

CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE BERMEO



## INFORME TÉCNICO

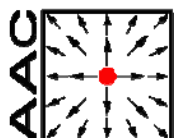
### AUDITORÍA ENERGÉTICA Y LUMÍNICA DEL ALUMBRADO EXTERIOR PÚBLICO EN BERMEO



Documento nº: 111548

Fecha: 29-09-2.011

Nº de páginas incluida esta: 43 + Anexos



**AAC Acústica + Lumínica**

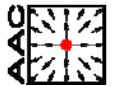
Parque Tecnológico de Álava  
01510 MIÑANO ( VITORIA-GASTEIZ)  
Tf. 945 29 82 33 Fx. 945 29 82 61

[aac@aacacustica.com](mailto:aac@aacacustica.com) - [www.aacacustica.com](http://www.aacacustica.com)

Razón social: AAC Centro de Acústica Aplicada SL

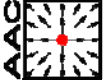
Delegaciones comerciales:  
C/ Juan Álvarez Mendizábal, 89  
28008 MADRID

-  
C/ Blasco Ibáñez, 56  
35007 LAS PALMAS DE GRAN CANARIA



## CONTROL DE CAMBIOS

Revisión	Fecha	Objeto



## INFORME TÉCNICO

**AUDITORÍA ENERGÉTICA Y LUMÍNICA DEL ALUMBRADO EXTERIOR PÚBLICO EN  
BERMEO**

exp.: 11083	doc.: 111548	BLC/ ABI	fecha: 19-09-11
-------------	--------------	----------	-----------------

Cliente: **AYUNTAMIENTO DE BERMEO**  
C/ Intxausti, 2 - 2ª planta  
48370 Bermeo (BIZKAIA)

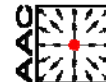
Solicitado por: D. Iñigo González Arias

Miñano, Vitoria-Gasteiz, fecha del encabezamiento

VºBº

**Alberto Bañuelos Irusta**

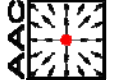
**José Mª Pérez Lacorzana**



## Resumen:

Este documento presenta los resultados obtenidos tras la realización del **Estudio de Eficiencia Energética y Contaminación Lumínica del Alumbrado Exterior Público en el municipio de Bermeo**. El estudio sigue la legislación vigente a través del *RD 1890/2008*, de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, cuyos objetivos son lograr la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones, la máxima seguridad y comodidad para el usuario, así como la minimización de la Contaminación Lumínica. Las conclusiones son:

1. El consumo eléctrico actual del alumbrado público es 1.467.945,54 kWh/año y 188.193,63 €/año, lo que equivale a un consumo por habitante de **86,21 kWh/hab/año**, que aunque esta por debajo de la media estatal (**116**) **el municipio debe plantearse objetivos más ambiciosos tomando como referencia ratios de otros países europeos con menores consumos**.
2. Se ha propuesto un zonificación del municipio por objetivos de iluminación, de acuerdo con la legislación aplicable. Atendiendo a estos objetivos, existe una elevada sobreiluminación en la mayoría de las calles, por lo que un objetivo preferente de ahorro energético será definir una estrategia para reducir los niveles de iluminación.
3. Actualmente existen **38 centros de mando** del alumbrado, en los que el encendido se controla mediante reloj astronómico. Lo más llamativo, en relación con los centros de mando, es que de los **20 que disponen de regulador en cabecera, sólo funcionan tres**: en Lope Díaz de Haro, Lamera Parke y Martín Deuna (un centro de mando nuevo). Por lo que, siendo un objetivo reducir los niveles de iluminación, se recomienda como acción inmediata el arreglo de los reguladores instalados que no funcionan y ver además la posibilidad de aumentar la reducción que proporcionan. Por otra parte, se recomienda la instalación de reducción de flujo en el resto de los centros de mando en los que la medida sea apropiada.
4. Respecto a las **tarifas eléctricas y potencias contratadas**, se ha detectado que solo seis centros de mando presentan facturas eléctricas mejorables.
5. En el análisis de las luminarias se tomo como objetivo aumentar la eficiencia de la instalación y proteger al medio ambiente, por lo que la referencia es cumplir criterios más exigentes que la impuesta por la legislación en relación con el flujo emitido por encima de la horizontal. **El 45,7% de las luminarias** en el municipio de Bermeo, **no cumplen este criterio**, a pesar de considerar como aceptables tipos de luminaria que deberían calificarse como contaminantes, como las que tiene hasta un 5 % por encima de la horizontal. Esto significa que hay **capacidad de mejora** en la relación entre el consumo energético de las instalaciones, sus prestaciones lumínicas y la reducción de la contaminación lumínica.  
**El tipo de lámparas predominantes son las de Vapor de Sodio de Alta Presión**, que están entre de las de **mayor eficiencia** luminosa del mercado (después de las de Sodio de Baja Presión), pero que



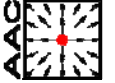
además presentan la ventaja de que por su composición y emisión espectral se consideran **no contaminantes**. Pero se debe prestar especial atención al aumento de lámparas de luz blanca, sobre todo en las nuevas instalaciones, más contaminante por su emisión en longitudes de onda corta, incluso fuera del espectro visible, por lo que son perjudiciales a nivel ambiental. **Sólo están instaladas 16 de Vapor de Mercurio, que no cumplen los mínimos de eficacia del RD1890/2008**

6. **En el 92,1% del municipio se superan los objetivos de iluminación**, planteados según las exigencias del RD1890/2008, con la consiguiente **sobreiluminación** del municipio. Lo que conlleva, a su vez, a una eficiencia energética por debajo de lo aceptable para lograr esos niveles en el 54,8% de municipio de Bermeo. Estos datos respaldan que lograr niveles de iluminación y eficiencia **ACEPTABLES** reportaría un ahorro eléctrico importante y cumpliendo las referencias internacionales de calidad lumínica.
7. Por último, el **9,9% del flujo** emitido por las luminarias **se proyecta directamente hacia el cielo** y las fachadas, convirtiéndose en contaminación lumínica directa, debido a la tipología de luminarias instaladas.

A partir de estas conclusiones, se define el PLAN DE ACCIÓN del alumbrado público exterior en el municipio de Bermeo, en el que se proponen una serie de medidas correctoras encaminadas a conseguir la mejor eficiencia y el mayor ahorro energético y económico posible, asegurando una buena calidad en la iluminación y confort para los usuarios y mejorando a la vez el ambiente nocturno de la zona, reduciendo la contaminación lumínica y la luz molesta sobre los ciudadanos.

Las acciones prioritarias propuestas son:

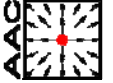
- ✓ Actuar de forma inmediata sobre aquellos **centros de mando sobre los que se ha detectado graves deficiencias, afectando a la seguridad sobre las personas**
- ✓ **Arreglar todos los sistemas de regulación en cabecera deficitarios** detectados tras el análisis mediante medidas in situ de los centros de mando
- ✓ **Eliminar todas las lámparas de Vapor de Mercurio y luminarias poco eficientes y contaminantes con FHS > 15%**, por luminarias eficientes equipadas con lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión con baja potencia (SAP 70 ó 50w).
- ✓ **Implantar sistema de regulación del flujo luminoso en cabecera** o mediante **balasto de doble nivel de potencia** acorde a las características de cada centro de mando, en los 18 centros que no disponen de sistema de regulación.
- ✓ **Sustitución de luminarias poco eficientes y contaminantes con FHS > 5%** por luminarias eficientes equipadas con lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión con baja potencia (hasta 50w en algunos casos).



Habiéndose efectuado un análisis combinado de **ahorro energético y coste económico**, clasificando las actuaciones analizadas en función del periodo de retorno de la inversión, en las acciones clasificadas con periodos de retorno **a corto plazo, se generan ahorros entre el 15 y el 50%**, que en ocasiones supera ese porcentaje, por lo que se ofrecen una serie de actuaciones concretas que pueden aportar una reducción significativa del consumo.

Además se puede añadir en la relación de acciones, una actuación simple como es reducir la potencia de las lámparas instaladas por otras de menor potencia para reducir la sobre iluminación. Esta medida implica costes reducidos y rápida amortización, aunque se considera que debe establecerse disponiendo de un plan estratégico para el alumbrado sostenible (PEAS), dada la importancia de acometer este tipo de acciones de forma estructurada.

Por otra parte, se recomienda establecer un **protocolo de mantenimiento** acorde con las exigencias de la legislación, que al menos tiene que incorporarse a instalaciones nuevas o que se modifiquen. El mantenimiento preventivo contribuye a garantizar el buen funcionamiento y prestaciones de lumínicas en el tiempo.



Índice	Pág.
1. Objeto	8
2. Introducción	9
3. Alcance	10
4. Zonificación lumínica	11
5. Diagnóstico lumínico del alumbrado	16
6. Propuesta y análisis de actuaciones	35
7. Conclusiones y Recomendaciones	42

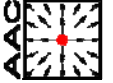
## Anexos

Anexo 1: Mapas de resultados

Anexo 2: Análisis de los centros de mando del alumbrado público

Anexo 3: Soluciones a acometer por centro de mando y núcleo

Anexo 4: Reportaje fotográfico nocturno en Bermeo

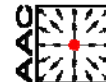


**Equipo Técnico de AAC:**  
**Alberto Bañuelos Irusta**  
**Unai Baroja Andueza**  
**Beatriz Lagartos Calvo**  
**Josu López Díaz de Garayo**

## **1. OBJETO**

Presentar los resultados obtenidos tras la realización de la **Auditoría Energética y Lumínica del Alumbrado Exterior Público en el municipio de Bermeo**. Se analiza la situación actual de las instalaciones de alumbrado exterior público municipales y se establecen una serie de medidas correctoras encaminadas a la mejora de la eficiencia energética, de los niveles de iluminación en las calles del municipio, así como a la reducción de la contaminación lumínica generada por el alumbrado público.





## 2. INTRODUCCIÓN

El Alumbrado Exterior Público es un servicio urbano necesario para garantizar la seguridad de los usuarios tanto en vías de tráfico rodado, urbano o extraurbano, como en zonas peatonales, carriles-bici y cualquier calle en general susceptible de ser iluminada.

Otro aspecto clave es el de favorecer el desarrollo sociocultural y económico de nuestros pueblos y ciudades, permitiendo la realización en periodo nocturno de actividades de ocio, la contemplación de nuestro patrimonio monumental, etc.

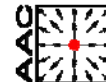
Este desarrollo ha llevado a incrementar el número de instalaciones de alumbrado y con ello los niveles de iluminación, descuidando en numerosas ocasiones tanto su calidad de servicio como la distribución luminosa de las fuentes de luz.

Por ello, este crecimiento y la falta de control en la elección de los tipos de lámparas y luminarias que constituyen las instalaciones, así como los niveles de iluminación a utilizar, ha convertido al alumbrado urbano en un foco generador de derroche energético y económico, con numerosas instalaciones con deficiente eficiencia energética, a la vez que en un foco cada vez más importante de contaminación ambiental, *contaminación lumínica*.

La conciencia social sobre esta problemática está cada vez más extendida, y son consideradas por los técnicos municipales las repercusiones negativas que conlleva un deficiente diseño de las instalaciones de alumbrado exterior, especialmente cuando se menciona el tema económico, es decir, el gasto que supone iluminar de forma deficiente y las posibilidades de ahorro y amortización que se pueden lograr con medidas correctoras sencillas que mejoran la calidad de la iluminación y el confort de los usuarios.

Sin embargo en la actualidad todavía se siguen implantando nuevos alumbrados exteriores con instalaciones poco eficientes, con un número excesivo de luminarias por metro lineal de calle iluminada, o de potencia instalada por m<sup>2</sup> de superficie iluminada.

La aprobación del *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*, podría ser un primer paso para controlar este tipo de actuaciones injustificadas.



### 3. ALCANCE

El estudio se lleva a cabo en la totalidad del municipio de Bermeo bajo los criterios del *REAL DECRETO 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones Técnicas complementarias EA-01 a EA-07 y de acuerdo con el protocolo de Auditoría Energética de las Instalaciones de Alumbrado Público Exterior del IDAE.*

El estudio se divide en tres fases diferenciadas que se definen a continuación:

#### **Etapa 1: Recopilación de datos:**

- Inventario de los puntos de luz y centros de mando del alumbrado existentes, así como de los sistemas de accionamiento y de regulación del flujo luminoso.
- Facturación eléctrica por centro de mando: consumo eléctrico del alumbrado municipal anual.
- Análisis del funcionamiento de los centros de mando.
- Medidas nocturnas de los niveles de iluminación existentes en las calles de todos los núcleos de población.

#### **Etapa 2: Zonificación Lumínica:**

- Caracterización de las calles en base a su tipología de uso, actividad, etc., para establecer las necesidades de iluminación según los requerimientos luminotécnicos en cada una de ellas del *RD1890/2008*.
- Definición de la zonificación en base a su grado de vulnerabilidad a la contaminación lumínica (zonas E).

#### **Etapa 3: Auditoría energética y soluciones:**

- Análisis y valoración de la situación actual, identificando las instalaciones poco eficientes, con estado de funcionamiento deficiente y contaminante.
- Obtención de los indicadores de alumbrado para su incorporación a la lista de indicadores de sostenibilidad dentro de los Planes de Agenda Local 21.
- Análisis técnico-económico de las medidas correctoras necesarias para mejorar la eficiencia energética y reduciendo el consumo energético así como la contaminación.

#### 4. ZONIFICACIÓN LUMÍNICA

La zonificación lumínica del municipio de Bermeo se realiza siguiendo el RD1890/2008 de Eficiencia energética, en dos tipos de clasificaciones:

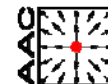
- **Criterios de seguridad:** estableciendo los niveles de iluminación máximos que deben tener cada una de las calles en función de su uso y características.
- Criterios de **contaminación lumínica:** que clasifica las zonas de protección contra este tipo de contaminante.

Atendiendo a los **criterios de seguridad** el RD1890/2008, en su ITC - EA - 02, establece una clasificación general de los tipos de vía en función de la velocidad de circulación en las mismas:

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad de tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

Como se muestra en la tabla, podremos afirmar, que el municipio de Bermeo por tipo de vía se encuentra entre las clasificaciones de la B a la E.

A partir de la clasificación del tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (IMD), se establecen subgrupos en la clasificación anterior. A continuación se muestra la clase alumbrado aplicable para cada subgrupo de los tipos de vía de B a E:



Situaciones de proyecto	Tipos de vía	Clase de Alumbrado
B1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante</li> <li>Vías distribuidoras locales y acceso a zonas residenciales y fincas</li> </ul> Intensidad de tráfico IMD $\geq$ 7.000 ..... IMD $<$ 7.000 .....	ME2 / ME3c ME4b/ ME5/ ME6
B2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carreteras locales en áreas rurales</li> </ul> Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera IMD $\geq$ 7.000 ..... IMD $<$ 7.000 .....	ME2 / ME3b ME4b/ ME5
C1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas</li> </ul> Flujo de tráfico de ciclistas Alto..... Normal .....	S1 / S2 S3/ S4
D1 - D2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Áreas De aparcamiento en autopistas y autovías</li> <li>Aparcamientos en general</li> <li>Estaciones de autobuses</li> </ul> Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal .....	CE1A / CE2 CE3 / CE4
D3 - D4	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada</li> <li>Zonas de velocidad muy limitada</li> </ul> Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto..... Normal .....	CE2 / S1 / S2 S3 / S4
E1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espacios peatonales de conexión, calles peatonales y aceras a lo largo de la calzada</li> <li>Paradas de autobús con zonas de espera</li> <li>Áreas comerciales peatonales</li> </ul> Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal .....	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
E2	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.</li> </ul> Flujo de tráfico de peatones Alto..... Normal .....	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4

El RD1890/2008 establece equivalencias entre las diferentes clases de alumbrado definidas por tener un nivel de iluminación similar. En la siguiente tabla se recogen dichas equivalencias:

	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6
CE0	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	
			S1	S2	S3	S4

A continuación se recoge en una tabla resumen los niveles máximos y valores de uniformidad para las diferentes clases de alumbrado:

Clase de Alumbrado	Luminancia Media Lm (cd/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	Iluminancia Media Em (lux) <sup>(1)</sup>	Uniformidad Global U <sub>0</sub>
ME2/CE2	1,50	20	0,40
ME3/CE3	1,00	15	0,40
S1	1,00	15	0,30
ME4/CE4	0,75	10	0,40
S2	0,75	10	0,30
ME5/CE5	0,50	7,5	0,35
S3	0,50	7,5	0,20
ME6	0,30	5	0,35
S4	0,30	5	0,20

<sup>(1)</sup> Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (f<sub>m</sub>) elevado que dependerá de la lámpara adoptada. Del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

A partir de estos criterios AAC Acústica + Lumínica establece categorías de zonificación en función de los valores de iluminancia media (Em) que establece el RD 1890/2008 para las diferentes clases de alumbrado. A continuación se presenta la tabla resumen con las categorías de zonificación aplicadas por AAC y su valor de iluminancia media:

Categoría:	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
Iluminancia media Em (lux):	25	20	15	10	7,5	5

Por otra parte atendiendo a los **criterios de contaminación lumínica** el RD1890/2008 establece en su ITC - EA - 03 diferentes clasificaciones en función del grado de protección de las mismas contra el resplandor luminoso y la luz intrusa, a continuación se expone en una tabla los valores límites y restricciones establecidas para cada zona:

Clasificación de Zonas	Descripción	Flujo Hemisférico Superior Instalado FHSinst	Iluminancia vertical $E_v$	Tipo de lámpara a utilizar
E1	<b>Áreas con entornos o paisajes oscuros:</b> Observatorios astronómicos, parques nacionales, espacios de interés natural	$\leq 1\%$	2 lux	VSBP/VSAP
E2	<b>Áreas de brillo o luminosidad baja:</b> Zonas periurbanas o extrarradios de las ciudades, suelos no urbanizables, áreas rurales,...	$\leq 5\%$	5 lux	Eficacia luminosa > 65 lm/w
E3	<b>Áreas de brillo o luminosidad media:</b> Zonas urbanas residenciales donde las calzadas están iluminadas	$\leq 15\%$	10 lux	
E4	<b>Áreas de brillo o luminosidad alta:</b> Centros urbanos, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna	$\leq 25\%$	25 lux	

Atendiendo a las características del municipio de Bermeo podría dividirse en dos zonas diferentes:

- **Zona E3:** zonas urbanas residenciales.
- **Zona E2:** zonas periurbanas, áreas rurales.

Pero se debe de tener en cuenta que el municipio de Bermeo se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai, incluido en la relación de espacios de Convenio Ramsar, y en la Red Natura 2000 de la Unión Europea como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA), es una zona de especial sensibilidad frente a la contaminación lumínica, por lo que al menos en los espacios de valor natural, deben ser calificados como una zona de máxima protección (E1). Aunque la zona urbana se pudiera considerar como una zona E2, por ser colindante a una zona E1 debiera contemplar una especial sensibilidad hacia los efectos contaminante de la iluminación, tanto en cuanto a los tipos de luminarias a emplear, como a los tipos de lámparas.

Por ello, se recomienda con carácter general y adicionalmente a evitar la sobreiluminación, limitar o evitar el uso de luz blanca y luminarias que emitan por encima de la horizontal y, en todo caso, en zonas que puedan incidir sobre las zonas de mayor valor por su biodiversidad y paisaje. :

En la actualidad este tipo de actuaciones se encuentran avaladas por legislaciones aplicables, como es el caso de la *ley 7/2007 de la Comunidad de Andalucía sobre Gestión Integrada de la Calidad Ambiental* en la que se establece que en las áreas colindantes a áreas oscuras E1 se prohíbe el uso de luminarias con emisión significativa en longitudes de onda por debajo de 525

nm. O recomendaciones internacionales, como los criterios de alumbrado inteligente de la Iniciativa Starlight, respaldada por diversas instituciones internacionales, entre ellas la UNESCO dentro de su Programa Man&Biosphere, o la Guía de alumbrado de la OIPC, también respaldada por la Iniciativa Srtarlight.

Esta exigencia, será en principio, mayor para las áreas rurales del municipio (barrios externos al núcleo urbano), en donde se aconseja aplicar los criterios de zona E1, lo que además contribuye a potenciar el uso de luminarias eficientes, que se deben combinar con limitar la iluminación a lo necesarios para que cumpla su función.

En el Anexo 1 del presente informe se presenta el mapa de zonificación lumínica para el municipio de Bermeo (MAPA 2).

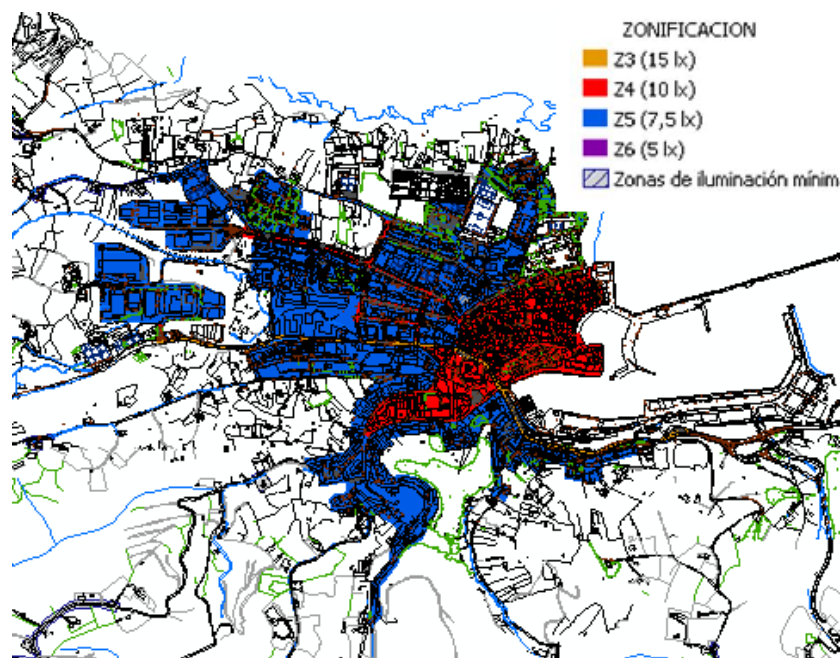
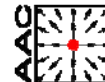


Imagen zonificación lumínica del municipio de Bermeo



## 5. DIAGNÓSTICO DEL ALUMBRADO

En la actualidad, el alumbrado público exterior del municipio de Bermeo cuenta con un total de **2104** puntos de luz alimentados por **38** centros de mando, aunque 1 de ellos se encuentra fuera de servicio (CM-28 Arco de San Juan, del que colgaban cuatro puntos de luz).

El sistema de accionamiento, para todos los centros de mando inventariados, se realiza mediante **reloj astronómico**. El **52,6%** de los centros de mando, **20** de ellos, poseen sistema de ahorro energético **mediante regulador estabilizador de tensión en cabecera**, si bien, se ha comprobado mediante las medidas realizadas que en solo 3 de ellos el regulador entra en funcionamiento, por lo que se recomendaría realizar una revisión exhaustiva de los mismos. En los tres centros de mando que entra en funcionamiento se ha comprobado que trabajan un promedio de 6,5 horas en funcionamiento nominal, y reducen el consumo a un 75% el resto de funcionamiento nocturno, aunque en condiciones óptimas podrían llegar a reducir un 45%. En el resto de los centros de mando, en el **47,4 %** de ellos, no existe ningún sistema de ahorro energético.

El consumo eléctrico del alumbrado público en Bermeo relativo al ejercicio de 2.010 fue de **1.436.292,2 kWh**, lo que supuso una facturación de **185.616,5 €**, de todos los centros de mando con contratos en Baja Tensión. El ratio de consumo por habitante es de **84,36 kWh/hab/año** (considerando el consumo de Bermeo) que está por claramente por debajo de la media estatal de **116 kWh/hab/año**, aunque por encima de otros objetivos y ratios internacionales La **emisión de Gases de Efecto Invernadero** generados de forma indirecta por las instalaciones de alumbrado público a partir de su consumo estimado es de **610,42 Tn CO<sub>2</sub>**.

A continuación se muestran los resultados obtenidos del diagnóstico realizado en el municipio de Bermeo:



### 5.1. Consumo eléctrico del alumbrado público

El consumo eléctrico del municipio se ha obtenido de la información de facturación por contador facilitada, si bien no se ha conseguido disponer de toda la información necesaria puesto que no se tienen los 12 meses en muchos casos ni tampoco de todos los núcleos.

Debido a esta falta de documentación esencial en algunos núcleos, se ha realizado la estimación del consumo anual teniendo en cuenta los puntos de luz instalados así como la potencia correspondiente a los mismos.

Para resumir los datos de consumo del alumbrado se define el indicador de sostenibilidad CL1, que relaciona el consumo energético y los habitantes:

Parámetros		BERMEO
Nº puntos de luz		2096
Tipos de puntos de luz (modelos)		80
Consumo Alumbrado Público Kwh / año		1.467.945,54
Consumo Alumbrado Público € / año		188.193,63
Nº habitantes		17.026
C.L.1: Consumo energético	€/ hab. anual	11,05
	Kwh/ hab. anual	86,21

#### Notas:

- (1) Los datos de consumo eléctrico anuales son referentes al año 2.010 y se han obtenido a partir de las facturas de cada centro de mando.
- (2) Los datos no incluyen gastos de mantenimiento ni nuevas inversiones
- (3) Dato de población censada según dato base de datos catastral del Mº de Fomento.

Este resultado muestra que el consumo eléctrico anual por habitante del alumbrado público en el municipio de Bermeo está un 25,7% por debajo del ratio a nivel estatal (116 Kwh/hab), se debe observar que los objetivos y ratios en otros países europeos son más exigentes como puede ser el caso de Eslovenia que por ley tiene marcado un ratio de 50 Kwh/hab para todas las vías y 44,5 si no se cuenta con las carreteras, que podría ser el caso futuro de Bermeo cuando entre en funcionamiento la circunvalación. Por ejemplo el promedio en Alemania es de 55 Kwh/hab. Por lo tanto, se pueden establecer objetivo de mejora en este indicador, para acercarse hacia las referencias de mayor eficiencia.

## 5.2. Puntos de luz

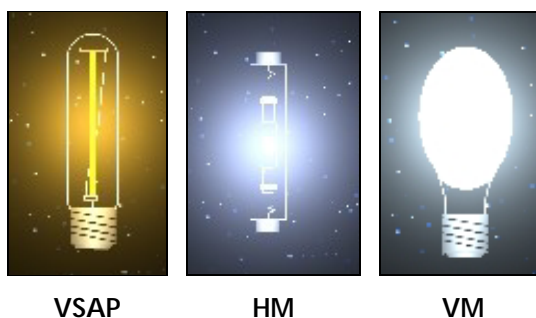
### 5.2.1 Lámparas y equipos auxiliares

Tras el inventariado realizado se ha comprobado el uso generalizado de lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión (VSAP), que están dentro de las exigencias del RD 1890/2008, dentro del municipio de Bermeo. El número de lámparas de vapor de mercurio, prohibidas para nuevas instalaciones por la legislación debido a su baja eficacia, es poco importante. No obstante desde un enfoque de eficiencia deben de ser sustituidas de forma prioritaria.

Por otra parte el RD determina el uso de lámparas de vapor de sodio de alta o baja presión para las zonas protegidas, clasificadas como E1 (áreas de protección especial, red natura,...), lo que afecta al municipio de Bermeo al encontrarse dentro de la Reserva de la Biosfera de Urdaibai.

En la tabla que sigue se muestra la tipología y el porcentaje de lámparas existentes en Bermeo:

TIPO LAMPARAS	BERMEO	
	Nº LAMPARAS	% TOTAL
VM	16	0,8
HM	238	11,3
COSMÓPOLI	118	5,6
FLUORESCENTE	88	4,2
INCANDESCENTES	25	1,2
VSAP	1611	76,5
<b>TOTAL</b>	<b>2096</b>	
<b>Lámparas contaminantes</b>	<b>460</b>	<b>21,9%</b>



Los tipos de *equipos auxiliares* que están implantados son **sistemas convencionales** (*balastos electromagnéticos, arrancador y condensador cuando proceda*). En la actualidad existen




sistemas con **balasto electrónico**, que supone un **ahorro de hasta el 13%** respecto los anteriores, y en un solo equipo, comprende la reactancia o balasto, condensador para mejorar el factor de potencia, y el arrancador, necesario para ofrecer la tensión de arco de cebado de la lámpara. Sin embargo a día de hoy el periodo de retorno de la inversión es superior a los balastos de doble nivel convencionales.

### 5.2.2. Luminarias

Dentro de las características tipológicas de las luminarias en el municipio de Bermeo se puede incidir en un primer diagnóstico, sobre aquellas con emisión superior al 5% por encima de la horizontal (%FHS > 5), que suponen un total de **724** puntos de luz, que representan el **34,5%** sobre el total de puntos inventariados. Estas luminarias, **emiten más de un 5% de flujo lumínico por encima de la horizontal**, por lo que no se dirige hacia la calzada que es objetivo a iluminar y además es causa de contaminación.

Por lo tanto, será otra prioridad dentro de las actuaciones de mejora y consistirá en la sustitución de este tipo modelos. Entre los se encuentran en Bermeo podemos destacar las luminarias tipo *farol* sin protección al hemisferio superior (emiten en el 32% de su flujo luminoso hacia el cielo y las fachadas) y con rendimiento y factor de utilización bajos; luminarias *tipo farol* sin protección al hemisferio superior pero con lámparas equipadas con reflectores de lamas (reducen los niveles de emisión de flujo al cielo hasta el 10%) ; y las luminarias tipo globo que dirigen hacia el cielo casi el 50% del flujo luminoso que emiten.

A continuación se presentan algunas de las luminarias contaminantes que se encuentran en el municipio:

							
<b>Modelo</b>	FAROL	<b>Modelo:</b> Globo		<b>Modelo:</b> IJB		<b>Modelo:</b> Metronomis Bilbao	
<b>FHS<sub>inst</sub> %</b>	32,2 (>1 5%)	<b>FHS<sub>inst</sub> %</b>	49,1 (>15%)	<b>FHS<sub>inst</sub> %</b>	17,6% (>15%)	<b>FHS<sub>inst</sub> %</b>	>15%
<b>Rend. %</b>	59,4	<b>Rend. %</b>	79,0	<b>Rend. %</b>	56,1	<b>Rend. %</b>	57,63

Respecto a las **características técnicas de los puntos de luz**, éstas se valoran a partir de su rendimiento y del Flujo Hemisférico Superior instalado, y de su factor de utilización, es decir, la relación entre el flujo útil emitido por la luminaria que llega a la calzada y el flujo total de las lámparas. En concreto las luminarias en Bermeo que se consideran no eficientes y contaminantes, son aquellas:

- a) Con  $FHS_{inst} > 5\%$  (zona E2 según el RD), con un rendimiento inferior a 55% y 65% para luminarias ambientales y funcionales respectivamente y bajo factor de utilización ( $f_u$ ).
- ó
- b) Con lámparas y equipos auxiliares de baja eficacia, con residuos especialmente peligrosos (mercurio, etc.), con emisión en el rango azul y fuera del visible (ultravioleta), no apropiadas según la zonificación en zonas E2.

Para resumir la evaluación de los puntos de luz se define el indicador CL2: porcentaje de puntos de luz no eficientes y contaminantes:

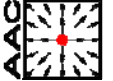
Parámetros	BERMEO	%
Nº puntos de luz	2096	
Nº luminarias con $FHS_{inst} > 5\%$	724	34,5
Nº luminarias con $\eta < 65\% / 55\%$	24	1,1
Nº lámparas contaminantes	460	21,9
<b>C.L.2: Puntos de luz contaminantes</b>	<b>959</b>	<b>45,7</b>

Por lo que **más del 45%** de las luminarias inventariadas en el municipio de Bermeo no cumplen las exigencias del RD.

Respecto al mantenimiento de las luminarias, dado que el que se ha realizado hasta la fecha es de tipo correctivo, y no está establecido un protocolo de mantenimiento preventivo (limpieza de luminarias, reposición de lámparas), no se puede garantizar un coeficiente de mantenimiento adecuado, exigencia de la legislación, y además existen puntos de luz en estado deficitario, como se muestra en las imágenes que siguen:



Puntos de luz en condiciones de mantenimiento deficientes



Por lo que se recomienda la implantación de un sistema de mantenimiento de las instalaciones, más aún en un municipio como Bermeo en el que en la actualidad se están llevando a cabo remodelaciones en las instalaciones del alumbrado exterior.

La sustitución de las luminarias no eficientes y contaminantes se debe plantear con criterios de eficiencia y ambientales, haciendo el cambio por modelos que eviten la emisión por encima de la horizontal: con mayor rendimiento, con vidrio plano y colocadas horizontalmente, es decir con FHS = 0 %. Este criterio permite además la mayor reducción de la potencia de las lámparas, con el consiguiente ahorro en el consumo y en el coste anual de energía eléctrica, lo que se analiza en el siguiente apartado de este informe.

### **5.3. Centros de mando del alumbrado público**

Para la auditoria de los centros de mando se ha llevado a cabo la medición in situ de los 38 centros de mando, existentes en el municipio de Bermeo para el alumbrado público exterior. Mediante la medición se ha comprobado el funcionamiento de los mismos, especialmente de los 20 centros de mando que disponen de regulación de flujo luminoso por medio de reguladores-estabilizadores en cabecera de línea de los que cuelgan el 70,6% de los puntos de luz inventariados.

También se ha realizado el análisis de las facturas con el objetivo de optimizar la facturación eléctrica y conseguir el mayor ahorro económico. Las tareas realizadas han sido las siguientes:

1. Medidas de campo in situ de corta duración (30 min) en los centros de mando, excepto en los 10 que disponen de sistemas de regulación, donde el registro duró varios días. Los parámetros medidos han sido: **Tensión, Intensidad, Potencia Activa, Consumo energético,  $\cos\phi$ , Potencia Reactiva, Potencia Aparente.**
2. Comprobación del estado actual y funcionamiento de los centros de mando.
3. Análisis y optimización de la facturación eléctrica. Adecuación de la potencia contratada y potencia real consumida.
4. Medidas correctoras para mejorar el servicio y el consumo energético. Cambio y negociación en mercado libre y optimización tarifa por centro de mando.

Se cuenta con varios equipos para las mediciones en los cuadros mediante registros durante las horas de funcionamiento de la instalación: **analizador de redes modelo AR5 y CIRE-3** (Circutor):



AR5



CIRE-3



Medidas in situ de un cuadro de alumbrado y equipo

En el *anexo 2* de este documento se presenta el análisis individualizado en cada centro de mando: composición y elementos, parámetros eléctricos y de consumo, estado actual de funcionamiento y seguridad, optimización de su factura y tarifa contratada.

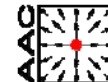
Los resultados son los siguientes:

1. Respecto al funcionamiento de los centros de mando se ha comprobado que **no hay problemas de sobretensiones**, por lo que no se producen sobreconsumos innecesarios y no se acorta la vida de las lámparas. Un ejemplo:

**Sobretensión en instalaciones con lámparas de VSAP y equipo de encendido a 220V**

⇒ **Sobreconsumo del 40%**  
**Reducción de la vida de la lámpara en un 70%**

2. Existen problemas de Energía Reactiva en dos centros de mando, provocando penalizaciones en la factura eléctrica. Más adelante se detallan los cuadros afectados.
3. Se han detectado centros de mando cuyo consumo real supera a la potencia contratada.
4. Se ha detectado centros de mando que presentan graves deficiencias, afectando a la seguridad sobre las personas. Más adelante se detallan los cuadros afectados.
5. Desde el enfoque de la Tarifación Eléctrica, se observa que solamente seis centros de mando presentan facturas eléctricas mejorables. En dos casos puede mejorarse contratando una tarifa con discriminación horaria y en otro, aumentado el término de potencia y la tarifa a contratar.



Respecto al funcionamiento y estado físico de los centros de mando, existen algunos defectos que deben ser subsanados:

- **CM-1 Agirre Auzoa:** Centro de Mando con demasiada humedad en el interior, esto puede provocar un funcionamiento defectuoso del mismo. La cerradura no funciona correctamente, por lo que corre el riesgo de permanecer abierto.
- **CM-2 Almike Auzoa:** Centro de Mando con el Interruptor Diferencial puenteado. Defecto grave que afecta de manera directa a la seguridad de las personas.
- **CM-4 Artike Bidea:** Centro de Mando con el Interruptor Diferencial puenteado. Defecto grave que afecta de manera directa a la seguridad de las personas.
- **CM-5 Artike Auzoa:** La cerradura no funciona correctamente, por lo que corre el riesgo de permanecer abierto.
- **CM-8 Esparru:** Presenta penalizaciones por Energía Reactiva en la factura eléctrica.
- **CM-9 Areiltza:** Presenta penalizaciones por Energía Reactiva en la factura eléctrica.
- **CM-11 Baratz-eder Urbanizazioa:** Centro de Mando con demasiada humedad en el interior. Esto puede provocar un funcionamiento defectuoso del mismo. Centro de Mando con el Interruptor Diferencial puenteado. Defecto grave que afecta de manera directa a la seguridad de las personas.
- **CM-13 Juan Sebastián Elkano:** Aún estando en un lugar inaccesible, la cerradura no funciona correctamente, por lo que corre el riesgo de permanecer abierto.
- **CM-17 Martin Deuna:** Centro de Mando con el Interruptor Diferencial puenteado. Defecto grave que afecta de manera directa a la seguridad de las personas.
- **CM-28 Arco de San Juan:** el Centro de Mando se encuentra fuera de servicio.
- **CM-37 Arene-1:** Centro de Mando con la puerta rota. Permite acceso a personas no autorizadas.
- **CM-39 Benito Barrueta:** La cerradura no funciona correctamente, por lo que corre el riesgo de permanecer abierto.

En la tabla siguiente se presenta un resumen de los consumos anuales por centro de mando:

Centro de Mando	Consumo(kWh)	Facturación(€)
<b>CM-1 Agirre Auzoa</b>	3744,9	483,97
<b>CM-2 Almike Auzoa</b>	19379	2091,72
<b>CM-3 Ander Deuna</b>	33554	3776,37
<b>CM-4 Artike Bidea</b>	21364,4	1763,86
<b>CM-5 Artike Auzoa</b>	6740	842,5
<b>CM-6 Landabaso A - Polígono</b>	38553,91	4656,32
<b>CM-7 Askatasun Bidea</b>	74918,25	10781,46
<b>CM-8 Esparru</b>	94512,66	14307,82
<b>CM-9 Areiltza</b>	109827,01	16988,96
<b>CM-10 López díaz de Haro</b>	56458	6593,73

Centro de Mando	Consumo(kWh)	Facturación(€)
<b>CM-11 Baratz-eder Urbanizazioa</b>	21745	2428,89
<b>CM-12 Bizkai Buru</b>	48304	5148,29
<b>CM-13 Juan Sebastian Elkano</b>	48041	5201,88
<b>CM-14 Iparragirre</b>	18405	2095,34
<b>CM-15 Lamera Parkea</b>	131099,14	11149,73
<b>CM-16 Polígono Landabaso B</b>	44089	4656,32
<b>CM-17 Martín Deuna</b>	21493	2361,03
<b>CM-18 Mikel Deuna</b>	2482	322,09
<b>CM-21 Talako Andra Mari</b>	79775	16041,16
<b>CM-22 Txibitxiaga</b>	72008	7101,75
<b>CM-23 Zubiaur tar Kepa (53)</b>	99951	10209,16
<b>CM-24 Zubiaur tar Kepa (40)</b>	72952,36	11380,97
<b>CM-25 Kurtzio</b>	24795	4238,09
<b>CM-26 Benito Barrueta</b>	32945	3623,63
<b>CM-27 Esparru Kalea (abajo)</b>	21010	4322,04
<b>CM-28 Arco de San Juan</b>	<b>Fuera de servicio</b>	
<b>CM-31 Fielato Enparantza</b>	68127,25	8804,3
<b>CM-32 Demiku Auzoa</b>	5844	624,84
<b>CM-33 Ander Deuna Arenondo</b>	1248,3	161,32
<b>CM-34 Ander Deuna Auzoa</b>	12109	1253,37
<b>CM-35 Lourdesko Eskailarrak</b>	1122	282,67
<b>CM-37 Arene-1</b>	6063	1312,13
<b>CM-38 Arene-2</b>	7361	1355,27
<b>CM-39 Benito Barrueta Nuevo</b>	48948	6324
<b>CM-40 Juan Sebastian Elkano (nuevo)</b>	8940	908,1
<b>CM-41 Nartin Deuna (nuevo)</b>	95184	12681,63
<b>CM-42 Barrio Mañuas</b>	3120,75	403,2
<b>CM-43 Parking Ander Deuna</b>	11734,69	1273,59

#### 5.4. Niveles de Iluminación

Se han realizado medidas de los niveles de iluminación, mediante sistema móvil (LXGPS) chequeado mediante mediciones in situ siguiendo el método de los "nueve puntos" establecido en el RD 1890/2008 y utilizando el luxómetro modelo Mavolux 5032C/B en las calles con alumbrado, con el objetivo de obtener una aproximación de los niveles de iluminación existentes en la actualidad, además de permitir la posible revisión del factor de mantenimiento de las instalaciones.

Aunque las medidas se han realizado para la práctica totalidad del municipio sólo se han extrapolado niveles de iluminación promedio a las calles analizadas pertenecientes al núcleo urbano, pues como se ha detallado en apartado cuarto de este informe, zonificación lumínica,



para los barrios externos al núcleo urbano se ha considerado un objetivo de iluminación ajustado a las necesidades propias de cada caso, dado que en este tipo de barrios las calles son poco homogéneas, es decir sin estructura propia urbana, por lo que no resulta adecuado valorar los niveles de iluminación promedio, las recomendaciones, para estas zonas estarán guiadas a la recomendación de modelos de luminaria eficientes.

Los resultados obtenidos demuestran unos **niveles excesivos de iluminación** en prácticamente la totalidad del municipio medido. A continuación se muestran los resultados de cada una de las medidas realizadas en los núcleos:

CALLE	Nº de tramos	Objetivo Máximo Iluminación (RD1890)	E <sub>m</sub> (lux)	Evaluación (*)
Adebixe 1	1	9	33,3	×
Akurio Kontramaisua	1	9	34,2	×
Almike bidea 1	1	9	15,8	×
Almike bidea residencial 2	1	9	20,2	×
Anasagasti tar Teodoro	1	9	18,5	×
Ander Deuna 1	1	9	25,7	×
Arana Goiri tar Sabinen enp.	1	12	23,8	×
Aritxatxubidea 1	1	12	6,7	✓
Aritxatxubidea 2	1	12	27,5	×
Aritxatxubidea 4	1	12	25,7	×
Arresi	1	12	25,7	×
Arreskuenaga parke	1	12	18,2	×
Artieda tar Iñigo	1	12	15,5	×
Artike bidea	1	9	10,8	×
Askatasun bidea 1	1	12	47,4	×
Atalde 1	1	12	28,8	×
Atalde 2	1	12	32,6	×
Atalde 3	1	12	22,4	×
Atalde 4	1	12	17,6	×
Baratzeder Urbz. 1	1	9	3,5	✓
Baratzeder Urbz. 2	1	9	12,2	×
Baratzeder Urbz. Parking	1	9	10,7	×
Benito Barrueta 1	1	9	30,4	×
Benito Barrueta 2	1	9	25,3	×
Benito Barrueta 3	1	9	38,4	×
Bizkai buru	1	9	20,9	×
Bizkaiko Jaurerria 1	1	12	47,0	×
Bizkaiko Jaurerria 2	1	12	15,9	×
Bizkaiko Jaurerria 3	1	12	24,6	×
CASCO VIEJO	27	12	26,0	×
Dibio 1	1	9	21,2	×

CALLE	Nº de tramos	Objetivo Máximo Iluminación (RD1890)	Em (lux)	Evaluación (*)
Dibio 2	1	9	15,1	x
Doloriaga 1	1	9	41,6	x
Doloriaga 2	1	12	36,1	x
Elkano tar J. Sebastian	1	12	29,2	x
Entrada Polígono de Landabaso 1	1	12	34,6	x
Erreñezubi 1	1	12	45,8	x
Erreñezubi 2	1	12	24,2	x
Esparru 1	1	12	38,9	x
Esparru 2	1	12	37,4	x
Esparru 3	1	12	19,6	x
Garabilla tar Jose	1	9	35,9	x
Ibarburu enparantza	1	9	41,2	x
Ibarreta	1	9	42,3	x
Itxasbegi 1	1	9	24,8	x
Itxasbegi 2	1	9	14,5	x
Izpizua tar Segundo	1	18	23,8	x
Kurtzio 1	1	9	23,8	x
Kurtzio 2	1	9	21,4	x
Lamera 1	1	12	19,5	x
Lamera parke	1	12	19,5	x
Lope Diaz de Haro	1	12	19,6	x
Lourdesko eskilarak	1	9	194,6	x
Matxixako 1	1	12	12,5	✓
Matxixako 2	1	9	28,0	x
Matxixako 3	1	9	43,1	x
Matxixako bide-zabala 1	1	9	0,4	✓
Matxixako bide-zabala 2	1	9	6,5	✓
Mikel Deuna bidea 1	1	9	4,0	✓
Mikel Deuna bidea 2	1	9	5,8	✓
Mikel Deuna bidea 3	1	9	23,0	x
Ondarraburu	1	12	20,5	x
Plentzi bakio 1	1	9	33,3	x
Plentzi bakio 2	1	9	8,2	✓
Polig. Landabaso 1	5	9	24,2	x
Polig. Landabaso 2	3	9	24,2	x
Prantzisko Deuna	1	18	12,2	✓
Prantzisko Deuna atea	1	12	19,6	x
San Martin 1	1	9	16,6	x
San Martin 2	1	9	50,2	x
San Martin 3	1	9	35	x
Santamañe	1	18	36,2	x
Tala	1	9	12,7	x
Talako Andra Mari Auzoa 1	1	9	32,5	x

CALLE	Nº de tramos	Objetivo Máximo Iluminación (RD1890)	Em (lux)	Evaluación (*)
Talako Andra Mari Auzoa 2	1	9	26,0	✘
Talako Andra Mari Auzoa 3	1	9	28,0	✘
Tallaetxe tar Josu	1	9	17,5	✘
Tonpoi bidea 1	1	9	26,0	✘
Tonpoi bidea 2	1	9	42,1	✘
Tonpoi bidea 3	1	9	39,1	✘
Trake	1	12	21,6	✘
Txibitxiaga rot	1	18	37,7	✘
Txibitxiaga 1	1	18	38,7	✘
Txibitxiaga 2.1	1	18	27,2	✘
Txibitxiaga 2.2	1	18	22,6	✘
Txirritxa bidea	1	9	11,8	✘
Txirritxa bidea parking	1	9	10,9	✘
Zarragoitxi 1	1	9	55,2	✘
Zarragoitxi 2	1	9	42,0	✘
Zarragoitxi peat.	1	9	100,8	✘
Zubiaur tar Kepa 1	1	18	30,6	✘
Zubiaur tar Kepa 2	1	18	28,8	✘
Zubiaur tar Kepa 3	1	18	29,2	✘
Zubiaur tar Kepa 4	1	18	53,2	✘
Zubiaur tar Kepa 5	1	18	15,1	✔

(\*) Evaluación: ✘ **SOBRE- ILUMINACIÓN** ( $E_m > 1,2 \times$  Nivel Máximo según RD1890)  
 ✔ **iluminación ACEPTABLE** ( $E_m \leq 1,2 \times$  Nivel Máximo según RD1890)

Los resultados ponen de manifiesto que el **92,1% de las zonas analizadas**, que puede extrapolarse al resto del núcleo, **presentan niveles de sobreiluminación**, es decir exceden en más de un 20% el nivel promedio admisible según el RD1890/2008; sólo en un **7,9%** de los tramos inspeccionados **presenta niveles acordes** a los acotados en la zonificación lumínica definida según especificaciones del RD 1890/2008.

Estas medidas se han realizado en el núcleo urbano, en zonas con estructura de calle homogénea, una justificación para que se obtengan niveles de iluminación promedio excesivamente elevados es que se cuente con valores de interdistancias excesivamente pequeños para las altas potencias de lámparas instaladas en las luminarias de la calle.

Estos resultados ponen de relieve la mayor problemática respecto a las instalaciones de alumbrado exterior del municipio de Bermeo: el exceso de consumo energético debido a una iluminación muy por encima de los niveles marcados por el RD 1890/08.

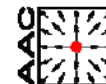
En el mapa 4 del anexo 1, se muestran de manera detallada los resultados de las medidas realizadas y a continuación se muestran los resultados globales de todo el municipio, a partir del indicador CL3:

<b>Indicador CL3: Nivel de iluminación</b>	
Porcentaje de las calles iluminadas del municipio que cumplen los objetivos máximos de iluminación (OMI), sin excederlos en más del 20 %.	
<b>Unidad</b>	% de calles objeto de ser iluminadas del municipio
<b>Cálculo</b>	<p>Se realizan evaluaciones en cada una de las calles que se comparan con el nivel promedio de iluminación que le corresponde (lux), , calificando como resultado positivo si:</p> <p style="text-align: center;"><b>Nivel de Iluminación (lux) &lt; 1,2 * Nivel OMI</b></p> <p>Se obtiene el % de las calles para las que se ha obtenido un resultado positivo con respecto a la superficie total del municipio que requiere ser iluminada.</p>

Parámetros	BERMEO
Nº calles inventariadas	127
$E_m$ (lux) calzada (promedio todas calles)	28,4
Nº calles inventariadas > OMI	117
<b>CL3: % municipio iluminación ACEPTABLE</b>	<b>7,9</b>

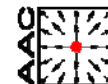
#### 5.4. Calificación energética instalaciones

Según el diagnóstico realizado, aplicado sólo sobre las calles pertenecientes al núcleo urbano, menos del 50% de los tramos analizados presenta una eficiencia energética aceptable, es decir, sólo en 66 tramos de los 146 tramos de calle evaluados la potencia instalada es acorde a la superficie a iluminar, en base a los objetivos de iluminación definidos en la zonificación lumínica.



En la tabla que sigue se presentan los resultados de la eficiencia energética en las zonas donde se han realizado medidas y también las etiquetas que establece el RD 1890/2008 (de más eficiente A, a menos eficiente G):

CALLE	Nº de tramos	$\epsilon$ (m <sup>2</sup> xlx/w)	Evaluación (*)	Etiqueta energética
Adebixe 1	1	14,26	✓	B
Akurio Kontramaisua	1	5,26	✗	F
Almike	1	6,86	✓	C
Almike bidea 1	1	7,20	✗	E
Almike bidea peat.	1	1,38	✗	G
Almike bidea residencial 1	1	4,62	✗	D
Almike bidea residencial 2	1	5,51	✓	C
Anasagasti tar Teodoro	1	4,75	✗	F
Ander Deuna 1	1	7,70	✗	E
Arana Goiri tar Sabiñen enp.	1	9,51	✓	B
Aritxatxubidea 1	1	14,84	✓	C
Aritxatxubidea 2	1	7,36	✗	E
Aritxatxubidea 4	1	5,54	✗	F
Arresi	1	16,02	✓	C
Arreskuenaga parke	1	6,86	✓	C
Artieda tar Iñigo	1	4,41	✗	F
Artike bidea	1	10,88	✓	C
Askatasun bidea 1	1	6,77	✗	F
Atalde 1	1	5,70	✗	F
Atalde 2	1	18,46	✓	B
Atalde 3	1	16,85	✓	B
Atalde 4	1	14,60	✓	C
Baratzeder Urbz. 1	1	32,83	✓	A
Baratzeder Urbz. 2	1	5,79	✓	C
Baratzeder Urbz. Parking	1	11,89	✓	C
Baratzeder Urbz. Peat. 1	1	5,03	✓	D
Baratzeder Urbz. Peat.2	1	6,90	✓	B
Benito Barrueta 1	1	7,33	✗	E
Benito Barrueta 2	1	0,93	✗	G
Benito Barrueta 3	1	5,10	✗	F
Benito Barrueta peat.	1	3,38	✗	E
Benito Barrueta plaza	1	5,67	✓	C
Bizkai buru	1	9,06	✗	D
Bizkaiko Jaureria 1	1	13,07	✓	D
Bizkaiko Jaureria 2	1	11,93	✗	D
Bizkaiko Jaureria 3	1	20,14	✓	A
CASCO VIEJO	27	4,97	✗	E
Dibio 1	1	7,22	✓	B



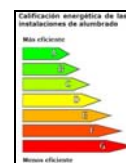
CALLE	Nº de tramos	$\epsilon$ (m2xlx/w)	Evaluación (*)	Etiqueta energética
Dibio 2	1	8,46	✓	A
Doloriaga 1	1	3,25	✗	E
Doloriaga 2	1	17,94	✓	A
Elkano tar J. Sebastian	1	2,93	✗	F
Elkano tar J. Sebastian peat.	1	2,08	✗	F
Entrada Polígono de Landabaso 1	1	11,28	✓	D
Erreñezubi 1	1	3,79	✗	E
Erreñezubi 2	1	8,84	✗	E
Eskoikiz	1	6,06	✗	E
Esparru 1	1	8,44	✓	B
Esparru 2	1	9,62	✓	B
Esparru 3	1	23,83	✓	A
Eupeme deuna	1	2,12	✗	F
Fielato Enparantza	1	7,80	✓	C
Fraile leku	1	5,44	✗	D
Garabilla tar Jose	1	7,68	✗	E
Gaztelu	1	5,26	✗	D
Gonzalo Nardiz enparantza	1	7,08	✗	C
Hilerria parking	1	47,15	✓	A
Ibarburu enparantza	1	3,07	✗	E
Ibarreta	1	7,18	✗	E
Itxasbegi 1	1	2,60	✗	G
Itxasbegi 2	1	5,22	✗	F
Izpizua tar Segundo	1	9,55	✗	E
J. Antonio Erauzkin enparantza	1	6,14	✓	C
Kurtzio 1	1	7,11	✓	B
Kurtzio 2	1	9,59	✓	A
Kurtzio peat.	1	1,05	✗	G
Lamera 1	1	8,47	✓	B
Lamera parke	1	2,40	✗	F
Lope Diaz de Haro	1	7,82	✓	C
Lourdesko eskilarak	1	3,02	✗	E
Matxitxako 1	1	21,87	✓	A
Matxitxako 2	1	7,95	✗	D
Matxitxako 3	1	9,68	✓	D
Matxitxako bide-zabala 1	1	6,63	✗	E
Matxitxako bide-zabala 2	1	20,63	✓	A
Matxitxako bide-zabala peat.	1	17,19	✓	A
Mikel Deuna bidea 1	1	7,24	✓	B
Mikel Deuna bidea 2	1	17,65	✓	A
Mikel Deuna bidea 3	1	4,90	✗	D
Ondarraburu	1	8,63	✓	B
Plentzi bakio 1	1	5,92	✗	E

CALLE	Nº de tramos	$\epsilon$ (m2xlx/w)	Evaluación (*)	Etiqueta energética
Plentzi bakio 2	1	17,94	✓	A
Polig. Landabaso 1	5	12,32	✓	C
Polig. Landabaso 2	3	13,27	✓	B
Polig. Landabaso parking	1	6,77	✗	E
Prantzisko Deuna	1	13,41	✓	A
Prantzisko Deuna atea	1	4,41	✗	E
San Martin 1	1	3,36	✗	F
San Martin 2	1	1,71	✗	G
San Martin 3	1	9,05	✗	D
Santamañe	1	12,00	✗	E
Tala	1	2,74	✗	E
Talako Andra Mari Auzoa 1	1	5,07	✓	D
Talako Andra Mari Auzoa 2	1	14,10	✓	A
Talako Andra Mari Auzoa 3	1	11,64	✓	A
Tallaetxe tar Josu	1	12,13	✓	C
Tonpoi bidea 1	1	6,69	✓	B
Tonpoi bidea 2	1	11,33	✓	C
Tonpoi bidea 3	1	10,22	✓	A
Trake	1	9,55	✓	B
Txibitxiaga rot	1	7,24	✗	F
Txibitxiaga 1	1	18,12	✓	C
Txibitxiaga 2.1	1	13,05	✗	D
Txibitxiaga 2.2	1	14,63	✗	D
Txirritxa bidea	1	7,06	✓	B
Txirritxa bidea parking	1	3,14	✗	E
Zarragoitxi 1	1	17,77	✓	A
Zarragoitxi 2	1	6,36	✓	C
Zarragoitxi peat.	1	5,04	✓	D
Zubiaur tar Kepa 1	1	36,75	✓	A
Zubiaur tar Kepa 2	1	55,73	✓	A
Zubiaur tar Kepa 3	1	23,28	✓	B
Zubiaur tar Kepa 4	1	15,11	✓	D
Zubiaur tar Kepa 5	1	29,99	✓	A

(\*) Evaluación energética: ✗ NO eficiente energéticamente; ✓ Eficiente energéticamente

De manera resumida y por porcentajes:

$\varepsilon$ (m <sup>2</sup> xlx/w)	BERMEO	
ETIQUETA	Nº Calles	% Calles
A	20	13,7
B	19	13
C	23	15,8
D	17	11,6
E	47	32,2
F	15	10,3
G	5	3,4



Etiquetas del consumo energético de la instalación según modelo del RD1890/2008

La auditoria concluye que el **57,5%** de las calles de evaluadas del núcleo de Bermeo tienen una **etiqueta energética D o superior a esta**, es decir, que la potencia instalada en relación a la superficie iluminada y el objetivo de iluminación máximo no es adecuada.

En el mapa 3 del anexo 1 se presentan las etiquetas de eficiencia energética obtenidas en los tramos de calle evaluados en el núcleo de Bermeo; a continuación se muestran los resultados globales de todo el municipio, a partir del indicador CL4:

Parámetros	BERMEO
Nº calles inventariadas	146
Nº calles con Eficiencia Energética	66
<b>CL4: % municipio con eficiencia energética ACEPTABLE</b>	<b>45,2</b>

Las calles con eficiencia aceptable, es decir, con valor de  $\varepsilon$  (m<sup>2</sup> x lx / w) superior al mínimo reglamentario, aplicando los objetivos de iluminación definidos en la zonificación lumínica, según especificaciones del RD 1890/2008. Pero si tenemos en cuenta el bajo factor de utilización de algunas de las luminarias (porcentaje del flujo emitido por la luminaria que ilumina la calzada), así como el estado de mantenimiento de parte de las mismas, la eficiencia energética es bastante baja, por lo que el Reglamento es bastante permisivo en este sentido.

Además puede ser discutible desde objetivos de eficiencia considerar una calle C como eficiente, aunque en un primer diagnóstico puede ser admisible esta valoración, para centrar la prioridad en las calles menos eficientes.



## 5.5. Contaminación lumínica

La tipología de los puntos de luz considerados como no eficientes y contaminantes y que no cumplen las exigencias funcionales de rendimiento y eficacia en el municipio de Bermeo, implica que en promedio el **9,9% del Flujo Total Instalado se pierda** de forma directa por encima de la horizontal de las luminarias, sin tener en cuenta las reflexiones en las superficies, éste es el valor del indicador CL5.

Indicador CL5: Resplandor Luminoso Nocturno	BERMEO
% flujo total instalado que se pierde por encima de la horizontal de las luminarias hacia el cielo y fachada	9,9
Consumo (Kwh y €) que se pierden por encima de la horizontal de las luminarias hacia el cielo y fachada	145.326,6 kWh
	18.631,2 €

Esto supone que, aproximadamente, más de **143.000 kWh** que consume el alumbrado público en el municipio de Bermeo, se "pierden" hacia la bóveda celeste y fachadas de los edificios, contribuyendo en gran medida a otros parámetros de la contaminación lumínica: Resplandor Luminoso Nocturno y Luz Intrusa.

En términos de consumo eléctrico anual en €, **se pierden más de 18.500 € anuales en proyectar luz por encima de la horizontal de las luminarias y hacia la fachada**, y que por tanto es dinero y energía desaprovechada.

Evidentemente aprovechar de forma eficiente este flujo perdido, mediante el cambio de luminarias principalmente, supone el mejor aprovechamiento de los recursos y además permite la reducción de la potencia de las lámparas, con el consiguiente ahorro económico, que se valora en el apartado de soluciones.

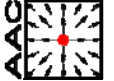
## 5.6. Emisiones de gases de efecto invernadero

A partir del consumo energético de las instalaciones de alumbrado en un año, en Kwh, según los datos de facturación, se obtiene el número de toneladas anuales de CO<sub>2</sub> que generan de forma indirecta las instalaciones de alumbrado público en el municipio de Bermeo.

Los datos de conversión se han tomado de la CNE y del CIEMAT y teniendo en cuenta la producción en GW y las emisiones de CO<sub>2</sub> de cada central en ese año, siendo la conversión de 0,425Kg CO<sub>2</sub>/Kwh. Así, el resultado del indicador CL6 es:

CL6: Emisión anual GEI	BERMEO
Tn CO <sub>2</sub> anual	623,88
Tn CO <sub>2</sub> / habitante anual	0,0366

En el apartado que sigue se valoran mediante un análisis técnico-económico las acciones propuestas para mejorar la eficiencia energética de las instalaciones.



## 6. PROPUESTA Y ANÁLISIS DE ACTUACIONES

A partir de los resultados anteriores se establecen las siguientes propuestas de actuación con los análisis técnico-económicos realizados para caracterizar cada una de estas actuaciones. Estas se definen y valoran para cada centro de mando, dando un valor global de todo el municipio en términos de ahorro en consumo, tanto en € como en kWh anuales, con la consecución de todas las soluciones planteadas.

En este documento se valoran estas actuaciones en cuanto a su ahorro energético y económico y los periodos de retorno (el tiempo que tarda en recuperarse la inversión con el ahorro económico que se consigue), que se calculan aplicando precios de catálogo de distintos fabricantes, de cada componente de la instalación que genere ahorro y mejora energética (independientemente de cualquier fabricante) y suponiendo un:

- Funcionamiento anual en periodo nominal según las medidas realizadas. Con la implantación de regulación se establece el 30% de este periodo reducido y un 70% en periodo nominal. Obviamente los ahorros puede variar según la programación de los sistemas de regulación.
- *Coste de la energía en 0.129 €/kWh* a partir del valor promedio según la facturación de cada centro de mando.
- *El coste de la inversión* que se presenta responde únicamente al coste de los elementos generadores de ahorro y mejora energética, es decir, luminarias, lámparas, equipos y sistemas de regulación, que además son los que están subvencionados por el EVE. Evidentemente, una vez que el Ayuntamiento decida realizar la implantación de cualquier actuación, estos precios se deberán ajustar a la oferta existente según el fabricante.
- *No se contempla modificar la ubicación de los puntos de luz.* Una vez se decida la solución a adoptar por el Ayuntamiento, en el proyecto deberá realizarse una evaluación detallada, que podría suponer un nuevo diseño de la instalación.

Los diferentes periodos de retorno para cada centro de mando se encuentran detallados en el anexo 3 de soluciones, y a continuación se describen las mismas.

## Actuación 1

Arreglar los sistemas de regulación de flujo en los 17 centros de mando que los tienen instalados pero que no funcionan, como se ha podido comprobar con las medidas in situ. Se ha realizado el promedio del ahorro que aplica en los tres centros de mando que poseen regulador estabilizador en cabecera de línea, que proporcionan un ahorro total anual de un 26% , aunque en condiciones óptimas de funcionamiento pueden llegar a producir hasta en un 45% de ahorro total anual.

## Actuación 2

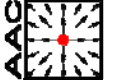
**Sustitución de las lámparas de Vapor de Mercurio**, 16 en total por lámparas de VSAP que permite además reducir la potencia SAP 70w Y 150w, este cambio supone un ahorro importante, además de una mejora en los niveles de iluminación.

También se propondrá la **sustitución de modelos de luminaria poco eficientes, con flujos hemisféricos superiores al 15%**, entre las que se encuentran las luminarias tipo globo (114) y las tipo farol sin adaptar (51). **Esta mejora notable de las características de los puntos de luz** permite reducir la potencia de lámpara de SAP 150w a 50w, con el consiguiente ahorro y mejora de las prestaciones lumínicas de las instalaciones. Algunas soluciones pueden ser:



## Actuación 3

Existen 38 centros de mando instalados en el municipio de Bermeo, de los cuales 18 de ellos no poseen sistema de regulación de flujo en cabecera. Según el Real Decreto 1890/2008 "Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior", se debe reducir el nivel de flujo luminoso a ciertas horas de la noche, con el fin de reducir el gasto energético y limitar la luz molesta, en aquellas instalaciones que superen los 5 kW de potencia instalada.



Un 13% de los centros de mando estudiados responden a las condiciones que se plantean, por lo que se aconseja la instalación de Reductores de Flujo en los siguientes cuadros eléctricos:

- CM-11: Baratz-eder Urbanizazioa
- CM-12: Bizkai Buru
- CM-21: Talako Andra Mari
- CM-27: Esparru kalea
- CM-31: Fielato enparantza

Para el resto de cuadros con potencia instalada inferior a 5 KW, se estudiará instalar reguladores de flujo, tipo balasto de doble nivel, en los puntos de luz susceptibles de cambio, siguiendo las soluciones tipo planteadas.

Por otra parte, dos de los centros de mando estudiados tienen penalizaciones por energía reactiva en las tarifas eléctricas, concretamente "CM-8: Esparru" y "CM-9: Areiltza". Desde este estudio se plantea la solución de instalar dos baterías de condensadores para contrarrestar la energía reactiva producida por la instalación y así evitar los recargos en las facturas eléctricas.

#### **Actuación 4**

**Sustitución de luminarias no eficientes y contaminantes y con flujos hemisféricos superiores por encima de 5%,**

Algunas de las luminarias que se encuentran en este apartado son de implantación reciente, pero desde un planteamiento de evaluación objetiva, se considera que no son soluciones adecuadas, por lo que se incluyen en la relación de actuaciones, aún siendo conscientes de que su reciente colocación puede ser un factor a tener en cuenta en el establecimiento de prioridades.

Se encuentran en este apartado, principalmente las luminarias de tipo farol con reflector de lamas (183), metronomis de Philips (151), alamedas (33), alfa (13), begas (21) y aluras (78) y viales viejos en mal estado (269). La actuación sería su cambio por otras luminarias con mayor rendimiento y con menor afección ambiental, que en general permitirán reducir la potencia de lámpara, además de cumplir el resto de las exigencias del RD1890/2008 respecto al factor de utilización y buscar el objetivo de FHS = 0 % para la protección ambiental y evitar el deslumbramiento.

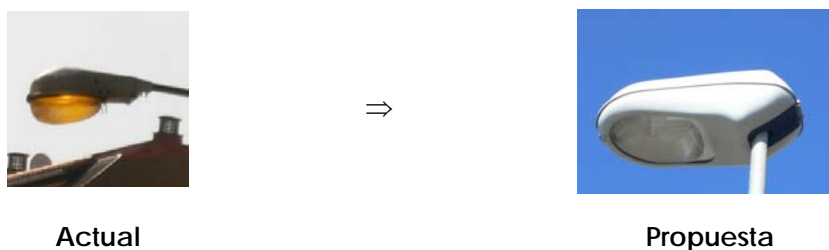
En este sentido hay que remarcar que las emisiones entre 0 y 10 ° por encima de la horizontal, son emisiones altamente contaminantes para el entorno, especialmente cuando se encuentran en zonas no apantalladas por edificios, ya que la luz emitida en estos ángulos se propaga a grandes distancias. En medios urbanos apantallados contribuye al deslumbramiento y a la luz intrusa en las fachadas.

**Esta mejora notable de las características de los puntos de luz unido al cumplimiento de los objetivos propuestos** permitiría reducir la potencia de lámpara de SAP 150w a 50w, para luminarias tipo ambiental; para luminarias funcionales, es decir las de tipo vial la mejora en cuanto a reducción de potencia de lámpara es de SAP 250w a 70w, con el consiguiente ahorro y mejora de las prestaciones lumínicas de las instalaciones que estas modificaciones suponen. Algunas soluciones pueden ser:

#### Luminarias con FHS > 15%:

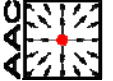


#### Luminarias poco eficientes:



En algunos casos se precisaría analizar en detalle el nuevo diseño de las instalaciones y posibles *reubicaciones de las luminarias*, para ajustar los niveles de iluminación a los objetivos propuestos para cada calle en aplicación del RD, lo que podría suponer en algunos casos la colocación de 100w en vez de 150w.

La asignación de objetivos más o menos exigentes es uno de los principales elementos de mejora, ya que incluso en algunas calles se podría interpretar la legislación para establecer



objetivos de menor iluminación. La reducción de los niveles de iluminación debe ir ligada al cumplimiento de las exigencias de mantenimiento de la legislación y a un planteamiento estratégico adecuado, unido a tareas de divulgación y concienciación de la población.

Estas soluciones, deben ir acompañadas de sistemas que se regulen el flujo luminoso a partir de una hora de la noche como se ha comentado anteriormente, por lo que los ahorros serían notablemente más elevados.

### Actuación 5

El 75 % de los contratos de los centros de mando de Bermeo se encuentran en el mercado regulado y no precisan un cambio a mercado libre. Sin embargo, la negociación en mercado libre de todos los contratos de los centros de mando, podría permitir un ahorro del coste eléctrico al ayuntamiento que depende del margen de la comercializadora, pero según datos que aporta el IDEA, puede estar en torno al 25-30%, si bien ronda el 2% a día de hoy.

Son mejorables el 15% de las facturas de la compañía suministradora. Se deben contratar nuevas tarifas con discriminación horaria y aumentar la potencia contratada en una ellas.

### Actuación 6

Se recomienda establecer por parte del Ayuntamiento un [protocolo de mantenimiento de las instalaciones, principalmente de tipo preventivo](#) para conservar la calidad de la instalación, asegurar un factor de mantenimiento aceptable y contribuir a garantizar el mejor funcionamiento posible, para de esa forma lograr una idónea eficiencia energética. Esto significa un cambio importante en el servicio de mantenimiento, ya que *actualmente es de tipo correctivo* y se limita a la reparación de las averías e incidencias del sistema (sustitución de las lámparas, sustitución o reparación de las luminarias, sustitución y/o ajuste del Sistema de programación y/o encendido, por ejemplo).

Además es uno de los aspectos que incluye el **RD 1890/2008 que es de aplicación a:**

- o Nuevas instalaciones, a sus modificaciones y ampliaciones.
- o A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, cuando, mediante un estudio de eficiencia energética, la Administración Pública competente lo considere necesario.
- o A las instalaciones existentes antes de su entrada en vigor, que sean objeto de modificaciones de importancia y a sus ampliaciones, entendiéndose por modificación de importancia aquella que afecte a más del 50% de la potencia o luminarias instaladas

Este hecho implica que algunas de las instalaciones de Bermeo analizadas tengan un **factor de mantenimiento bajo** (por ejemplo para lámparas SAP hasta 0,64 y para lámparas VM hasta 0,49), definido como la relación entre la iluminancia media en la zona iluminada después de un determinado período de funcionamiento de la instalación de alumbrado exterior, y la iluminancia media obtenida al inicio de su funcionamiento como instalación nueva.

La calidad de una instalación de iluminación se deteriora con la edad por la 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 óptica, etc.,

Por lo tanto, la reducción del factor de mantenimiento se debe a que las tareas de limpieza de las luminarias no se realizan con periodicidad adecuada, exceso en las horas de funcionamiento de las lámparas, lo que implica una depreciación del flujo luminoso con el tiempo y un factor de supervivencia bajo.

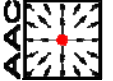
Un factor de mantenimiento bajo implica también una baja eficiencia energética, y repercute en las prestaciones de la instalación ya que ofrece niveles de iluminación inferiores a los que fueron proyectados. Si bien este factor no es importante con calles sobreiluminadas, pasa a ser un objetivo preferente en calles con niveles adecuados de iluminación, que hay que evitar que se degraden. Puesto que en el municipio de Bermeo se están llevando a cabo tareas de remodelación y cambio de luminarias, es una actuación importante a acometer para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación y el cumplimiento de los objetivos para los que sean diseñadas.

Un ejemplo de la importancia del factor de mantenimiento se muestra en la tabla que sigue, que se corresponde con una instalación de luminarias con protección al hemisferio superior con lámparas SAP de 70w (una de las propuestas analizadas anteriormente):

$f_m$	$E_m$ (lux)	Eficiencia energética ( $m^2 \times lux/w$ )	Etiqueta Energética
0,8	9,2	8,8	B
0,7	7,3	7,0	D
0,4	5,3	5,1	E

Por tanto, dentro del plan de mantenimiento deberán realizarse las operaciones necesarias para garantizar en el transcurso del tiempo el valor del factor de mantenimiento de la instalación, tales como:





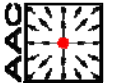
- Operaciones de reposición de lámparas y limpieza de luminarias con la periodicidad determinada por el cálculo del factor de mantenimiento, así como
- Inspección del estado de los soportes (corrosión, anclajes, tapas de registro, etc.)
- Inspección de las luminarias /caja de conexiones eléctricas, amarres, cierre, limpieza...
- Inspección del tendido eléctrico
- Comprobación de la iluminación ofrecida y su intensidad

## Actuación 7

Por último, otra de las propuestas de soluciones para alcanzar los objetivos de iluminación planteados en acuerdo con el equipo técnico del Ayuntamiento sería realizar labores de divulgación y concienciación ciudadana sobre la necesidad y beneficio de la reducción de los niveles de iluminación dentro del municipio siguiendo una estrategia dirigida a alcanzar los objetivos de calidad de iluminación definidos.

En el anexo 3 del documento se detallan las soluciones planteadas en este apartado para cada centro de mando.

En resumen, aplicando las diferentes soluciones, es decir, arreglando los sistemas de regulación instalados que no funcionan, instalando reguladores en aquellos que no poseen y según marca el RD1890/2008 deberían tener instalados, aplicando optimización de factura y actuando sobre las luminarias menos eficientes y más contaminantes sustituyéndolas por luminarias eficientes y con lámparas no contaminantes y de baja potencia se puede ir en actuaciones con periodos de retornos cortos, inferiores a 5 años, a ahorros de entre un **15% y 45% de ahorro energético**, superando estos porcentajes en algunas de las actuaciones.



## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La realización del análisis energético y lumínico de las instalaciones de alumbrado público en el municipio de Bermeo, pone de manifiesto la necesidad de acometer una serie de medidas correctoras con el objetivo de mejorar la eficiencia energética de los puntos de luz y un mejor aprovechamiento de los recursos, así como de mejorar las prestaciones lumínicas, evitando la **sobreiluminación** y reducir la contaminación lumínica.

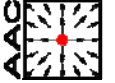
Tras el análisis de las instalaciones se ha concluido que su estado general es aceptable, si bien se han detectado algunos funcionamientos no adecuados, como en los reductores de flujo de los centros de mando, que se deben corregir.

Los elementos más destacados son la sobreiluminación en la mayoría de las calles sobre los objetivos propuestos para las calles en función de los niveles admisibles de acuerdo con la legislación y el hecho de que en las últimas actuaciones de mejora se está introduciendo luz blanca, que por su carácter contaminante no es adecuado, para un municipio situado en una Reserva de la Biosfera y próximo a una zona de especial protección natural.

Las acciones propuestas se han relacionado en el resumen de este informe, al principio del documento y, de ellas, cabe destacar que existen una capacidad de reducción del consumo basada en la sobreiluminación existente y en el cambio de las luminarias menos eficientes, que además por la contaminación lumínica que generan deberían ser también un objetivo prioritario para el municipio, 724 puntos con emisión superior al 5 %, sin olvidar que entre 0 y 5 % son también luminarias contaminantes, especialmente si no están apantalladas por los edificios.

En esta línea otra de las actuaciones prioritarias a realizar es la minimización de utilización de luz blanca en las instalaciones de alumbrado exterior, puesto que se debe tener en cuenta que las lámparas de luz blanca emiten en el espectro Ultravioleta y zona azul del visible con impacto nocivo sobre la biodiversidad. Por lo que se recomienda su uso controlado, es decir en zonas de especial importancia cultural o urbana y siempre que queden apantalladas por los edificios y se instalen en luminarias con flujo hemisférico superior nulo y en bajas potencias ( $\leq 50w$ ).

Complementariamente se recomienda **establecer un protocolo de mantenimiento** en la línea descrita en el apartado de actuaciones a realizar para garantizar el buen funcionamiento y prestaciones de lumínicas de las luminarias en el tiempo, lo cual se hace obligatorio para las nuevas instalaciones y la renovación de las existentes donde sea aplicable el RD 1890/2008.



Todas estas actuaciones de control sobre la emisión de luz al cielo nocturno se encuentran respaldadas por iniciativas como Starlight, respaldada por diversas instituciones internacionales entre ellas la UNESCO en su Programa Man&Biosphere.

A partir de estas líneas de actuación marcadas y los objetivos de iluminación definidos a partir de las especificaciones del RD1890/2008, es importante elaborar una estrategia que estudie y programe la línea a seguir, especialmente teniendo en cuenta que la actuación supone un cambio en los criterios de iluminación, por lo que es necesario realizar tareas de concienciación y educación ambiental. Además contar con un **Plan Estratégico de Alumbrado Sostenible (PEAS)**, puede permitir optar a reconocimientos de la Iniciativa Starlight y debería incluir acciones divulgativas y de concienciación, que también pueden tener un reconocimiento adicional.