

DOCUMENTO 3:

*DIAGNÓSTICO DE LAS
INSTALACIONES DE ALUMBRADO
PÚBLICO PERTENECIENTES AL
ALCALA LA REAL*

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. MEDIDAS ANALIZADAS	4
2.1 SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS DE ALUMBRADO PÚBLICO.....	4
2.2 INCORPORACIÓN DE BALASTOS DE DOBLE NIVEL	5
2.3 INCORPORACIÓN DE ESTABILIZADORES Y REDUCTORES-ESTABILIZADORES	6
2.4 ELEMENTOS DE MANIOBRA.....	8
2.5 ACTUACIONES EN SEMÁFOROS.....	9
3. RESULTADOS.....	11
3.1 SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS DE ALUMBRADO PÚBLICO.....	18
3.2 INCORPORACIÓN DE BALASTOS DE DOBLE NIVEL	¡Error! Marcador no definido.
3.3 INCORPORACIÓN DE ESTABILIZADORES Y REDUCTORES-ESTABILIZADORES.....	¡Error! Marcador no definido.
3.4 ELEMENTOS DE MANIOBRA.....	22
3.5 ACTUACIONES EN SEMÁFOROS.....	30
4. OBSERVACIONES	30

ANEXO 1

ANEXO 2

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento recoge el Diagnóstico de las instalaciones de alumbrado público y semáforos realizadas en el municipio de ALCALA LA REAL.

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 cerca del 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.

Los parámetros que influyen en la fiabilidad de la percepción son tanto la luminancia media de la superficie de la calzada como la uniformidad global y el grado de deslumbramiento. En este sentido resulta aconsejable seguir las recomendaciones del Comité Español de Iluminación en cuanto a los niveles de iluminación más adecuados para las distintas situaciones de proyecto.

Alcanzados 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 al mínimo coste.

Con carácter general, 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**, constituido 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 aún 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 en base a los datos obtenidos del inventario del Alumbrado Público realizado en el Ayuntamiento de ALCALA LA REAL, se analizan cada una de las deficiencias anteriores y se proponen una serie de actuaciones a realizar para mejorar la eficiencia energética y reducir el coste de funcionamiento de las instalaciones. En el apartado 4 se relacionan las principales anomalías detectadas.

2. MEDIDAS ANALIZADAS

Las medidas de ahorro energético analizadas en el presente estudio son a nivel de cada centro de mando, Para su valoración se tiene en cuenta el precio medio del suministro al que se encuentre asociado.

Además, se introducen las horas anuales de funcionamiento previstas en régimen nominal y reducido en cada cuadro, junto con las lecturas de tensión e intensidad lo que permite obtener una situación de referencia con respecto a la que se comparan cada una de las medidas.

Se ha considerado tanto para las lámparas de vapor de sodio de alta presión como para las de vapor de mercurio una vida media de 16.000 horas.

2.1 SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS DE ALUMBRADO PÚBLICO

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 el color de la luz, vienen condicionados 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, en las zonas sin exigencias de color, por lámparas de mayor eficacia, como son las lámparas de sodio a alta o baja presión.

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, las hace especialmente aconsejables, bajo la óptica energética, en zonas donde los requisitos de color no son críticos.

Las lámparas de sodio a baja presión, a pesar de ser la solución de mayor eficacia existente en la actualidad, sus grandes dimensiones pueden determinar en muchos casos una reducción del factor de utilización. A esto se debe unir su mala reproducción cromática, haciendo que no sean aplicables en gran parte de las situaciones.

En el presente estudio se ha analizado la viabilidad técnico-económica de la sustitución de lámparas de vapor de mercurio por lámparas de sodio a alta presión según la potencia de la lámpara. Los precios de lámparas considerados son los que se indican a continuación.

Vapor de Mercurio		Vapor de Sodio		
Potencia (W)	Coste Lámp. (€)	Potencia (W)	Coste Lámp. (€)	Coste Eq. Aux. (€)
80	7,57	50	29,13	29,50
125	7,73	70	28,42	29,50
250	17,55	150	30,43	36,30
400	25,28	250	32,57	42,00

2.2 INCORPORACIÓN DE BALASTOS DE DOBLE NIVEL

Estos elementos, también conocidos como reactancias de doble nivel, posibilitan una reducción del flujo luminoso punto a punto. Para ello, es necesario instalar para cada punto de luz un balasto serie de tipo inductivo similar al convencional pero que incorpora un bobinado adicional.

La conmutación se lleva a cabo mediante un relé que puede ir comandado a través de una línea de mando por un reloj horario o astronómico. También existe la opción de comandar dicho relé a través de un temporizador con retardo a la conexión, conmutando automáticamente a nivel reducido transcurrido un tiempo predeterminado de la puesta en servicio del alumbrado.

Con estos dispositivos son alcanzables reducciones superiores a las que permiten los equipos reductores-estabilizadores, ya que al tratarse de actuaciones a nivel de punto de luz se obvia la caída de tensión de línea. No obstante, por tratarse de una implantación punto a punto, la dificultad añadida, especialmente en instalaciones ya existentes, puede ser un factor decisivo. Debe tenerse en cuenta además la imposibilidad de limitar las sobretensiones existentes y que afectan negativamente tanto al consumo como a la vida útil de las lámparas.

El porcentaje de ahorro que se ha considerado alcanzable con estos dispositivos asciende a un 30% para las lámparas de vapor de mercurio y un 40% para las de sodio de alta presión. Los precios de referencia son los que se indican en la tabla siguiente:

Vapor de Mercurio		Vapor de Sodio	
Potencia (W)	Coste BDN (€)	Potencia (W)	Coste BDN (€)
50	34,45	50	52,30
80	34,45	70	52,30
125	36,35	100	57,40
250	42,75	150	58,60
400	50,35	250	68,80
-	-	400	75,20

2.3 INCORPORACIÓN DE ESTABILIZADORES Y REDUCTORES-ESTABILIZADORES

Los equipos reductores-estabilizadores son dispositivos instalados a nivel de cuadro y que se destinan 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.

El descenso de iluminación conseguido con estos equipos, es uniforme y general para toda la instalación, evitando los puntos oscuros. Son equivalentes a los equipos de doble nivel, pero se instalan para todo el circuito. El ahorro estimado, sin embargo, resulta inferior por cuanto se debe tener en cuenta adicionalmente la caída de tensión a lo largo de la línea. Se han tomado en consideración ahorros de un 35% y un 25%, respectivamente para las lámparas de vapor de sodio de alta presión y de vapor de mercurio.

Estos equipos pueden ser acoplados tanto a instalaciones en uso como a instalaciones nuevas que se proyecten. Su rentabilidad, por tanto, no dependerá de que las instalaciones a las que vayan a ser conectados sean de nueva instalación, o bien, estén ya en explotación.

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 existe en todas las instalaciones. Precisamente esta faceta es la característica principal de los equipos estabilizadores en los que no se lleva a cabo ningún tipo de reducción,

limitándose únicamente al control de las sobretensiones nocturnas. Existen ventajas adicionales por la utilización de estos equipos:

❑ **Aumento de la vida media de las lámparas**

Las sobretensiones que se producen en las instalaciones de Alumbrado Público además de incrementar el consumo energético, reducen la vida media de las lámparas. Debido a la estabilización y reducción de corriente, las instalaciones equipadas con un controlador de potencia tienen un aumento apreciable de la duración de la vida media de las lámparas.

❑ **Funcionamiento con todo tipo de lámpara**

El sistema de control electrónico de los parámetros eléctricos de tensión, corriente y factor de potencia, se encarga de atender las diferentes exigencias de las distintas lámparas, las cuales se pueden llegar a utilizar mezcladas dentro de la misma línea.

❑ **Reencendido automático después de un corte**

Los equipos se conciben para reiniciar el encendido, de manera automática, tras un corte de corriente.

❑ **Continuidad en el funcionamiento incluso después de una avería**

Si se produce un fallo en los circuitos electrónicos, estos equipos continúan asegurando el servicio, mediante el paso a by-pass de la fase afectada.

❑ **Protección contra sobre intensidades**

Los equipos están equipados para realizar de forma automática, el cambio a régimen reducido cuando la corriente de entrada es superior a la máxima prevista para la instalación.

❑ **Corrección del factor de potencia**

En los casos en que la instalación consuma energía reactiva, puede compensarse ésta a través del propio equipo con el consiguiente ahorro económico, tanto en la explotación del equipo como en su instalación.

❑ **Bajo consumo de energía**

El consumo de energía del aparato es inferior al 2% de la potencia nominal.

En general los precios considerados para estos equipos son los que se indican en la tabla siguiente, dependiendo de que la tensión entre fases sea 220/231 V (III) o 380/400 V (III+N):

III		III+N	
Potencia (kVA)	Coste (€)	Potencia (kVA)	Coste (€)
4,5	3.750	7,5	3.750
9	4.019	15	4.019
13	4.419	22	4.419
18	4.628	30	4.628
27	5.366	45	5.366
36	6.492	60	6.492

2.4 ELEMENTOS DE MANIOBRA

Una de las mayores preocupaciones en el Alumbrado Público es el sistema de mando, control y mantenimiento de las instalaciones. Los costes derivados de una mala actuación y las causas que originan se pueden resumir en:

- Alumbrados apagados o encendidos a destiempo con el consiguiente despilfarro energético.
- Materiales defectuosos y deterioros de la instalación por prolongación de situaciones de avería.
- Mala uniformidad con peligro de accidentes.

En la actualidad los sistemas de mando y control más utilizados son:

- Interruptor crepuscular
- Interruptor horario
- Interruptor astronómico

Interruptor crepuscular

En este caso, una célula fotoeléctrica manda un impulso de maniobra en función de la iluminación ambiente accionando el interruptor de fuerza para poner la instalación en servicio. Las mayores dificultades son:

Depreciación propia

Condiciones ambientales de suciedad y contaminación

Variaciones climatológicas que pueden producir encendidos o apagados de una instalación, aún existiendo suficiente luz natural

❑ **Interruptor horario**

Para evitar las dificultades mencionadas anteriormente se suele emplear en serie con el anterior un interruptor horario, el cual provoca, según una programación preestablecida, la apertura o cierre de uno o varios circuitos. Se trata, generalmente de una programación diaria que se establece habitualmente dos veces al año.

❑ **Interruptor astronómico**

Se trata de un interruptor horario basado en el cálculo de los Ortos y Ocasos en la zona geográfica programada. De este modo se ajusta perfectamente el arranque y desconexión de la instalación a la puesta y salida del Sol. Adicionalmente, estos elementos tienen la posibilidad de comandar un doble circuito permitiendo programar independientemente la desconexión parcial de la instalación a partir de ciertas horas.

En definitiva, para un adecuado funcionamiento, cada centro de mando de alumbrado público deberá disponer de interruptores astronómicos o de interruptores horarios y crepusculares dispuestos en serie y correctamente mantenidos.

2.5 ACTUACIONES EN SEMÁFOROS

Los semáforos carecen de un patrón determinado variando considerablemente de uno a otro, por lo que se realiza el inventario de cada módulo óptico y de cada lámpara. Tradicionalmente se han venido usando lámparas de incandescencia que al combinar con los grupos ópticos de distinto color proporcionaban las tonalidades de color requeridas con un tiempo de respuesta inmediato.

Entre las nuevas tecnologías de aplicación a la señalización viaria se encuentra la tecnología LED (Light Emitting Diode) Diodo Luminiscente. Este sistema sustituye la tradicional lámpara de bulbo (incandescente), por una matriz formada por diodos emisores de luz. Actualmente esta tecnología reúne tanto cualidades de seguridad exigidas en la regulación del tráfico como en la eficiencia energética. A saber:

-
- ❑ Con la tecnología LED se produce un alto contraste con la luz solar, de forma que aumenta respecto al sistema tradicional la visibilidad de la señal, e incluso puede ser mejor vista desde distancia superiores a la incandescente.
 - ❑ La señalización tradicional provoca en determinadas ocasiones el reflejo de la luz solar en la parábola de la luminaria a través de la lente, lo que ocasiona el llamado “efecto fantasma”. El nuevo sistema de matriz de diodos led’s al ir implementados en una placa no necesita de ningún tipo de parábola por lo que el “efecto fantasma” es inexistente.
 - ❑ En el caso de bombilla incandescente, cuando ésta rompe el filamento puede causar un cortocircuito, dañando el controlador. Sin embargo, cada unidad matricial utiliza varios diodos led’s, de forma que un led quemado representa una pérdida inferior al 1% en la luminosidad total.
 - ❑ En cuanto al mantenimiento, el semáforo tradicional necesita de un mínimo de una limpieza interna anual (parábola y lente) y otra externa. En el sistema de diodos led’s no es necesaria la limpieza interna puesto que es una unidad sellada.
 - ❑ El sistema de led’s presenta una baja sensibilidad a vibraciones y choques, efecto que obliga en el sistema incandescente a un mantenimiento preventivo semestral, ya que de lo contrario pueda dar lugar a posibles rupturas.
 - ❑ El sistema incandescente presenta una gran pérdida de luminosidad, lo que podríamos llamar vida útil en torno a las 5.000 horas de funcionamiento. Frente a ello, el sistema led’s se caracteriza por unas pérdidas en torno al 10% al cabo de 10.000 horas y puede ser operativo hasta 100.000 horas.
 - ❑ El diodo led permite la iluminación por puntos de luz, lo que lo hace más eficiente que el sistema tradicional que emite toda la luz desde un único foco luminoso, al que se le añade un filtro difusor.
 - ❑ Otro efecto a considerar en el sistema tradicional es que la incandescencia emite luz en todo el espectro visible. Mediante el difusor se permite el paso del único color requerido impidiendo el paso del resto del espectro de luz. Esto provoca una transformación en calor que puede ocasionar el deterioro

de la luminaria. Sin embargo, el led está concebido para la emisión monocromática directamente, evitando los problemas de disipación de calor.

- ❑ El rango de las magnitudes eléctricas a utilizar con la tecnología led son compatibles con las controladoras, lo que permitirá mayor fiabilidad y menores variaciones en el suministro.

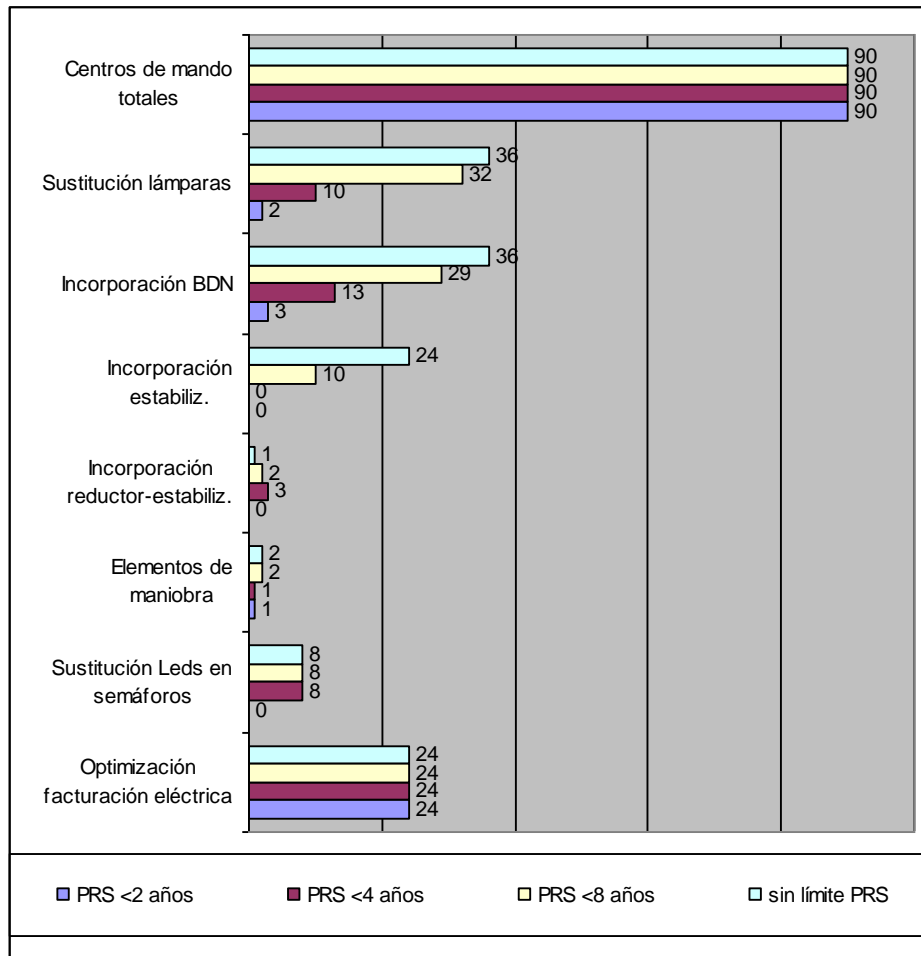
- ❑ La eficiencia energética de una lámpara incandescente oscila en torno a 10 lm/W frente a los 24 lm/W en un led rojo. Esta mayor eficiencia energética permite ahorros energéticos que pueden oscilar entre el 80 y el 90%.

En este caso para valorar la viabilidad en la incorporación de diodos led's se ha tomado como precio de referencia un precio medio de 210 € para los tres módulos semafóricos, independientemente de su color. También se debe tener en cuenta la larga vida de los led's frente a la lámpara incandescente tradicional lo que se estima podría reportar un ahorro adicional de 10 €/año para cada grupo semafórico. Por otra parte hay que añadir el ahorro por la disminución en el mantenimiento asociado a estos elementos, considerándose que este coste puede ser la cuarta parte del actual.

3. RESULTADOS

De los resultados estudio se concluye que de los 90 Centros de mando existentes en el municipio se han propuesto medidas de ahorro en 68 de ellos. En la gráfica siguiente se recoge el número de centros de mando existentes así como las medidas propuestas atendiendo a distintos escenarios de periodo de retorno.

Se incluyen también los cuadros en los que se propone una optimización de la facturación eléctrica. La facturación es una medida ya analizada en anteriores documentos, sin embargo, es importante conocer si se ha efectuado o no por cuanto el precio de la energía consumida incide directamente en la rentabilidad de las medidas propuestas.



Nº de centros de mando en los que se proponen medidas

Para determinar la medida o conjunto de medidas a proponer se procede del siguiente modo: se optimiza la facturación eléctrica, verificándose que los elementos de maniobra existentes garantizan un correcto funcionamiento de las instalaciones. En caso de no ser así, se propone el ajuste o sustitución de los mismos de cara a prestar un adecuado servicio con un mínimo consumo energético. Finalmente, se valora la simulación realizada con el programa SICAP.

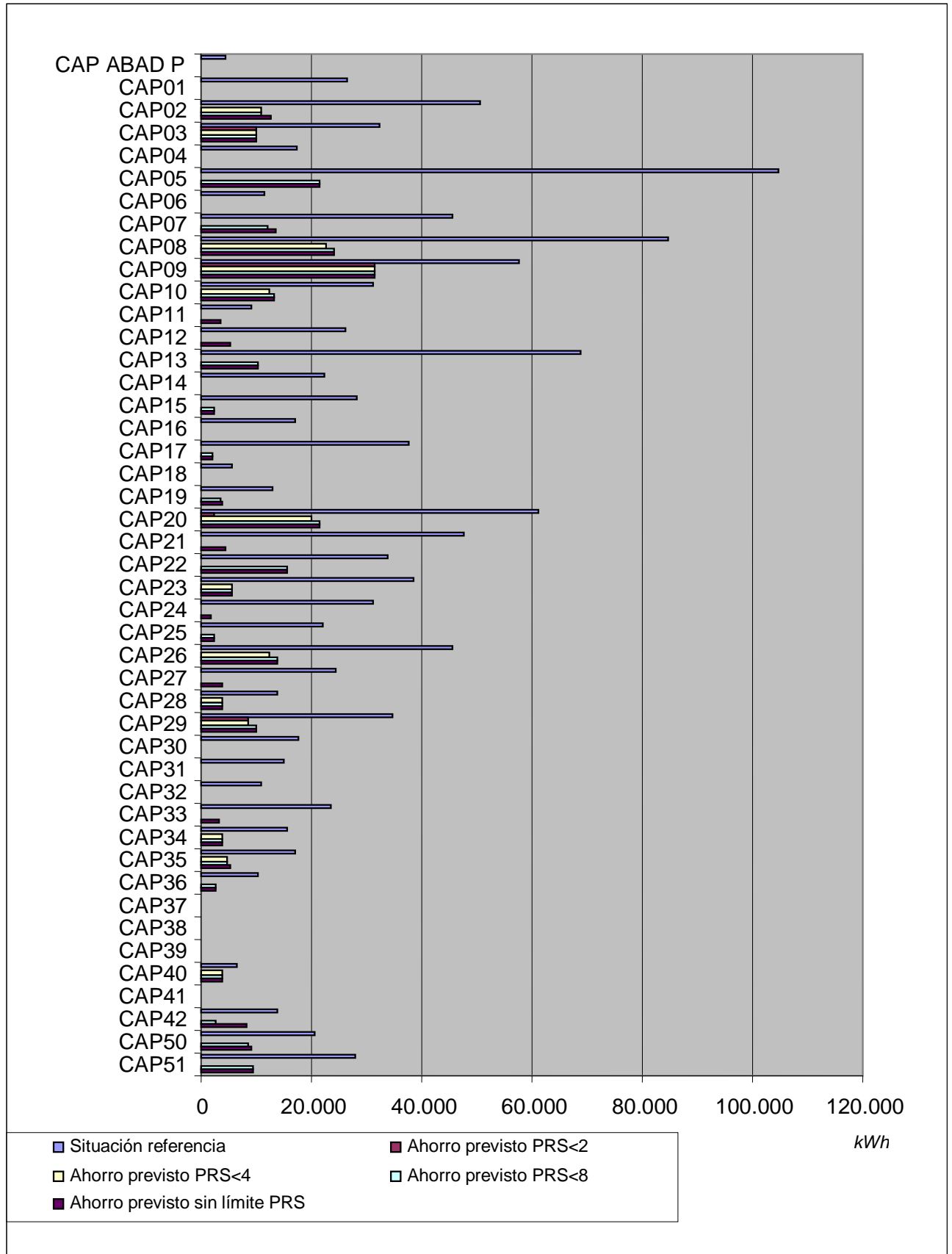
Al final del documento se incluyen dos anexos. En el primero de ellos se resumen las medidas propuestas para cada uno de los cuadros del municipio. Estas propuestas se han realizado en base al mayor ahorro económico obtenido en el cuadro por debajo de un periodo de retorno máximo. En este primer anexo se incluyen cuatro tablas en las que se recogen las medidas para periodo de retorno inferiores a 2, 4, 8 años, así como sin límite de retorno. Los ahorros energéticos obtenidos con las actuaciones en elementos de maniobra, y por incorporación de leds se sumarán directamente al ahorro obtenido para

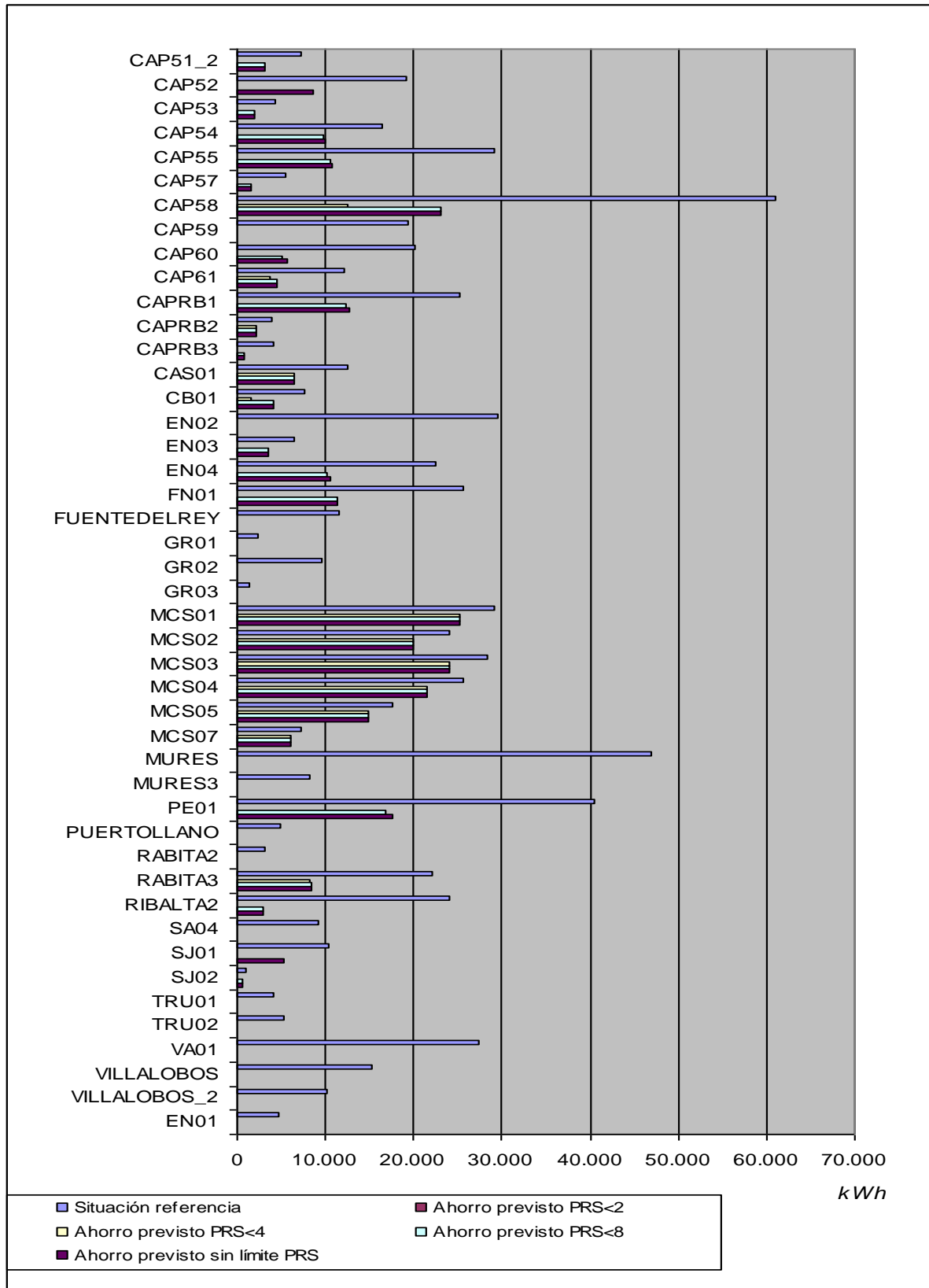
las medidas simuladas con el programa SICAP. En el caso de los ahorros económicos adicionalmente se sumarán los obtenidos por facturación eléctrica.

En un segundo anexo se incluye una simulación de los diferentes cuadros analizados donde se recogen los resultados correspondientes a la totalidad de las medidas contempladas según se extrae del programa de Simulación de Cuadros de Alumbrado Público (SICAP), desarrollado por Sodean.

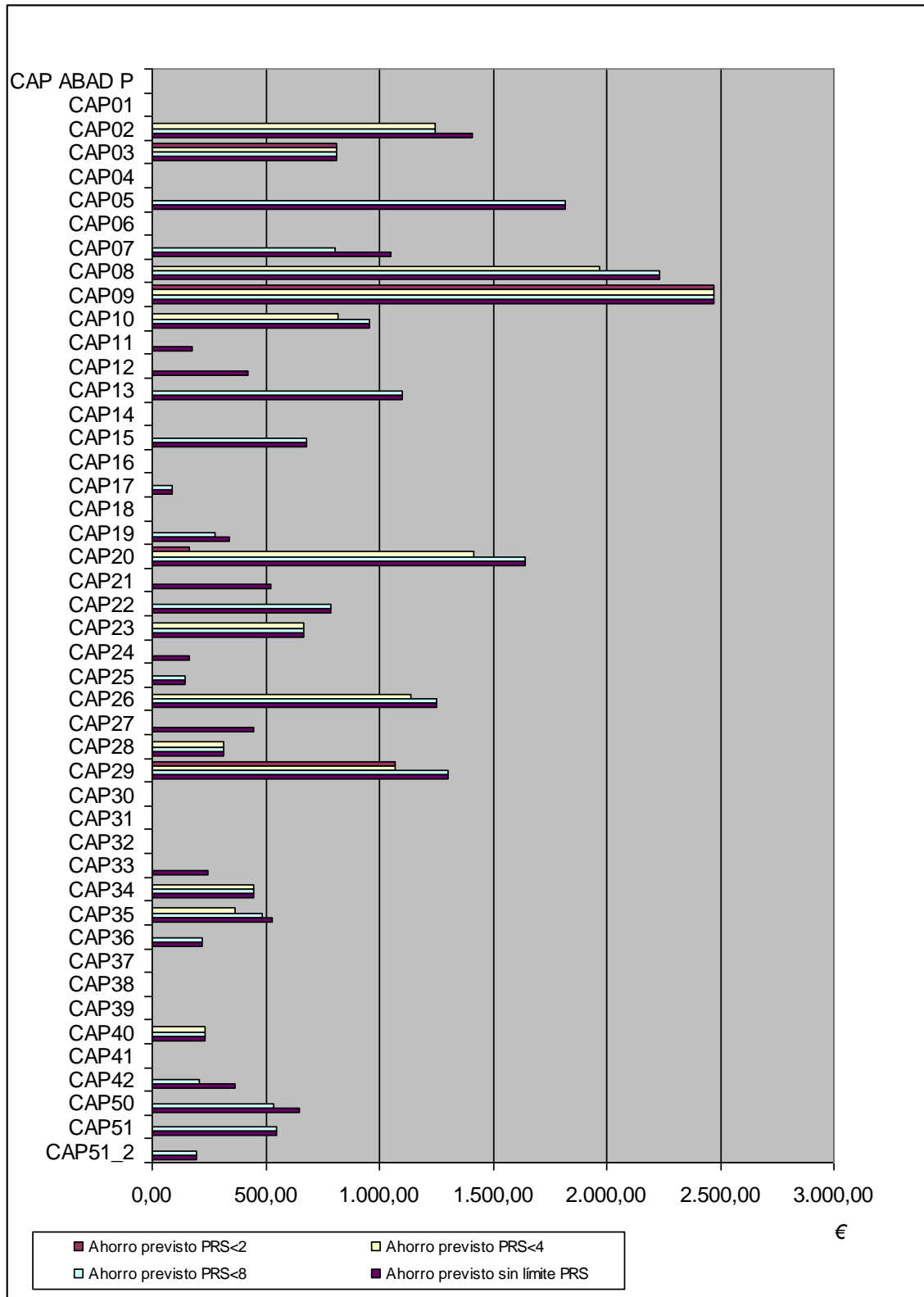
Además, se acompañan los resultados de las valoraciones de las actuaciones en semáforos para las sustituciones de lámparas incandescentes por leds.

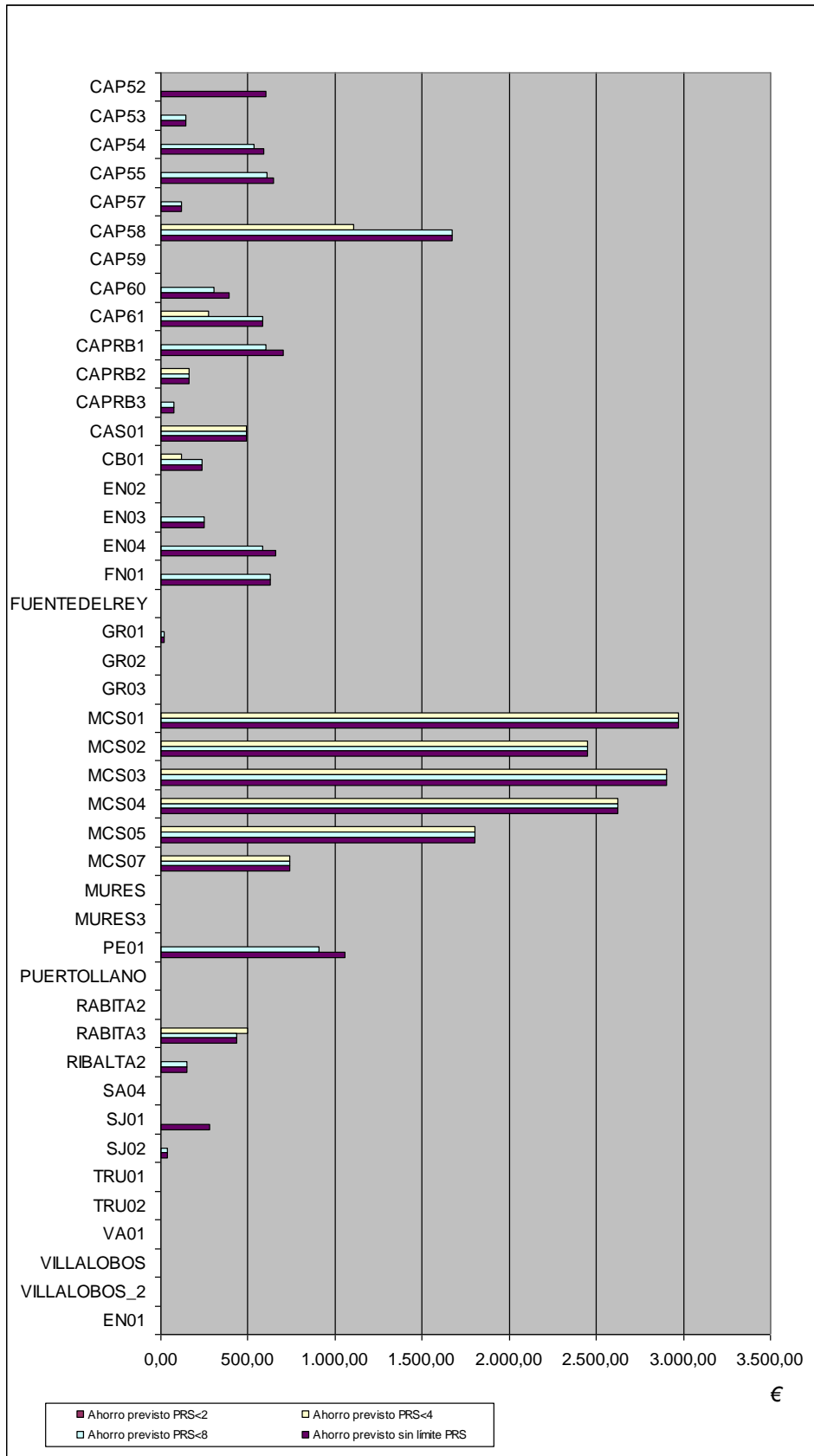
Como resultado de las tablas incluidas en el Anexo 1 se extraen las valoraciones energéticas y económicas desglosadas para cada Centro de mando, según los diferentes escenarios de periodo retorno de la inversión (PRS) planteados.





Consumo de referencia y Ahorro energético previsto para cada Centro de mando (kWh)


Ahorro económico previsto para cada Centro de mando (€)


Ahorro económico previsto para cada Centro de mando (€)

En definitiva, el consumo energético de referencia en el total de cuadros analizados es de 1.953.028 kWh. Para los cuatro escenarios planteados se obtienen los siguientes resultados globales según las medidas propuestas en cada caso.

Escenario 1: PRS<2 años	Ahorro energía final	52.391	kWh/año
		2,68%	%
	Ahorro energía primaria	12,88	tep/año
	Ahorro emisiones CO ₂	63,61	t CO ₂ /año
	Ahorro económico	4.512,13	€/año
	Inversión	7.705,13	€
	PRS medio	1,71	años
Escenario 2: PRS<4 años	Ahorro energía final	295.591	kWh/año
		15,13%	%
	Ahorro energía primaria	72,65	tep/año
	Ahorro emisiones CO ₂	358,89	t CO ₂ /año
	Ahorro económico	29.099,11	€/año
	Inversión	96.548,10	€
	PRS medio	3,32	años
Escenario 3: PRS<8 años	Ahorro energía final	500.301	kWh/año
		25,62%	%
	Ahorro energía primaria	122,96	tep/año
	Ahorro emisiones CO ₂	607,43	t CO ₂ /año
	Ahorro económico	43.515,03	€/año
	Inversión	118.975,72	€
	PRS medio	4,91	años
Escenario 4: sin límite de PRS	Ahorro energía final	548.682	kWh/año
		28,09%	%
	Ahorro energía primaria	134,85	tep/año
	Ahorro emisiones CO ₂	666,17	t CO ₂ /año
	Ahorro económico	47.639,87	€/año
	Inversión	298.989,92	€
	PRS medio	6,28	años

3.1 SUSTITUCIÓN DE LÁMPARAS DE ALUMBRADO PÚBLICO

3.1.1 Escenario de inversión 1: P.R.S < 2 Años

Se ha propuesto la sustitución de lámparas en 2 de los 90 centros de mando analizados. Esta propuesta consiste en reemplazar 16 lámparas de vapor de mercurio por vapor de sodio de alta presión según las equivalencias indicadas en el apartado anterior. En la tabla siguiente se resume el número de lámparas cuya sustitución se propone.

<i>Potencia Actual (W) Vapor Mercurio</i>	<i>Potencia Propuesta (W) Vapor Sodio Alta Presión</i>	<i>Número</i>	<i>Inversión (€)</i>
125 CAP03	70	16	926,72
125 CAP09	70	31	2.929,92
250 CAP09	150	17	
TOTAL		64	3856,64

3.1.2 Escenario de inversión 2: P.R.S < 4 Años

Se ha propuesto la sustitución de lámparas en 16 de los 90 centros de mando analizados. Esta propuesta consiste en reemplazar 157 lámparas de vapor de mercurio por vapor de sodio de alta presión según las equivalencias indicadas en el apartado anterior. En la tabla siguiente se resume el número de lámparas cuya sustitución se propone.

<i>Potencia Actual (W) Vapor Mercurio</i>	<i>Potencia Propuesta (W) Vapor Sodio Alta Presión</i>	<i>Número</i>	<i>Inversión (€)</i>
125 CAP03	70	16	926,72
125 CAP09	70	31	2.929,92
250 CAP09	150	17	
125 CAP08	70	10	579,20
125 CAP10	70	8	863,73
250 CAP10	150	6	
125 CAP20	70	5	289,60
125 CAP 40	70	10	579,20
80 CAP61	50	3	175,88
80 CAPRB2	50	5	293,14
250 CAS 01	150	13	867,48
125 RABITA3	70	33	1.911,33
TOTAL		157	9.416,2

3.1.3 Escenario de inversión 3: P.R.S < 8 Años

Se ha propuesto la sustitución de lámparas en 32 de los 90 centros de mando analizados. Esta propuesta consiste en reemplazar 989 lámparas de vapor de mercurio por vapor de sodio de alta presión según las equivalencias indicadas en el apartado anterior. En la tabla siguiente se resume el número de lámparas cuya sustitución se propone.

<i>Potencia Actual (W) Vapor Mercurio</i>	<i>Potencia Propuesta (W) Vapor Sodio Alta Presión</i>	<i>Número</i>	<i>Inversión (€)</i>
125 CAP03	70	16	926,72
125 CAP09	70	31	2.929,92
250 CAP09	150	17	
125 CAP08	70	10	579,20
125 CAP10	70	8	863,73
250 CAP10	150	6	
125 CAP20	70	5	289,60
125 CAP 40	70	10	579,20
80 CAP61	50	3	175,88
80 CAPRB2	50	5	293,14
250 CAS 01	150	13	867,48
125 RABITA3	70	33	1.911,33
80 CAP05	50	55	3.224,64
125 CAP13	70	2	115,84
125 CAP17	70	10	579,20
125 CAP22	70	58	3243,52
125 CAP25	70	12	695,04
125 CAP50	70	46	2664,32
125 CAP51	70	65	4365,37
250 CAP51	150	9	
125 CAP51_2	70	20	1158,40
125 CAP53	70	12	695,04
125 CAP54	70	36	2085,12
125 CAP55	70	48	3180,54
250 CAP55	150	6	
80 CAP58	50	27	2278,04
125 CAP58	70	12	
80 CAP60	50	34	1993,41
80 CAPRB01	50	47	3218,97
125 CAPRB01	70	8	
80 CB01	50	12	703,55
80 EN03	50	15	879,44
125 EN04	70	51	2953,92
80 FN01	50	1	4460,55
125 FN01	70	76	
125 GR01	70	2	115,84
125 PE01	70	104	6624,25
250 PE01	150	9	
80 RIBALTA 3	50	8	1106,15
125 RIBALTA 3	70	11	
80 SJ02	50	3	175,88
TOTAL		956	55933,23

3.1.4 Escenario de inversión 4: sin límite de P.R.S

Se ha propuesto la sustitución de lámparas en 36 de los 90 centros de mando analizados. Esta propuesta consiste en reemplazar 1.166 lámparas de vapor de mercurio por vapor de sodio de alta presión según las equivalencias indicadas en el apartado anterior. En la tabla siguiente se resume el número de lámparas cuya sustitución se propone.

<i>Potencia Actual (W) Vapor Mercurio</i>	<i>Potencia Propuesta (W) Vapor Sodio Alta Presión</i>	<i>Número</i>	<i>Inversión (€)</i>
125 CAP03	70	16	926,72
125 CAP09	70	31	2.929,92
250 CAP09	150	17	
125 CAP08	70	10	579,20
125 CAP10	70	8	863,73
250 CAP10	150	6	
125 CAP20	70	5	289,60
125 CAP 40	70	10	579,20
80 CAP61	50	3	175,88
80 CAPRB2	50	5	293,14
250 CAS 01	150	13	867,48
125 RABITA3	70	33	1.911,33
80 CAP05	50	55	3.224,64
125 CAP13	70	2	115,84
125 CAP17	70	10	579,20
125 CAP22	70	58	3243,52
125 CAP25	70	12	695,04
125 CAP50	70	46	2664,32
125 CAP51	70	65	4365,37
250 CAP51	150	9	
125 CAP51_2	70	20	1158,40
125 CAP53	70	12	695,04
125 CAP54	70	36	2085,12
125 CAP55	70	48	3180,54
250 CAP55	150	6	
80 CAP58	50	27	2278,04
125 CAP58	70	12	
80 CAP60	50	34	1993,41
80 CAPRB01	50	47	3218,97
125 CAPRB01	70	8	
80 CB01	50	12	703,55
80 EN03	50	15	879,44
125 EN04	70	51	2953,92
80 FN01	50	1	4460,55

<i>Potencia Actual (W) Vapor Mercurio</i>	<i>Potencia Propuesta (W) Vapor Sodio Alta Presión</i>	<i>Número</i>	<i>Inversión (€)</i>
125 FN01	70	76	
125 GR01	70	2	115,84
125 PE01	70	104	6624,25
250 PE01	150	9	
80 RIBALTA 3	50	8	1106,15
125 RIBALTA 3	70	11	
80 SJ02	50	3	175,88
80 CAP11	50	26	1871,89
125 CAP11	70	6	
125 CAP42	70	41	2374,72
125 CAP52	70	45	2606,40
125 SJ01	70	59	1679,68
TOTAL		1133	64465,92

3.2 INCORPORACIÓN DE BALASTOS DE DOBLE NIVEL

3.2.1 Escenario de inversión 1: P.R.S < 2 Años

Se ha propuesto la incorporación de 103 balastos de doble nivel en 3 de los centros de mando del municipio. A continuación se indica el tipo y potencia de lámpara en los que se realiza esta actuación así como el número de estos elementos y la inversión asociada a los mismos.

<i>CAP</i>	<i>Tipo lámpara</i>	<i>Potencia (W)</i>	<i>Número</i>	<i>Inversión (€)</i>
CAP03	Vapor Sodio A.P.	70	16	364,79
CAP09	Vapor Sodio A.P.	70	31	1.602,50
		100	9	
		150	17	
CAP 29	Vapor Mercurio	100	1	1.702,20
		150	2	
	Vapor Sodio A.P.	100	2	
		150	13	
		250	12	
TOTAL			103	3.669,49

3.2.2 Escenario de inversión 2: P.R.S < 4 Años

Se ha propuesto la incorporación de 446 balastos de doble nivel en 13 de los centros de mando del municipio. A continuación se indica el tipo y potencia de

lámpara en los que se realiza esta actuación así como el número de estos elementos y la inversión asociada a los mismos.

CAP	Tipo lámpara	Potencia (W)	Número	Inversión (€)
CAP03	Vapor Sodio A.P.	70	16	364,79
CAP08	Vapor Sodio A.P.	70	29	6.741,50
		100	65	
		250	26	
CAP09	Vapor Sodio A.P.	70	31	1.602,50
		100	9	
		150	17	
CAP10	Vapor Sodio A.P.	70	8	2.152,01
		100	32	
		150	6	
CAP20	Vapor Sodio A.P.	70	26	4.142,29
		150	50	
CAP28	Vapor Sodio A.P.	100	16	1.056,00
		250	2	
CAP 29	Vapor Mercurio	100	1	1.702,20
		150	2	
	Vapor Sodio A.P.	100	3	
		150	15	
		250	12	
CAP35	Vapor Sodio A.P.	70	2	1.393,79
		150	22	
CAP40	Vapor Sodio A.P.	70	10	227,99
CAP61	Vapor Sodio A.P.	50	3	713,00
		150	11	
CAPRB02	Vapor Sodio A.P.	50	5	114,00
CAS01	Vapor Sodio A.P.	70	5	551,40
		150	13	
CB01	Vapor Mercurio	50	12	413,30
TOTAL			446	21.174,77

3.2.3 Escenario de inversión 3: P.R.S < 8 Años

Se ha propuesto la incorporación de 1.200 balastos de doble nivel en 29 de los centros de mando del municipio. A continuación se indica el tipo y potencia de lámpara en los que se realiza esta actuación así como el número de estos elementos y la inversión asociada a los mismos.

CAP	Tipo lámpara	Potencia (W)	Número	Inversión (€)
CAP03	Vapor Sodio A.P.	70	16	364,79
CAP05	Vapor Sodio A.P.	50	55	2.583,55
	Vapor Sodio A.P.	100	12	
CAP07	Vapor Sodio A.P.	70	18	5.992,60
		100	88	
CAP08	Vapor Sodio A.P.	70	29	6.741,50
		100	65	
		250	26	
CAP09	Vapor Sodio A.P.	70	31	1.602,50
		100	9	
		150	17	
CAP10	Vapor Sodio A.P.	70	8	2.152,01
		100	32	
		150	6	
CAP13	Vapor Sodio A.P.	70	7	3.037,90
		100	26	
		150	18	
CAP19	Vapor Sodio A.P.	150	30	1.757,99
CAP20	Vapor Sodio A.P.	70	26	4.142,29
		150	50	
CAP22	Vapor Sodio A.P.	70	56	4.210,04
		150	10	
CAP26	Vapor Sodio A.P.	150	34	3.643,60
		250	25	
CAP28	Vapor Sodio A.P.	100	16	1.056,00
		250	2	
CAP 29	Vapor Mercurio	100	1	1.702,20
		150	2	
	Vapor Sodio A.P.	100	3	
		150	15	
		250	12	
CAP36	Vapor Sodio A.P.	70	2	1.393,79
		150	22	
CAP40	Vapor Sodio A.P.	70	10	227,99
CAP42	Vapor Mercurio	125	41	1.490,34
CAP54	Vapor Sodio A.P.	70	36	820,79
CAP57	Vapor Sodio A.P.	100	11	631,40
CAP58	Vapor Sodio A.P.	50	27	5.171,74
		70	12	
		100	3	
		150	62	
CAP61	Vapor Sodio A.P.	50	3	713,00
		150	11	

CAP	Tipo lámpara	Potencia (W)	Número	Inversión (€)
CAPRB01	Vapor Sodio A.P.	50	47	1.358,60
		70	10	
CAPRB02	Vapor Sodio A.P.	50	5	114,00
CAPRB03	Vapor Mercurio	80	16	551,20
CAS01	Vapor Sodio A.P.	70	5	551,40
		150	13	
CB01	Vapor Sodio A.P.	50	12	413,30
EN03	Vapor Sodio A.P.	50	15	342,00
EN04	Vapor Sodio A.P.	70	51	1.161,79
RABITA 3	Vapor Sodio A.P.	70	33	1.045,39
		150	5	
SJ02	Vapor Sodio A.P.	50	3	68,40
TOTAL			1200	52.776,38

3.2.4 Escenario de inversión 4: sin límite de P.R.S

Se ha propuesto la incorporación de 1.542 balastos de doble nivel en 36 de los centros de mando del municipio. A continuación se indica el tipo y potencia de lámpara en los que se realiza esta actuación así como el número de estos elementos y la inversión asociada a los mismos.

CAP	Tipo lámpara	Potencia (W)	Número	Inversión (€)
CAP02	Vapor Sodio A.P.	100	137	9.237,20
		150	7	
		250	14	
CAP03	Vapor Sodio A.P.	70	16	364,79
CAP05	Vapor Sodio A.P.	50	55	2.583,55
		100	12	
CAP07	Vapor Sodio A.P.	70	18	5.992,60
		100	88	
CAP08	Vapor Sodio A.P.	70	29	6.741,50
		100	65	
		250	26	
CAP09	Vapor Sodio A.P.	70	31	1.602,50
		100	9	
		150	17	
CAP10	Vapor Sodio A.P.	70	8	2.152,01
		100	32	
		150	6	
CAP12	Vapor Sodio A.P.	100	68	3.903,20
CAP13	Vapor Sodio A.P.	70	7	3.037,90

CAP	Tipo lámpara	Potencia (W)	Número	Inversión (€)
		100	26	
		150	18	
CAP19	Vapor Sodio A.P.	150	30	1.757,99
CAP20	Vapor Sodio A.P.	70	26	4.142,29
		150	50	
CAP22	Vapor Sodio A.P.	70	56	4.210,04
		150	10	
CAP24	Vapor Sodio A.P.	50	50	4.424,79
CAP26	Vapor Sodio A.P.	150	34	3.643,60
		250	25	
CAP28	Vapor Sodio A.P.	100	16	1.056,00
		250	2	
CAP 29	Vapor Mercurio	100	1	1.702,20
		150	2	
	Vapor Sodio A.P.	100	3	
		150	15	
		250	12	
CAP33	Vapor Sodio A.P.	100	8	2.247,79
		150	27	
		250	3	
CAP35	Vapor Sodio A.P.	70	2	1.393,79
		150	22	
CAP36	Vapor Sodio A.P.	70	4	1.393,79
		100	21	
		150	3	
CAP40	Vapor Sodio A.P.	70	10	227,99
CAP42	Vapor Mercurio	125	41	934,79
CAP54	Vapor Sodio A.P.	70	36	820,79
CAP57	Vapor Sodio A.P.	100	11	631,40
CAP58	Vapor Sodio A.P.	50	27	5.171,74
		70	12	
		100	3	
		150	62	
CAP61	Vapor Sodio A.P.	50	3	713,00
		150	11	
CAPRB01	Vapor Sodio A.P.	50	47	1.358,60
		70	10	
CAPRB02	Vapor Sodio A.P.	50	5	114,00
CAPRB03	Vapor Mercurio	80	16	551,20
CAS01	Vapor Sodio A.P.	70	5	551,40
		150	13	
CB01	Vapor Sodio A.P.	50	12	413,30
EN03	Vapor Sodio A.P.	50	15	342,00
EN04	Vapor Sodio A.P.	70	51	1.161,79

CAP	Tipo lámpara	Potencia (W)	Número	Inversión (€)
RABITA 3	Vapor Sodio A.P.	70	33	1.045,39
		150	5	
SJ02	Vapor Sodio A.P.	50	3	68,40
TOTAL			1.542	76.445,00

3.3 INCORPORACIÓN DE ESTABILIZADORES Y REDUCTORES-ESTABILIZADORES

3.3.1 Escenario de inversión 1: P.R.S < 2 Años

La propuesta de incorporación de estos equipos es de 0 reductor-estabilizador tal y como se desglosa en el Anexo 1.

3.3.2 Escenario de inversión 2: P.R.S < 4 Años

La propuesta de incorporación de estos equipos es de 3 reductores-estabilizadores tal y como se desglosa en el Anexo 1.

En la tabla siguiente se pormenorizan de una forma más detallada los equipos a incorporar en cada centro de mando.

<i>Centro de mando</i>	<i>Tipo equipo¹</i>	<i>Potencia (kVA)</i>	<i>Inversión (€)</i>
CAP02	Reductor-Estabilizador	22,00	4.419,00
CAP26	Reductor-Estabilizador	15,00	4.019,00
CAP58	Reductor-Estabilizador	22,00	4.419,00
TOTAL			12.857,00

3.3.3 Escenario de inversión 3: P.R.S < 8 Años

La propuesta de incorporación de estos equipos es de 10 estabilizadores y 2 reductores-estabilizadores tal y como se desglosa en el Anexo 1.

En la tabla siguiente se pormenorizan de una forma más detallada los equipos a incorporar en cada centro de mando.

<i>Centro de mando</i>	<i>Tipo equipo²</i>	<i>Potencia (kVA)</i>	<i>Inversión (€)</i>
CAP02	Reductor-Estabilizador	22,00	4.419,00
CAP05	Estabilizador	27,00	4.725,25
CAP08	Estabilizador	27,00	5.366,00
CAP10	Estabilizador	22,00	4.420,00
CAP13	Estabilizador	27,00	5.366,00
CAP15	Estabilizador	15,00	4.019,00
CAP20	Estabilizador	18,00	4.560,00
CAP26	Estabilizador	15,00	4.018,40
CAP29	Estabilizador	15,00	4.019,00
CAP35	Reductor-Estabilizador	7,50	3.750,00
CAP58	Estabilizador	15,00	3.541,86
CAP61	Estabilizador	4,50	3.795,00
TOTAL			51.999,51

3.3.4 Escenario de inversión 4: sin límite de P.R.S

¹ Estabilizador o Reductor-Estabilizador

² Estabilizador o Reductor-Estabilizador

La propuesta de incorporación de estos equipos es de 24 estabilizadores y 1 reductores-estabilizadores tal y como se desglosa en el Anexo 1.

En la tabla siguiente se pormenorizan de una forma más detallada los equipos a incorporar en cada centro de mando.

Centro de mando	Tipo equipo³	Potencia (kVA)	Inversión (€)
CAP02	Estabilizador	22,00	4.419,00
CAP05	Estabilizador	27,00	5.366,00
CAP07	Estabilizador	15,00	4.019,00
CAP08	Estabilizador	27,00	5.366,00
CAP10	Estabilizador	22,00	4.419,00
CAP13	Estabilizador	27,00	5.366,00
CAP15	Estabilizador	15,00	4.019,00
CAP19	Estabilizador	7,50	3.750,00
CAP20	Estabilizador	18,00	4.628,00
CAP21	Estabilizador	22,00	4.419,00
CAP26	Estabilizador	15,00	4.019,00
CAP27	Estabilizador	15,00	4.019,00
CAP29	Estabilizador	15,00	4.019,00
CAP35	Estabilizador	7,50	3.750,00
CAP50	Estabilizador	9,00	4.019,00
CAP52	Estabilizador	9,00	4.019,00
CAP54	Estabilizador	4,50	3.750,00
CAP55	Estabilizador	9,00	4.019,00
CAP58	Estabilizador	15,00	4.019,00
CAP60	Estabilizador	9,00	4.019,00
CAP61	Estabilizador	4,50	3.750,00
CAPRB01	Estabilizador	9,00	4.019,00
EN04	Estabilizador	9,00	4.019,00
PE01	Estabilizador	13,00	4.019,00
SJ01	Reductor- Estabilizador	7,50	3.750,00
TOTAL			104.980,00

3.4 ELEMENTOS DE MANIOBRA

Del análisis realizado en los cuadros de Alumbrado Público del municipio de ALCALA LA REAL se concluye la tabla siguiente en la que se recoge el cuadro en los que los elementos de maniobra no permiten una utilización eficiente.

³ Estabilizador o Reductor-Estabilizador

Los cálculos aquí indicados se han realizado en base a una estimación del tiempo (promedio diario) durante el cual el cuadro está en servicio sin que exista una necesidad real de ello (bien porque arranque antes de que sea necesario o porque permanezca encendido cuando debiera haberse apagado).

Esta estimación de tiempo se refleja en un número de horas anuales de uso del alumbrado público superiores a las estrictamente necesarias. Atendiendo a dichas horas y a la potencia instalada en el cuadro se realiza una valoración energética y económica, junto con una estimación del equipamiento necesario para paliar esta situación y el PRS resultante.

<i>Centro Mando</i>	<i>Tiempo medio diario (minutos)</i>	<i>Ahorro (kWh)</i>	<i>Ahorro (€)</i>	<i>Inversión (€)</i>	<i>PRS (años)</i>
CAP20	40	2.334,75	163,83	179	1,09
TOTAL		2.334,75	163,83	179	1,09

3.5 ACTUACIONES EN SEMÁFOROS

Los 38 semáforos pertenecientes al municipio de ALCALA LA REAL se agrupan en 8 cuadros. La mayor parte de los semáforos están constituidos por lámparas de tipo incandescente, existiendo únicamente tres diodos led's en un semáforo, por lo que se propone la sustitución del grupo semafórico completo por diodos led's.

En la siguiente tabla se resumen los principales valores obtenidos.

<i>Pot. Incand. (W)</i>	<i>Pot. Led (W)</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Ahorro (kWh)</i>	<i>Ahorro (€)</i>	<i>Inversión (€)</i>
75	10	160	91104	10.710,40	33.600,00
70	10	45	23.652	2.815,20	9.450,00
25	10	47	6.176	1.087,58	9.870,00
TOTAL		252	120.932	14.613,18	52.920,00

4. OBSERVACIONES

Como resultado del diagnóstico de las instalaciones de alumbrado público se deben hacer las siguientes observaciones:

- Existen una serie de centros de mando que se han inventariado y los cuales no disponen aún de suministro eléctrico, por lo que no ha sido posible simularlos en INVIEM.
- Existen otros centros a los cuales no se ha podido acceder o que el cableado se encuentra en estado deficiente, por lo que tampoco ha sido posible efectuar las medidas correspondientes.

ANEXO 1

*Tablas de la hoja Excel que se
adjunta*

ANEXO 2

Datos de salida del SICAP