, manteniendo la uniformidad de los niveles de iluminación, durante las horas con funcionamiento reducido. Para ello se opta la utilización de equipos de regulación autónomo en aquellos cuadros en los que se proponga una sustitución de lámparas y que no dispongan de un regulador de flujo en cabecera.

La regulación punto a punto con una programación de 5 niveles permitirá realizar los ajustes necesarios para resolver incidencias puntuales en la uniformidad del alumbrado. Esta medida se complementará con la sustitución de las luminarias en aquellos puntos en los que éstas sean de bajo rendimiento.

En las fichas de eficiencia que se anexan al documento pueden consultarse los valores de iluminancia y uniformidad para diferentes tipologías de alumbrado, correspondiente a vías tipo características del municipio.

6.1.4. LUMINARIAS DE BAJO RENDIMIENTO Y F.H.S. ELEVADO.

Este problema se deriva de la utilización de luminarias tipo bolo esféricas sin refractor en zona superior en las calles residenciales (luminarias con difusor opal). En calles residenciales también son comunes las luminarias viales abiertas “tipo cazo” sin bloque óptico de muy bajo rendimiento. Los viales que instalan

este tipo de luminarias se corresponden con áreas de brillo o luminosidad media (Zonas E3) por lo que el Flujo Hemisférico Superior instalado FHSinst debe ser como máximo del 15%.

Por este motivo se recomienda la sustitución del difusor de las luminarias esféricas por otro con cubierta superior, que reduzca el flujo hemisférico superior instalado, o como mejor opción por otra luminaria ambiental con un rendimiento superior al mínimo exigido por la normativa ($\geq 55\%$ para alumbrado vial ambiental) de tipo “urbana” y no de tipo “globo”.

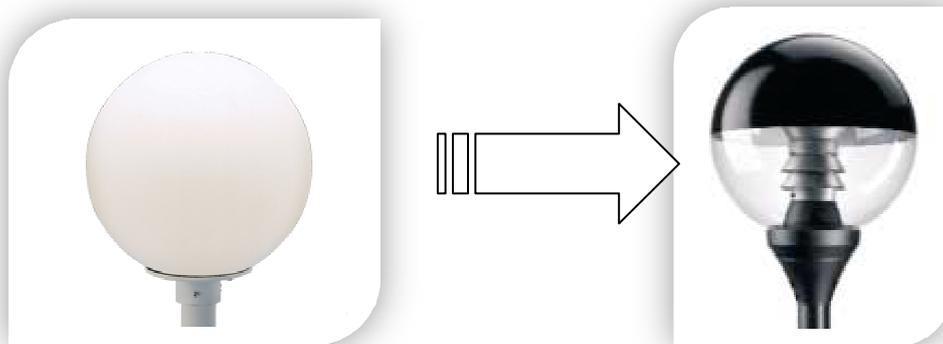


Figura 6.1.-Instalación de cubierta superior en luminarias tipo “globo”

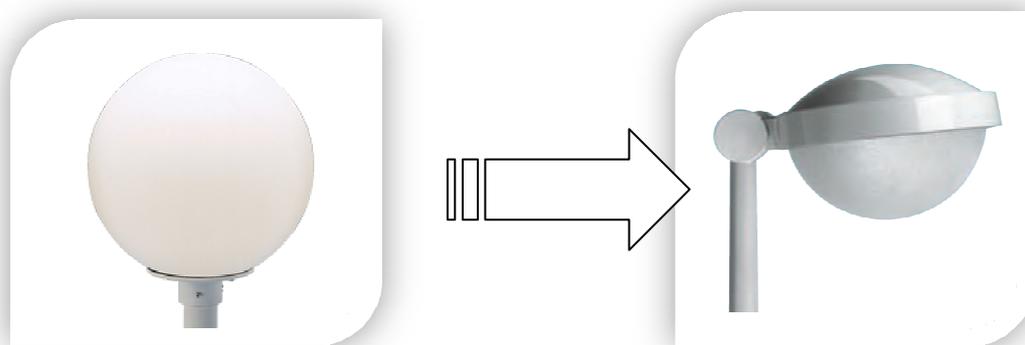


Figura 6.2.-Sustitución de luminarias tipo “globo”

Para las luminarias viales abiertas se propone la sustitución del conjunto lámpara + luminaria por otro con lámpara eficiente y luminaria vial cerrada con bloque óptico de alto rendimiento. Al reducir el flujo hemisférico superior emitido se evitarán las molestias ocasionadas a los vecinos en algunas calles residenciales y se reducirá el vandalismo sobre ellas, ocasionado por ese mismo motivo. El nuevo conjunto de rendimiento superior al exigido ($\geq 65\%$ para alumbrado vial funcional), mejorará sustancialmente la uniformidad de la iluminación en la vía.

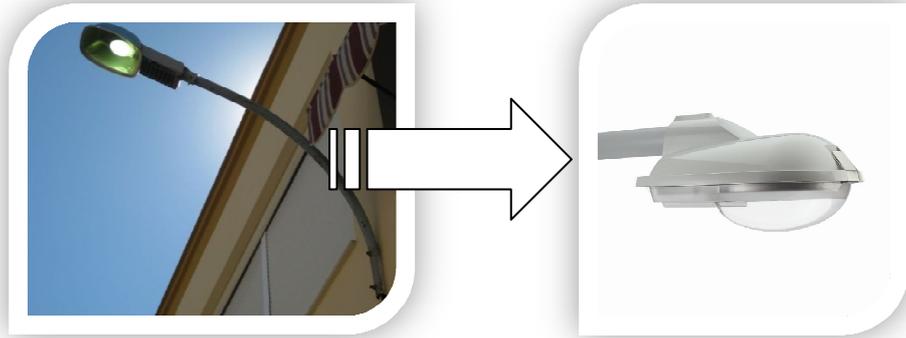


Figura 6.3.-Sustitución de luminaria vial abierta sin óptica

Esta luminaria, utilizada junto con lámparas de halogenuros metálicos cerámicos, a diferencia de las de tipo globo cumple con las especificaciones mínimas establecidas en el Real Decreto 1890/2008 (Eficacia >65 lm/W y Rendimiento >65%).

Las características de una luminaria vial cerrada tipo “Eficiente” (características obtenidas de luminaria Philips AluRoad SRP 221 con lámpara CDO-TT 70W) son las siguientes:

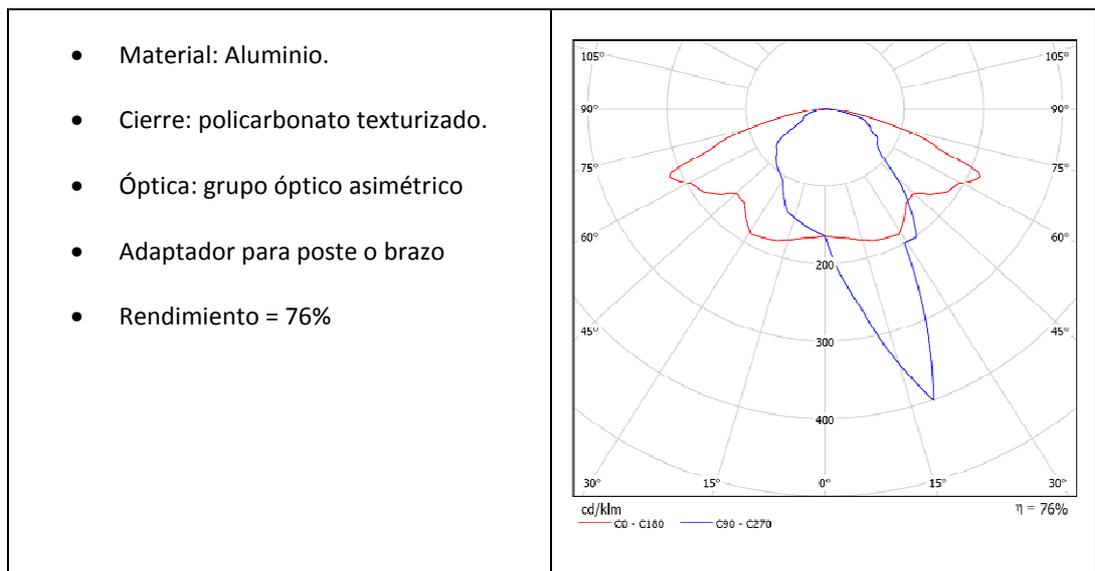


Figura 6.4.-Características y diagrama fotométrico de luminaria vial de alto rendimiento

Cuando se utilicen proyectores para la iluminación de rotondas es preferible que sean asimétricos para controlar la luz emitida hacia el hemisferio superior.

Por otra parte, debe aumentarse el mantenimiento de las luminarias, con especial hincapié en el mantenimiento preventivo. Una mayor asiduidad en la limpieza y revisión de luminarias se reflejará en un mayor coeficiente de mantenimiento y con ella, una mayor eficiencia de la instalación y confort visual.

6.1.5. USO GENERALIZADO DE BALASTOS ELECTROMAGNÉTICOS

El uso generalizado de balastos convencionales conlleva mayores pérdidas asociadas al mismo. En ocasiones su utilización está ligada al empleo de reguladores estabilizadores en cabecera, por lo que se propone la utilización de balastos electrónicos para la todas las sustituciones de lámparas ineficientes de instalaciones correspondientes a cuadros de mando que no dispongan de regulador en cabecera. Con el balasto electrónico se minimizan las pérdidas y se reduce el sobreconsumo por estabilización de la tensión. El balasto electrónico permitirá además la regulación autónoma del punto de luz mediante la instalación de un controlador electrónico para equipos 1-10 V.

6.1.6. TELEGESTIÓN FRENTE TELECONTROL (MONITORIZACIÓN)

Un sistema de telegestión está pensado para responder a los objetivos requeridos en la iluminación pública, operando sobre cuatro directivas esenciales:

- Gestión centralizada y controlada
- Eficiencia en los componentes
- Seguridad
- Ahorro energético

Estas funciones son verificables a distancia a través de un ordenador.

Gestión eficiente y controlada

Permite monitorizar el funcionamiento de toda la instalación, consultar datos sobre los equipos y mantener el control sobre los elementos que la configuran, a distancia, posibilitando:

- Verificar eventuales anomalías y/o averías
- Detectar el salto de interruptores o diferenciales y rearmar los dispositivos cuando se disparan
- **Telemonitorización los parámetros eléctricos de interés para la gestión del alumbrado, como tensiones de entrada/salida de cualquier fase, la intensidad de cada rama, el factor de potencia o el desfase, además de poder almacenar estos datos para su uso posterior en informes, históricos y tablas.**
- Revelar la medición del consumo de la instalación permitiendo identificar desviaciones respecto de las previsiones.
- Programar el grado de luminosidad en las distintas zonas acordes a las fases horarias y los períodos del año.
- Organizar la programación de revisiones y mantenimiento

Eficiencia de los componentes

Analiza la correcta eficiencia de los componentes de la instalación para eliminar las causas que generan:

- Aleatoriedad en el funcionamiento
- Baja tensión

- Deterioro de equipos auxiliares
- Consumo anómalo por lámparas agotadas

Seguridad

Establece diferentes niveles de alarma para los parámetros de interés en la gestión del alumbrado, que generan mensajes de información y las órdenes de actuación correspondientes.

Ahorro energético

El sistema permite:

- Almacenar y distribuir consumos en función de la tarifa contratada
- Controlar los consumos de normal, valle y punta
- Ajuste del consumo en función de las necesidades, considerando días festivos, la hora solar y la época del año.
- Comandar el encendido y apagado del reloj astronómico
- Programar el encendido y el apagado de la lámpara individualmente o en grupos.
- Automatizar el retraso/adelanto de la hora de conexión/desconexión para ajustarse a las variaciones de orto y ocaso a lo largo del año
- Control directo sobre los reguladores luminosos

De todas las características expuestas, los sistemas actualmente instalados en los cuadros de mando del municipio permiten exclusivamente la **telemonitorización** de los parámetros eléctricos a nivel de centro de mando, y no de punto de luz. *Resulta una actuación que queda muy alejada de los objetivos que plantea la telegestión del alumbrado público y por ello es conveniente reconsiderar la inversión en este tipo de sistemas, teniendo en cuenta que ésta es elevada y sin embargo no consigue los principales beneficios que se obtendrían la una gestión total de las instalaciones de alumbrado público.*

Las actuaciones en materia de regulación propuestas en este documento suponen un avance en la eficiencia y gestión de las instalaciones, permitiendo la regulación independiente y autónoma de cada punto de luz. Esta actuación resulta más rentable gracias a los ahorros energéticos y económicos obtenidos y además se queda a solo un paso del control total, representado por el sistema de telegestión. Un punto a favor de la rentabilidad de las inversiones propuestas es que los equipos electrónicos regulables que se plantean son necesarios para el sistema de telegestión, por lo que estas actuaciones suponen un paso más de cara a una futura implantación de este sistema.

6.1.7. INAPROPIADACENTRALIZACIÓN DE LOS CIRCUITOS DE ALUMBRADO

El capítulo 5.1 se recogen las características de los centros de mando y se aportan apreciaciones al respecto, con la propuesta de nuevas centralizaciones de cuadros de mando y redistribuciones de los circuitos de alumbrado.

6.2. RESULTADOS ENERGÉTICOS Y ECONÓMICOS.

Finalmente se concluye que el ahorro económico conseguido para medidas amortizables es de **19.272,71€** anuales, siendo el ahorro energético de **131.714kWh/año**, lo que supone una reducción en las emisiones de CO₂ de **46.099 Kg/año**. La inversión económica requerida es de **50.548,32 €**, siendo el periodo de retorno de **2,62 años**.

Debe tenerse en cuenta que los resultados anteriormente descritos se obtienen, en función de los valores finales, como aplicación de las medidas de forma independiente o bien como resultado de la acción conjunta de las medidas aplicadas (sustitución de lámparas e instalación de reductores-estabilizadores de flujo), considerando en cualquiera de los casos la aplicación de la optimización de la factura eléctrica.

DIAGNÓSTICO INSTALACIONES ALUMBRADO PÚBLICO DE ALMENDRALEJO	
CONSUMO ACTUAL	3.707.941 kWh/año
COSTE ACTUAL	426.515,74 €/año
COSTE ACTUAL OPTIMIZADO	423.502,44 €/año
CONSUMO FUTURO	3.579.615 kWh/año
COSTE FUTURO	403.807,22 €/año
AHORRO ENERGÉTICO	128.326kWh/año
AHORRO OPTIM. FACTURACIÓN	3.013,30 €
AHORRO POR APLICACIÓN DE MEDIDAS	19.695,22 €
INVERSIÓN	48.648,83 €
	BATERÍA CONDENSADORES 0 €
	LÁMPARAS Y REGULACIÓN 48.648,83 €
P.R.S.²	2,47 años

Tabla 6.2 Resultados energéticos y económicos globales

²No se tiene en cuenta para el cálculo del P.R.S. el potencial de ahorro por optimización de la facturación eléctrica.

6.3. NUEVOS RATIOS ENERGÉTICOS

Con la aplicación de las medidas propuestas en el presente Plan de Optimización Energética Municipal se consiguen mejoras en la eficiencia energética que se traducen en ahorros energéticos, económicos y, en definitiva, en una mejora de los ratios energéticos del municipio.

Así el consumo energético facturado del Ayuntamiento pasará a ser de **3.579.615 kWh** eléctricos a través de los **95 suministros**³ de alumbrado público contratados con la compañía ENDESA que han sido objeto de estudio, lo que supone un consumo de energía cifrado en **308,56 tepPCI**. Este consumo supondría un coste económico a tarifa optimizada (sin recargos en facturación) de **403.807,22 €**.

A continuación se aportan los **ratios energéticos más característicos del municipio en su situación optimizada**:

- Número habitantes del municipio: 33.588
- Potencia instalada por habitante: 28,5 W/habitante
- Consumo de energía eléctrica por habitante: 106,5 kWh/habitante
- Puntos de luz por cada 1000 habitantes: 198
- Relación Potencia instalada superficie población: 5.823 W/Km²
- Facturación anual dividida por potencia instalada: 421,5 €/kW
- kWh anuales consumidos por número de kW instalados: 3.736 kWh/kW



³ El consumo eléctrico anual facturado de tres de los suministros ha sido estimado por no poder extraerse de las correspondientes facturas eléctricas.

7. CARACTERÍSTICAS Y PLAN DE ACTUACIÓN.

7.1. PLAN DE ACTUACIÓN

El Alumbrado Público representa una de las instalaciones de mayor incidencia en el consumo energético de un municipio, alcanzando en algunos casos hasta el 80% de la energía eléctrica consumida y hasta el 60% de la partida presupuestaria.

Un diseño energéticamente eficiente de las instalaciones de Alumbrado Público en un municipio ha de comenzar por determinar los niveles de iluminación necesarios para el desarrollo de las tareas que tienen lugar en la vía pública, dentro de los mínimos de seguridad y comodidad precisos.

Una vez definido los niveles de iluminación requeridos para cada aplicación, se ha de seleccionar los elementos que forman parte de la instalación de alumbrado público, de forma que se consiga el máximo ahorro energético económico con el mínimo coste.

Al analizar la alternativa energético – económica óptima tendremos que considerar todos los elementos que intervienen en el coste total, a saber:

- Coste de primera instalación, adquisición y colocación de los elementos componentes de la misma.
- Costes de explotación o consumo energético, registrado en los contadores previstos en la instalación y facturados según la tarifa más adecuada contratada.
- Costes de mantenimiento, construido por las operaciones propias de limpieza, reparación, reposición de elementos agotados o defectuosos.

Tanto en las instalaciones de alumbrado público de nuevo diseño, como en las instalaciones ya en uso será necesario una gestión perfectamente planificada, continua en el tiempo, a partir de la cual se regule, controle y corrija la utilización del alumbrado con los objetivos de eficiencia energética.

El proceso de gestión ha de comenzar por el conocimiento de los elementos que se gestionen, lo que se traduce en un inventario de las instalaciones de alumbrado, donde se recojan datos relativos a las características de los elementos que componen la instalación, los ciclos de funcionamiento, los consumos eléctricos y los parámetros de facturación.

Una vez realizado el inventario de las instalaciones, se está en condiciones de poder abordar el estudio de las principales deficiencias del sistema, las cuales pueden ser de origen lumínico, energético o económico en aquellos casos en que aun siendo adecuado la eficiencia energética, el coste resulta excesivo.

Las deficiencias de origen energético pueden referirse a algunos de los siguientes aspectos:

- Niveles de iluminación, en aquellos casos en los que dicho nivel sea superior al necesario con el consiguiente incremento de la potencia.
- Régimen de uso, cuando los horarios de encendido y apagado prolongan innecesariamente el ciclo de funcionamiento.
- Rendimiento Lumínico, que puede referirse tanto a los sistemas de iluminación propiamente dicho o al estado de mantenimiento del conjunto.

- Eficacia de las lámparas, uno de los métodos de más efectividad en la mejora de la eficiencia energética de los sistemas de alumbrado.
- Pérdidas eléctricas, tanto en las líneas, como en los equipos auxiliares.

En el presente documento y basándonos en los datos obtenidos del inventario del Alumbrado Público realizado en el Ayuntamiento de Almendralejo se analizan cada una de las deficiencias señaladas anteriormente y se proponen una serie de medidas a realizar para mejorar eficiencia energética y reducir el coste de funcionamiento de las instalaciones. De este modo, las actuaciones estarán encaminadas fundamentalmente a:

1. *Solventar los incumplimientos de la normativa en los cuadros de mando y sustitución de aquellos cuadros que, por sus condiciones, presenten deficientes condiciones o estén obsoletos. En este punto debe tenerse en cuenta la posibilidad de realizar nuevas centralizaciones, como ya se ha comentado en puntos anteriores.*
2. *Adopción de las medidas de ahorro en la facturación eléctrica. Estas medidas suponen pequeñas inversiones y en ocasiones sólo requieren un cambio en los parámetros de contratación por lo que el periodo de retorno es muy pequeño.*
3. *Sustitución de lámparas de vapor de mercurio por otras de halogenuro metálico cerámico con flujo luminoso equivalente.*
4. *Incorporación de Equipos de Regulación Autónomos. Permiten reducir el nivel de iluminación a cierta hora de la noche, alimentando las lámparas a una tensión de salida inferior a la nominal, y además estabilizan la tensión de alimentación de las lámparas en ambos niveles (nominal y reducido).*

Para la determinación de los periodos de retorno reales que resultan de la aplicación de las medidas descritas anteriormente, se debe tener en cuenta la posible concatenación de éstas.

Así el ahorro esperado con la incorporación de Equipos Electrónicos Reguladores de Flujo Luminoso es función tanto del número de horas de funcionamiento como de la potencia del punto de luz. De esta forma, cuando se propone la sustitución de lámparas se disminuye la potencia instalada, de forma que la rentabilidad de la implantación de URC también lo hace. Igualmente, cuando se llevan a cabo mejoras en la facturación eléctrica que consiguen una disminución del coste del kWh consumido, también se disminuye la rentabilidad por la incorporación de estos equipos.

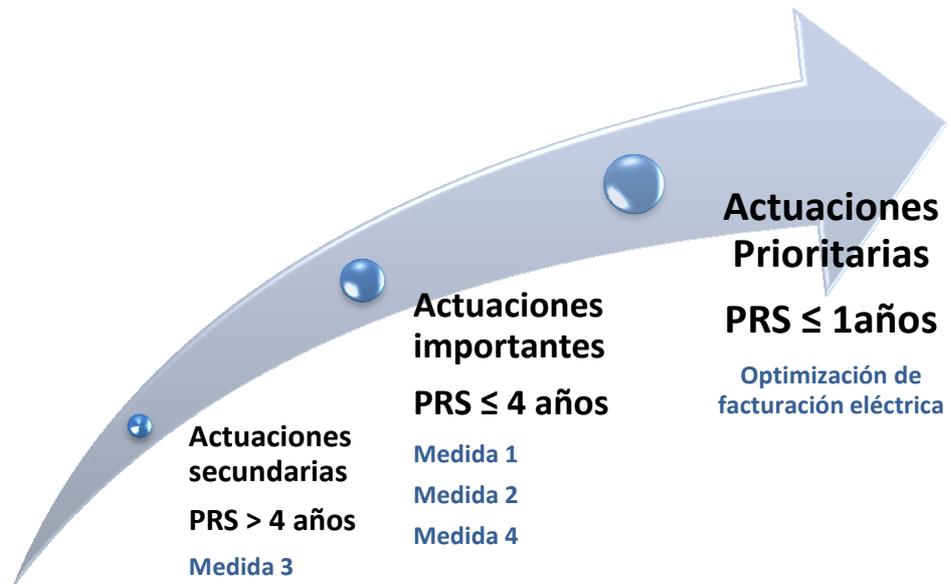
Con las consideraciones hechas anteriormente, al final de la sección se incluye un documento con la información de todos los cuadros en la que se muestra, periodos de retorno, el ahorro esperado y la inversión necesaria, una vez combinadas las medidas de ahorro.

Según lo anterior se establece el Plan de Actuaciones para la aplicación de las medidas de ahorro y eficiencia energéticas propuestas para las instalaciones de alumbrado público. Previamente se tendrán en cuenta las siguientes premisas:

- El índice elegido para valorar la rentabilidad de la inversión es el período de retorno simple (payback).
- Se recomendará la aplicación de cada medida exclusivamente en aquellos cuadros en los que se obtenga un periodo de retorno inferior a 4 años.

- El ahorro global que se obtendría con la aplicación de las medidas propuestas en los apartados anteriores no se puede obtener como suma de los ahorros conseguidos al analizar por separado estas medidas. Hay que tener presente que puede existir relación entre las diversas medidas de ahorro detectadas, repercutiendo unas sobre otras.

PLAN DE ACTUACIÓN



7.2. PLAN DE ACTUACIÓN POR CUADROS RECOMENDADO

Finalmente se ordena la totalidad de las actuaciones propuestas (P.R.S. <4 años) para las instalaciones de alumbrado asociadas a cada uno de los centros de mando. El orden se establece en función del P.R.S. de la inversión:

CUADRO	MEDIDA APLICADA	AHORRO ENERGÉTICO* kWh/año	AHORRO ECONÓMICO €/año	INVERSIÓN €	P.R.S. años	DISMINUCIÓN EMISIONES CO ₂ Kg CO ₂ /año
CM_37	OPTIMIZ. FACTURA MEDIDA 1	21.089 (40,6%)	5.206,11	7.397,44	1,42	7.381,08
CM_46	OPTIMIZ. FACTURA MEDIDA 2	1.426 (35,7%)	200,84	363,20	1,81	498,96
CM_76	OPTIMIZ. FACTURA. MEDIDA 2	6.772 (35,7%)	936,00	1.725,22	1,84	2.370,06
CM_63	OPTIMIZ. FACTURA MEDIDA 1	7.934 (40,6%)	1.154,73	2.783,20	2,41	2.777,04
CM_76	OPTIMIZ. FACTURA MEDIDA 1	6.682 (40,6%)	923,56	2.343,74	2,54	2.338,56
CM_61	OPTIMIZ. FACTURA MEDIDA 1	24.221 (40,6%)	3.196,28	8.496,07	2,66	8.477,28
CM_100	OPTIMIZ. FACTURA. MEDIDA 4	11.827 (57,9%)	2.241,67	5.962,90	2,66	4.139,40
CM_48	OPTIMIZ. FACTURA MEDIDA 2	7.484 (35,7%)	701,94	1.906,82	2,72	2.619,54
CM_57	OPTIMIZ. FACTURA. MEDIDA 1	2.088 (40,6%)	259,97	732,42	2,82	730,80
CM_56	OPTIMIZ. FACTURA MEDIDA 1	5.846 (40,6%)	641,75	2.050,78	3,20	2.046,24
CM_53	OPTIMIZ. FACTURA. MEDIDA 4	5.256 (57,9%)	795,70	2.650,18	3,33	1.839,73
CM_06	OPTIMIZ. FACTURA MEDIDA 4	11.170 (57,9%)	1.639,78	5.631,62	3,43	3.909,44
CM_39	OPTIMIZ. FACTURA. MEDIDA 4	1.314 (57,9%)	186,75	662,54	3,55	459,93
CM_79	OPTIMIZ. FACTURA MEDIDA 1	8.978 (40,6%)	867,18	3.149,41	3,63	3.142,44
CM_48	OPTIMIZ. FACTURA. MEDIDA 1	2.297 (40,6%)	215,41	805,66	3,74	803,88
CM_92	OPTIMIZ. FACTURA MEDIDA 4	3.942 (57,9%)	527,52	1.987,63	3,77	1.379,80

Tabla 7.1 Plan de actuación por cuadros recomendado

*Los ahorros energéticos mostrados se determinan con respecto al consumo actual de los equipos afectados por la medida.

8. EL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO

8.1. MANTENIMIENTO.

El paso del tiempo tiene en las instalaciones consecuencias inmediatas sobre la duración de sus componentes. De entre ellos requieren una especial atención las lámparas, equipos y luminarias, así como los cuadros de mando, Se requiere un buen mantenimiento para conservar el nivel técnico de las instalaciones y prever posibles averías.

La calidad de una instalación de iluminación se deteriora con la edad por los siguientes motivos:

- Reducción del flujo luminoso de la lámpara con el incremento de las horas de encendido.
- Fallos en la lámpara.
- Acumulación de suciedad sobre las lámparas y las luminarias.
- Degradación de las partes ópticas.

Existen dos tipos de mantenimiento, el mantenimiento preventivo y el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo consiste en la reparación de todas las averías e incidencias del sistema. Las actuaciones más habituales son:

- Sustitución de las lámparas.
- Sustitución o reparación de las luminarias.
- Sustitución y/o ajuste del Sistema de programación y/o encendido.

El mantenimiento preventivo consiste en la revisión periódica de todos y cada uno de los elementos de la instalación, efectuando las tareas necesarias para evitar averías y/o fallos de la misma, antes de que ocurran. Algunas tareas habituales a tener en cuenta son:

- Inspección del estado de los soportes (corrosión, anclajes, tapas de registro, etc.)
- Inspección de las luminarias/cajas de conexiones eléctricas, amarres, cierre, limpieza, etc.)
- Inspección del tendido eléctrico.
- Comprobación de la iluminación ofrecida y su intensidad.

8.1.1. INSTALACIÓN.

La instalación, en general, ha de ser objeto de inspecciones visuales durante el día, en las que se compruebe el estado de los diferentes componentes visibles de la instalación, tales como sustentaciones, portezuelas de báculos y columnas, tapas de arquetas, cierres de luminarias, cuadros de mando, etc.

Asimismo hay que realizar inspecciones nocturnas para detectar con mayor facilidad las lámparas que permanezcan fuera de servicio, y el funcionamiento de los interruptores horarios con cuadrante astronómico.

Es muy importante disponer de un programa de mantenimiento preventivo del conjunto de la instalación, incluyendo reposiciones, limpieza, pintura y comprobación de los diferentes componentes.

8.1.2. LÁMPARAS, EQUIPOS Y LUMINARIAS.

En las lámparas, el paso del tiempo afecta en forma de depreciación luminosa y de duración de vida. Tal y como se recoge en el apartado de las lámparas, puede verse cómo evoluciona la pérdida de flujo luminoso y la duración de vida en función del tiempo transcurrido.

En cuanto a los equipos eléctricos, el paso del tiempo, supone una fatiga debida a sollicitaciones de origen: térmico, de pérdida, de aislamiento y de paso de corriente.

En lo relativo a equipos eléctricos, tomando como base los ensayos realizados por la Comisión Electrónica Internacional, la vida de un balasto puede cifrarse en diez años para condiciones normales, pudiendo esto mismo aplicarse al resto de los componentes eléctricos.

En lo relativo a luminarias, el paso del tiempo da lugar a fenómenos que afectan de distinto modo a la instalación, pero fundamentalmente en el terreno fotométrico y en el terreno funcional o mecánico.

En el aspecto fotométrico, el proceso de ensuciamiento, envejecimiento de los materiales y partes componentes del bloque óptico da lugar, fundamentalmente, a una depreciación luminosa, que se muestra en la siguiente figura, donde se muestra en función del porcentaje de flujo inicial restante al cabo de un número de años transcurridos.

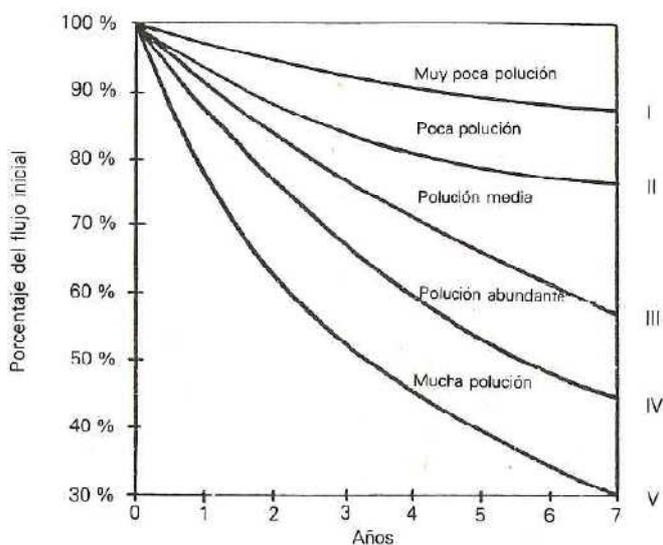


Fig. 27.—Porcentaje de flujo inicial restante

En cuanto a los materiales constitutivos de los cierres difusores de las luminarias, existen curvas que predicen la pérdida de transmisión luminosa en función de la exposición a agentes degradantes.

Se ha comentado también que el paso del tiempo afecta al funcionamiento de las luminarias desde el punto de vista mecánico, por ejemplo, los agentes corrosivos dificultan gravemente el accionamiento de los sistemas de cierre o fijación de las partes componentes sobre la propia luminaria.

Uno de los elementos más sensibles al envejecimiento es la junta de estanqueidad de materiales elastómeros, dado éste que se suele desprestigiar a la hora de la adquisición y posterior mantenimiento programado de las luminarias. Existen, no obstante, otros materiales que, por sus características especiales, hacen que no se modifiquen sus propiedades elásticas, lo que significa un mejor compartimiento de los sistemas de cierre con el paso del tiempo.

En cuanto a las operaciones de mantenimiento, existen una serie de operaciones o procedimientos que deben realizarse para evitar que el paso del tiempo haga las instalaciones antieconómicas en su explotación.

En líneas generales, las operaciones de mantenimiento deben tender a ser: periódicas, sistemáticas y requerir el menor tiempo posible.

La periodicidad vendrá marcada por la utilización de la instalación, polución ambiental y accesibilidad a los aparatos.

En cuanto a la sistematicidad, es imprescindible que las operaciones de mantenimiento sigan un orden automático y siempre el mismo, de modo que el equipo o persona que lo realice pueda ser reemplazado en un caso eventual.

El empleo del menor tiempo posible en obra significa que no se debe tratar de reparar un componente particular en obra, sino tender a la sustitución de bloques funcionales e independientes, para realizar las reparaciones en taller posteriormente.

A continuación se enuncian algunas de las operaciones más importantes:

⇒ Reemplazamiento de lámparas y limpieza.

Una vez efectuadas las labores de control previas, tales como la comprobación de niveles de iluminación, de características de la red y funcionales del aparato, debe procederse, si fuera necesario, al reemplazamiento de la lámpara una vez alcanzada su vida útil, aprovechando para:

- Comprobar la focalización.
- Limpiar el bloque óptico si no fuera IP-65.
- Verificar la impedancia del balasto y la intensidad.
- Verificar los sistemas mecánicos de la luminaria.

El tiempo de reposición de las lámparas es muy sencillo de calcular, pero variable en cada instalación, dependiendo del factor de depreciación propio de la lámpara y el estudio económico de la reposición, así como de las curvas de los fabricantes de las lámparas

⇒ Mantenimiento mecánico.

Verificación periódica de la verticalidad del báculo o columna y de todas las partes mecánicas de la luminaria.

⇒ Mantenimiento eléctrico.

Revisión periódica y comprobación de la instalación eléctrica en cuanto al aislamiento y estado de los conductores.

8.1.3. CUADROS DE MANDO.

En los diferentes cuadros de mando hay que comprobar el funcionamiento de los interruptores horarios, conforme al horario de conexión y desconexión de la instalación. Se verificarán y limpiarán las células fotoeléctricas, los contadores y los sistemas de protección.

Es muy interesante realizar lecturas periódicas de los contadores con el fin de comprobar la secuencia de consumos, como dato del buen funcionamiento de la instalación.

Asimismo interesa realizar mediciones de aislamiento y rigidez dieléctrica, así como las potencias de resistencia a tierra, tensiones, intensidades, factor de potencia y equilibrado de fases.

8.2. ITC-EA-06: MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES

8.2.1. GENERALIDADES.

Según el apartado 1 de la ITC-EA-06, las características y prestaciones de una instalación de alumbrado exterior se modifican y degradan a lo largo del tiempo. Una explotación correcta y un buen mantenimiento permitirán conservar la calidad de la instalación, asegurar el mejor funcionamiento posible y lograr una idónea eficiencia energética.

Las características fotométricas y mecánicas de una instalación de alumbrado exterior se degradarán a lo largo del tiempo debido a numerosas causas, siendo las más importantes las siguientes:

- La baja progresiva del flujo emitido por las lámparas.
- El ensuciamiento de las lámparas y del sistema óptico de la luminaria.
- El envejecimiento de los diferentes componentes del sistema óptico de las luminarias (reflector, refractor, cierre, etc.).
- El prematuro cese de funcionamiento de las lámparas.
- Los desperfectos mecánicos debidos a accidentes de tráfico, actos de vandalismo, etc.

La peculiar implantación de las instalaciones de alumbrado exterior a la intemperie, sometidas a los agentes atmosféricos, el riesgo que supone que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles, así como la primordial función que dichas instalaciones desempeñan en materia de seguridad vial, así como de las personas y los bienes, obligan a establecer un correcto mantenimiento de las mismas.

8.2.2. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y SU REGISTRO.

Según el apartado 3 de la ITC-EA-06, para garantizar en el transcurso del tiempo el valor del factor de mantenimiento de la instalación, se realizarán las operaciones de reposición de lámparas y limpieza de luminarias con la periodicidad determinada por el cálculo del factor.

El titular de la instalación será el responsable de garantizar la ejecución del plan de mantenimiento de la instalación descrito en el proyecto o memoria técnica de diseño.

Las operaciones de mantenimiento relativas a la limpieza de las luminarias y a la sustitución de lámparas averiadas podrán ser realizadas directamente por el titular de la instalación o mediante subcontratación.

Las mediciones eléctricas y luminotécnicas incluidas en el plan de mantenimiento serán realizadas por un instalador autorizado en baja tensión, que deberá llevar un registro de operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas.

El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o un sistema informatizado. En cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior, debiendo figurar, como mínimo, la siguiente información:

- El titular de la instalación y la ubicación de ésta.
- El titular de mantenimiento.
- El número de orden de la operación de mantenimiento preventivo en la instalación.
- El número de orden de la operación de mantenimiento correctivo.
- La fecha de ejecución.
- Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.

Además, con objeto de facilitar la adopción de medidas de ahorro energético, se registrará:

- Consumo energético anual.
- Tiempos de encendido y apagado de los puntos de luz.
- Medida y valoración de la energía activa y reactiva consumida, con discriminación horaria y factor de potencia.
- Niveles de iluminación mantenidos.

El registro de las operaciones de mantenimiento de cada instalación se hará por duplicado y se entregará una copia al titular de la instalación. Tales documentos deberán guardarse al menos durante cinco años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.

Badajoz, 6 de Septiembre de 2010

**RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO
DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

DIRECCIÓN COMERCIAL

Fdo: Jesús Dueñas Gómez

Fdo: Francisco Cobos Rodríguez



AUDITORÍA ENERGÉTICA
INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE ALMENDRALEJO