



Vigo, 29 Junio 2015

“Seminario Técnico Gallego sobre la iluminación. 2015 Año internacional de la luz”

Iluminación de Viales

Santiago Rodríguez Charlón
Director Área Energía
Instituto Tecnológico de Galicia

INDICE

- ITG: ¿Quiénes somos?
- Iluminación en viales:
 - Introducción:
 - objetivos
 - datos de referencia
 - Exigencias normativas: REEIAE
 - Componentes:
 - Luminarias
 - Lámparas
 - Sistemas de control
 - Medidas de Eficiencia Energética
 - Casos de éxito



Instituto Tecnológico de Galicia | ITG

Somos una **Fundación privada sin ánimo de lucro** fundada en 1991 en A Coruña. Nuestro Patronato:



“ Innovando y mejorando la competitividad de empresas, organizaciones y profesionales desde 1991 ”

Somos **Centro Tecnológico Nacional** reconocido oficialmente por el **Ministerio de Economía y Competitividad**.

De carácter privado, tenemos como objetivo **mejorar la capacidad competitiva** de empresas, organizaciones y profesionales a través de la investigación y prestación de servicios profesionales.

- ➔ Estamos certificados en nuestro sistema de calidad y de I+D+i, acreditados por ENAC y BRE, y formamos parte de las principales redes de innovación y tecnología.
- ➔ Somos miembros del Consejo Rector de FEDIT, Federación Española de Centros Tecnológicos, principal agente dinamizador de I+D+i privado del Estado.





Presidimos FEDIT, la
Federación de Centros
Tecnológicos de España

3.341 empleados
34 centros tecnológicos
17.311 empresas clientes



Instituto Tecnológico de Galicia | ITG

www.itg.es



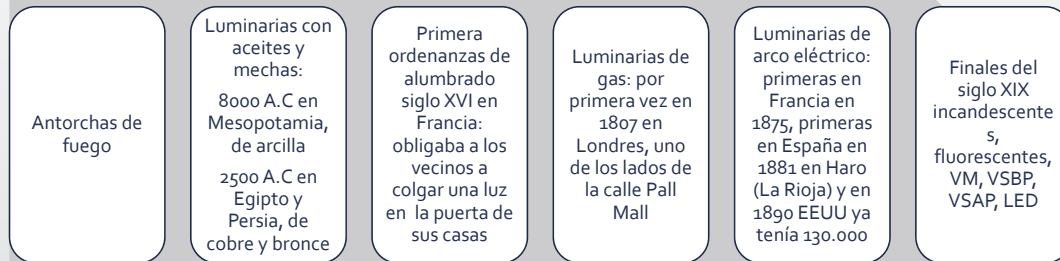
I+D+i



Sensórica y comunicaciones
Software Libre

Desarrollamos **productos y aplicaciones** empresariales, tanto propios como para terceros, que permitan mejorar la competitividad de nuestros clientes y colaboradores, así como la calidad de sus productos y servicios.

▪ Un poco de historia



Alumbrado Público: Una necesidad ciudadana a lo largo de los tiempos

Objetivos de la iluminación pública

Proporcionar (conductor, peatón) la visibilidad necesaria para distinguir:

- Obstáculos.
- Trazados de carretera / calle.
- Garantizar la seguridad y el confort de los usuarios que desarrollan su actividad en la zona.

Otros objetivos:

- Reducción de accidentes
- Ayuda a la protección policial
- Mejora del tráfico
- Mejora de la actividad de ocio
- Promoción de negocios e industria en horario nocturno
- Realce de elementos singulares, como edificios históricos



Beneficios de la iluminación pública

Los beneficios económicos y sociales del alumbrado viario, son:

- *Reducción de accidentes nocturnos.*
 - *Daños humanos.*
 - *Pérdidas económicas.*
- *Facilidad de circulación de vehículos.*
 - *Promoción del transporte.*
- *Desplazamiento durante las horas nocturnas.*
- ***!!!Seguridad ciudadana!!!.***



Algunos datos de interés

Alumbrado exterior y demanda energética en España (Plan Nacional Energía 2014-2020):

- Número de puntos de luz: ~ 8 millones , potencia media de 165 W/PL, 4081 horas
- Consumo en alumbrado público: 5.400 GWh (2% consumo eléctrico nacional~ 700 M€)
- Consumo eléctrico español: 250.000 GWh
- El gasto en alumbrado público por habitante/año es el mayor de la UE ~ 115 kWh por ciudadano, frente a los ~ 95 de Francia o los ~ 45 de Alemania
- Puede suponer el 60% del consumo eléctrico de un ayuntamiento
- Potencialidad de ahorro medio de 10% empleando tecnologías mas eficientes y reduciendo los niveles de iluminación. Pudiendo llegar en el rural, donde no emplean ninguna medida de eficiencia, hasta el 60%.

Antecedentes Normativos

- Directiva Europea 32/2006 sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos
- Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (E4) para la mejora del sistema energético español.
- Como desarrollo de la E4, el 01-08-2008 el Consejo de Ministros aprueba el Plan de Ahorro y Eficiencia Energética, que contempla, entre otras, medidas para la mejora de la Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior.
- El 14-11-2008 se aprueba el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior (REEIAE) y sus ITC, que entró en vigor el 01-04-2009.
- Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2011-2020
- Directiva Europea 27/2012 relativa a la eficiencia energética
- Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020

Estrategias Energéticas Nacionales

2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012		2016		2020	
PLAN ACCIÓN 2005-2007 (8 julio 2005) Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (E4)			PLAN DE ACCIÓN 2008-2012 (27 julio 2007) Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (PAE4+) 1º Plan Nacional				Plan Acción Nacional de Eficiencia Energética 2011-2020 (29 Julio 2011) (2º Plan Nacional)					
			Plan Activación 2008-2011			Plan de intensificación del ahorro y la eficiencia energética 2011-2020						
Plan Energías Renovables 2005-2010 (Revisión del Plan de Fomento de Energías Renovables 2000-2010)						Plan Energías Renovables 2011-2020 (11 nov 2011)						
						Planificación Energética Indicativa 2012-2020 (Según la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible)						

Compromisos Adquiridos: Objetivo 20-20-20

- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero un 20% (o un 30% si se dan las condiciones) menores a los niveles de 1990
- Alcanzar el 20% de fuentes renovables en el consumo energético de la UE en 2020 y un 10% en el sector del transporte
- Aumentar la eficiencia energética con el fin de ahorrar un 20% del consumo energético de la UE respecto de las proyecciones para el año 2020.

A finales del año pasado, los jefes europeos de Estado y de gobierno acordaron **NUEVOS OBJETIVOS PARA EL AÑO 2030** dirigidos a:

- **Reducir al menos un 40 % las emisiones de gases de efecto invernadero** con respecto a los niveles de 1990,
- Aumentar las **energías renovables** para que representen **al menos el 27 % del consumo final de energía**
- **Reducir como mínimo un 27 % el consumo energético.**



Normativa y Recomendaciones

El **Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior (REEIAE)** conjuntamente con en el **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)** regula en su integridad las instalaciones de alumbrado exterior, Todo ello sin perjuicio de ajustarse a las prescripciones, que para los componentes de dichas instalaciones, establezcan los Reglamentos que desarrollen la **Directiva 125/2009 (CE)**.

La **Directiva 125/2009 (CE)** instauro el marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico de los productos relacionados con la energía, entre los que se encuentran una gran parte de los componentes de las instalaciones del alumbrado exterior.

El Reglamento se enmarca dentro de la **Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (E4)** desarrollada a través de la aprobación del **Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2008-2011 del 1 de agosto de 2008**.

REEIAE (entrada en vigor 01/04/09)

La publicación del RD 1890/08: **Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior** y sus Instrucciones Técnicas Complementarias EA-01 a EA-07, ha supuesto un cambio sustancial en el panorama de la realización de proyectos luminotécnicos, profesionalizando, si cabe aún más, el mundo de la iluminación y el alumbrado, con dos claros objetivos presentes en todos los proyectos realizados :

- **Mejorar la eficiencia y el ahorro energético**, así como la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- La **limitación del resplandor luminoso nocturno** o contaminación luminosa y reducir la luz intrusa o molesta

Iluminación de Viales

REEIAE: Objetivos

Objeto: Establecer las condiciones técnicas de diseño, ejecución y mantenimiento que deben reunir las instalaciones de alumbrado exterior

Objetivos:

1. Mejorar la eficiencia energética de las Instalaciones
2. Uniformidad como requisito fotométrico fundamental
3. Limitar el resplandor luminoso y la luz intrusa.

Para ello pide:

- Condiciones técnicas de diseño
- Plan de mantenimiento.
- Revisiones e inspecciones, iniciales y periódicas



Iluminación de Viales

REEIAE: Objetivos

Herramientas para cumplir los objetivos

- Mínima Eficiencia Energética en Instalaciones.
- Máximos de luminancia o de iluminancia media.
- Máximos de valores de emisiones luminosas.
- Exige regulación de niveles.
- Mínimos de Eficiencia en Luminarias, lámparas y equipos.
- Exige programación sistemática de mantenimiento controlada mediante verificaciones e inspecciones periódicas.
- 7 Instrucciones Técnicas Complementarias



REEIAE: Ámbito de aplicación

Cómo se aplica:

- Nuevas instalaciones y sus modificaciones >1Kw instalado.
- Existentes, cuando la Administración Pública lo considere.
- Existentes y modificaciones, cuando se modifica más del 50% potencia o las luminarias.

Excepciones:

- Minas, usos militares, regulación de tráfico, balizas, faros, señales marítimas, aeropuertos y otras instalaciones con reglamentación específica.

Ejecución y puesta en servicio:

- Como marca el artículo 18 REBT.

Iluminación de Viales

REEIAE: Ámbito de aplicación

Ámbito de aplicación:

- Vial
 - Funcional
 - Ambiental
- Específico
 - Pasarelas peatonales, escaleras y rampas
 - Paso subterráneo peatonal.
 - Adicional de pasos de peatones.
 - Parques y jardines.
 - Pasos a nivel de ferrocarril.
 - Fondos de saco.
 - Glorietas
 - Túneles y pasos inferiores.
 - Aparcamientos de vehículos al aire libre.
 - Áreas de trabajo exterior.
- Ornamental
- Vigilancia y Seguridad.
- Señales y Anuncios luminosos.
- Festivo y navideño.

REEIAE: Ámbito de aplicación

Ámbito de aplicación:



- Específico
 - Pasarelas peatonales, escaleras y rampas
 - Paso subterráneo peatonal.
 - Adicional de pasos de peatones.
 - Parques y jardines.
 - Pasos a nivel de ferrocarril.
 - Fondos de saco.
 - Glorietas
 - Túneles y pasos inferiores.
 - Aparcamientos de vehículos al aire libre.
 - Áreas de trabajo exterior.
- Ornamental
- Vigilancia y Seguridad.
- Señales y Anuncios luminosos.
- Festivo y navideño.

REEIAE: ITC Eo1 – Eficiencia Energética

No lámparas de eficiencia < 65 lum/W



Incandescencia



Vapor de Mercurio

NO USO LUMINARIAS SIN REFLECTOR O MAL ORIENTADAS



REEIAE: ITC Eo1 – Eficiencia Energética

Se establecen requisitos mínimos de eficiencia en función del tipo de instalación

	Autopistas y autovías	Vial Funcional (Autopistas, carreteras, autovías...) Proyecto A y B
	Carreteras	
	Vial funcional	
	Túnel	
	Zona peatonal	Vial Ambiental (baja altura, peatonales, parques...) Proyectos C, D y E
	Parques y jardines	
	Monumentos	Otras: alumbrado ornamental, vigilancia y seguridad.
	Señalización	
Festivo y navideño		

25

REEIAE: ITC Eo1 – Eficiencia Energética

Eficiencia energética de la instalación:

“Flujo luminoso que llega a la superficie de cálculo por cada vatio empleado”.

$$\epsilon = \frac{S \cdot E_m}{P} \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

$$\epsilon = \epsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$$

ϵ_L = eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares (lum/W= m² lux/W);
 f_m = factor de mantenimiento de la instalación (en valores por unidad)
 f_u = factor de utilización de la instalación (en valores por unidad)

Tabla 1 – Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial funcional

Iluminancia media en servicio E_m (lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
≤ 7,5	9,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Tabla 2 – Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial ambiental.

Iluminancia media en servicio E_m (lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}} \right)$
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

26

REEIAE: ITC Eo1 – Eficiencia Energética

Índice de Eficiencia Energética

$$IE = \frac{\epsilon}{\epsilon_R}$$

Tabla 3 – Valores de eficiencia energética de referencia

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
≥ 30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	≤ 5	5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

REEIAE: ITC Eo1 – Eficiencia Energética

Índice de consumo energético

$$ICE = \frac{1}{IE}$$

Tabla 4 – Calificación energética de una instalación de alumbrado.

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$IE > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq IE > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq IE > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq IE > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq IE > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq IE > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$IE \leq 0,20$

Calificación Energética de las Instalaciones de Alumbrado	
<p>Más eficiente</p> <p>Menos eficiente</p>	
<p>Instalación:</p> <p>Localidad/Calle:</p> <p>Horario de funcionamiento:</p> <p>Consumo de energía anual (KWh/año):</p> <p>Emissiones de CO₂ anual (KgCO₂/año):</p> <p>Índice de eficiencia energética (IE):</p> <p>Iluminancia media en servicio E_m (lux):</p> <p>Uniformidad (%):</p>	

REEIAE: ITC Eo2 - Niveles Iluminación

- Según normativa UNE-EN 13201- Iluminación de Carreteras.
- Como máximo los niveles de Luminancia y/o Iluminancia media no podrán superar en un 20% los niveles MEDIOS de referencia.
- Es exigible la uniformidad media.
- La Administración Pública puede establecer excepciones justificadas.
- Establece clasificación de las vías y clases de alumbrado para cada tipo

29

REEIAE: ITC Eo2 - Niveles Iluminación

Clases de vías



Fuente: Curso de Gestor Energético (INEGA). Camilo José Carrillo

30

REEIAE: ITC Eo2 - Niveles Iluminación

Clases de vías

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad del tráfico rodado (km/h)
B	De moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
D	De baja velocidad	$5 < v \leq 30$

31

Iluminación de Viales

REEIAE: ITC Eo2 - Niveles Iluminación

Clases de vías

- Las **clases ME** están destinadas a conductores de vehículos motorizados de uso en carreteras, y en algunos países también en vías residenciales, que permiten velocidades de circulación elevadas.
- Las **clases CE** están destinadas también a conductores de vehículos motorizados, pero de uso en áreas conflictivas tales como calles comerciales, intersecciones de vías públicas de alguna complejidad, glorietas y áreas de espera. Estas clases tienen aplicaciones también para peatones y ciclistas.
- Las **clases S** están destinadas a peatones y ciclistas de uso en aceras y pistas de bicicletas, carriles de emergencia y otras áreas de vías públicas que se encuentran separadamente o a lo largo de la calzada de un vía de tráfico, calles residenciales, calles peatonales, áreas de aparcamiento, zonas escolares, etc.
- Las **clases ME** están basadas en la **luminancia** de la superficie de la calzada, mientras que las **clases CE y S** están basadas en la **iluminación** del área.

32

REEIAE: ITC Eo2 - Niveles Iluminación

Clases de alumbrado

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VÍAS	CLASE DE ALUMBRADO*
A1	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías). 	
	- Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera (Nota 1).	
	Alta (IMD) > 25.000	ME 1
	Media (IMD) -Entre 15.000 Y 25.000	ME 2
	Baja (IMD) < 15.000	ME 3a
	- Parámetros específicos. (Nota 2)	
A1	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras de calzada única de doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas). 	
	- Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.	
	Alta (IMD) > 15.000	ME 1
	Media y baja (IMD) < 15.000	ME 2
	-Parámetros específicos.	

Fuente: Guía Técnica de Alumbrado Público del IDAE

33

REEIAE: ITC Eo2 - Niveles Iluminación

Clases de alumbrado

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VÍAS	CLASE DE ALUMBRADO*
A2	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras locales a campo abierto con accesos no restringidos. 	
	- Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.	
	IMD > 7.000	ME1
	IMD < 7.000	ME 2
	Control del tráfico (Nota 3) y separación de los distintos tipos de usuarios (Nota 4).	ME 3a
	- Parámetros específicos.	ME 4a

Fuente: Guía Técnica de Alumbrado Público del IDAE

34

REEIAE: ITC Eo2 - Niveles Iluminación

Clases de alumbrado

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VÍAS	CLASE DE ALUMBRADO*
A3	<ul style="list-style-type: none"> Vías colectoras y rondas de circunvalación. Carreteras interurbanas con accesos no restringidos. Vías urbanas de tráfico importante, rápidas radiales y de distribución urbana a distritos. Vías principales de la ciudad y travesía de poblaciones. 	
	- Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.	
	IMD > 25.000	ME 1
	IMD entre 15.000 y 25.000	ME 2
	IMD entre 7.000 y 15.000	ME 3b
	IMD < 7.000	ME 4a ME 4b
	<ul style="list-style-type: none"> Control del tráfico y separación de los distintos tipos de usuarios. Parámetros específicos. 	

Fuente: Guía Técnica de Alumbrado Público del IDAE

35

REEIAE: ITC Eo2 - Niveles Iluminación

Clases de alumbrado

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VÍAS	CLASE DE ALUMBRADO*
B1	<ul style="list-style-type: none"> Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante. Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas. 	
	- Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.	
	IMD > 7.000	ME 2 ME 3 c
	IMD < 7.000	ME 4b ME 5 ME 6
	<ul style="list-style-type: none"> Control del tráfico y separación de los distintos tipos de usuarios. Parámetros específicos. 	
B2	<ul style="list-style-type: none"> Carreteras locales en áreas rurales. 	
	- Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.	
	IMD > 7.000	ME 2 ME 3b
	IMD < 7.000	ME 4b ME 5
<ul style="list-style-type: none"> Control del tráfico y separación de los distintos tipos de usuarios. Parámetros específicos. 		

Fuente: Guía Técnica de Alumbrado Público del IDAE

36

REEIAE: ITC Eo2 - Niveles Iluminación

Niveles de alumbrado

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores	
	Luminancia Media			Uniformidad	Uniformidad	
	Incremento *	Lm (cd/m²)	Relación		Umbral TI(%)**	Entorno SR ***
Global U ₀			Longitudinal U ₁			
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50	
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50	
ME3	a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
	b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
	c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4	a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
	b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50	
ME6	0,30	0,35	0,40	15	--	

Fuente: Guía Técnica de Alumbrado Público del IDAE

REEIAE: ITC Eo2 - Niveles Iluminación

Clases de alumbrado

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VÍAS	CLASE DE ALUMBRADO*
C 1	<ul style="list-style-type: none"> • Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas - Parámetros específicos dominantes (Nota 1) Flujo de tráfico de ciclistas 	S 1 S 2 S 3 S 4
	Alto	
	Normal	
	- Parámetros específicos complementarios (Nota 2)	
D 1 - D 2	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías. • Aparcamientos en general. • Estaciones de autobuses. - Parámetros específicos dominantes Flujo de tráfico de peatones 	CE 1A CE 2 CE 3 CE 4
	Alto	
	Normal	
	- Parámetros específicos complementarios	
	Niveles de luminosidad ambiental	

Fuente: Guía Técnica de Alumbrado Público del IDAE

REEIAE: ITC Eo2 - Niveles Iluminación

Clases de alumbrado

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VÍAS	CLASE DE ALUMBRADO*
D 3 - D 4	<ul style="list-style-type: none"> • Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada • Zonas de velocidad muy limitada <ul style="list-style-type: none"> - Parámetros específicos dominantes 	
	Flujo de tráfico de peatones y ciclistas	CE2
	Alto	S 1
	Normal	S 2
		S 3
		S 4
	<ul style="list-style-type: none"> - Parámetros específicos complementarios (Nota 2) Complejidad del campo visual Riesgo de criminalidad Reconocimiento facial Niveles de luminosidad ambiental 	

Fuente: Guía Técnica de Alumbrado Público del IDAE

REEIAE: ITC Eo2 - Niveles Iluminación

Clases de alumbrado

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VÍAS	CLASE DE ALUMBRADO*
E 1	<ul style="list-style-type: none"> • Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada. • Paradas de autobús con zonas de espera • Áreas comerciales peatonales. <ul style="list-style-type: none"> - Parámetros específicos dominantes 	
	Flujo de tráfico de peatones	CE 1A
	Alto	CE 2
		S 1
	Normal	S 2
		S 3
		S 4
	<ul style="list-style-type: none"> - Parámetros específicos complementarios Niveles de luminosidad ambiental 	
E 2	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones. <ul style="list-style-type: none"> - Parámetros específicos dominantes 	
	Flujo de tráfico de peatones	CE 1A
	Alto	CE 2
		S 1
	Normal	S 2
		S 3
		S 4
	<ul style="list-style-type: none"> - Parámetros específicos complementarios Niveles de luminosidad ambiental 	

Fuente: Guía Técnica de Alumbrado Público del IDAE

REEIAE: ITC E02 - Niveles Iluminación

Niveles de alumbrado




Clase de Alumbrado *	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media Em (lux)	Uniformidad Media Um
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

Fuente: Guía Técnica de Alumbrado Público del IDAE

Clase de Alumbrado	Iluminancia horizontal en el área de la calzada		
	Iluminancia Media Em (lux)	Iluminancia mínima Emin (lux)	Uniformidad Media Um (%)
S1	15	5	33
S2	10	3	30
S3	7,5	1,9	25
S4	5	1	20

61

REEIAE: ITC E02 - Niveles Iluminación

- Zonas especiales de viales (no aplica a tipos C o E)
 -  glorietas
 -  Rotondas
 -  intersecciones
 - incorporaciones y/o reducción de carriles
 - curvas...
- Criterio de la luminancia
 - Si forma parte de un vial tipo A o B. Niveles s/tabla 6 incrementado 1 grado
- Criterio de la iluminancia
 - Si forma parte de un vial tipo D y/o la distancia de visión sea inferior a 60m. Niveles s/tabla 9 incrementado 1 grado

62

REEIAE: ITC Eo2 - Niveles Iluminación

Alumbrados Específicos

- Alumbrados pasarelas peatonales, escaleras y rampas
- Pasos subterráneos peatonales
- Alumbrado adicional de pasos de peatones
- Parques y jardines
- Pasos a nivel Ferrocarril
- Fondos de saco
- Alumbrado Glorietas. Como mínimo un grado superior al de la vía de acceso.
 - $E_m \geq 40$ lux
 - $U_m \geq 0.5$
 - $G_r \leq 45$
- Túneles y pasos inferiores: CIE88:2004- Guía para alumbrado de túneles de carretera y paso inferiores.
- Aparcamientos al aire libre.
- Áreas de trabajo exterior: EN 12464-2:2007

REEIAE: ITC Eo2 - Niveles Iluminación

Alumbrado Ornamental

Tabla 11 - Niveles mínimos de iluminancia media en servicio del alumbrado ornamental

NATURALEZA DE LOS MATERIALES DE LA SUPERFICIE ILUMINADA	NIVELES DE ILUMINANCIA MEDIA (Lux) ⁽¹⁾			COEFICIENTES MULTIPLICADORES DE CORRECCIÓN ⁽²⁾			
	Iluminación de los alrededores			Corrección para el tipo de lámpara		Corrección para el estado de la superficie iluminada	
	Baja	Media	Elevada	H.M. V.M.	S.A.P. S.B.P.	Sucia	Muy Sucia
Piedra clara, mármol claro	20	30	60	1,0	0,9	3,0	5,0
Piedra media, cemento, mármol coloreado claro	40	60	120	1,1	1,0	2,5	5,0
Piedra oscura, granito gris, mármol oscuro	100	150	300	1,0	1,1	2,0	3,0
Ladrillo amarillo claro	35	50	100	1,2	0,9	2,5	5,0
Ladrillo marrón claro	40	60	120	1,2	0,9	2,0	4,0
Ladrillo marrón oscuro, granito rosa	55	80	160	1,3	1,0	2,0	4,0
Ladrillo rojo	100	150	300	1,3	1,0	2,0	3,0
Ladrillo oscuro	120	180	360	1,3	1,2	1,5	2,0
Hormigón arquitectónico	60	100	200	1,3	1,2	1,5	2,0
REVESTIMIENTO DE ALUMINIO:							
- Terminación natural	200	300	600	1,2	1,1	1,5	2,0
- termolacado muy coloreado (10%) rojo, marrón, amarillo	120	180	360	1,3	1,0	1,5	2,0
- termolacado muy coloreado (10%) azul - verdoso	120	180	360	1,0	1,3	1,5	2,0
- termolacado colores medios (30 - 40%) rojo, marrón, amarillo	40	60	120	1,2	1,0	2,0	4,0
- termolacado colores medios (30 - 40%) azul - verdoso	40	60	120	1,0	1,2	2,0	4,0
- termolacado colores pastel (60 - 70%) rojo, marrón, amarillo	20	30	60	1,1	1,0	3,0	5,0
- termolacado colores pastel (60 - 70%) azul - verdoso	20	30	60	1,0	1,1	3,0	5,0

⁽¹⁾ Valores mínimos de iluminancia media en servicio con mantenimiento de la instalación sobre la superficie limpia iluminada con lámparas de incandescencia.
⁽²⁾ Coeficientes multiplicadores de corrección para lámparas de halogenuros metálicos (H.M.), vapor de mercurio (V.M.), de vapor de sodio a alta presión (S.A.P.) y a baja presión (S.B.P.), así como para el estado de limpieza de la superficie iluminada.

REEIAE: ITC E02 - Niveles Iluminación

Deslumbramiento

Alumbrado vial funcional

- TI% según tabla 6

Alumbrado vial ambiental

$$D = I \cdot A^{-0,5} \text{ cd/m}$$

- I es el valor máximo de la intensidad luminosa (cd) en cualquier dirección que forme un ángulo de 85° con la vertical.
- A es el área aparente (m²) de las partes luminosas de la luminaria en un plano perpendicular a la dirección de la intensidad (I).

REEIAE: ITC E03 - Resplandor Luminoso nocturno y luz intrusa o molesta

Resplandor luminoso o contaminación lumínica

Tabla 1 – Clasificación de zonas de protección contra la contaminación luminosa

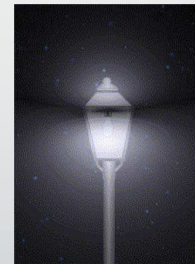
CLASIFICACIÓN DE ZONAS	DESCRIPCIÓN
E1	ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS: Observatorios astronómicos de categoría internacional, parques nacionales, espacios de interés natural, áreas de protección especial (red natura, zonas de protección de aves, etc.), donde las carreteras están sin iluminar.
E2	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA: Zonas periurbanas o extrarradios de las ciudades, suelos no urbanizables, áreas rurales y sectores generalmente situados fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales, donde las carreteras están iluminadas.
E3	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA: Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.
E4	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD ALTA: Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna.

REEIAE: ITC Eo3 - Resplandor Luminoso nocturno y luz intrusa o molesta

Resplandor luminoso o contaminación lumínica

Tabla 2 - Valores límite del flujo hemisférico superior instalado

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO FHS _{INST}
E1	≤ 1%
E2	≤ 5%
E3	≤ 15%
E4	≤ 25%



FHS_{inst} =Flujo Hemisférico Superior instalado. Se define como el flujo lumínico emitido dirigido por encima del plano horizontal

REEIAE: ITC Eo4 – Componentes instalaciones

- El fabricante debe garantizar mediante declaración expresa o certificado de laboratorio los siguientes datos:
 - FHS_{inst}
 - Rendimiento Luminaria
 - Factor de Utilización
 - Grado de Protección IP
 - Eficacia de la lámpara
 - Eficacia equipos eléctricos.

Tabla 1 - Características de las luminarias y proyectores.

PARÁMETROS	ALUMBRADO VIAL		RESTO ALUMBRADOS (1)	
	Funcional	Ambiental	Proyectores	Luminarias
Rendimiento	≥ 65%	≥ 55%	≥ 55%	≥ 60%
Factor de utilización	(2)	(2)	≥ 0,25	≥ 0,30

(1) A excepción de alumbrado festivo y navideño.
 (2) Alcanzarán los valores que permitan cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en las tablas 1 y 2 de la ITC-EA-01.

REEIAE: ITC Eo4 – Componentes instalaciones

Equipos auxiliares

Tabla 2 - Potencia máxima del conjunto lámpara y equipo auxiliar.

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

REEIAE: ITC Eo4 – Componentes instalaciones

Equipos auxiliares

- Sistemas accionamiento.
 - Pot instalada > 5 kW
 - Reloj astronómico o sistema centralizado
 - Pot instalada < 5 kW
 - Fococélula
- Obligatorio algún Sistemas Regulación Nivel Luminoso
 - Balastos de tipo inductivo para 2NP
 - Reguladores – estabilizadores en cabecera
 - Balastos electrónicos de potencia regulable



REEIAE: ITC Eo5 – Documentación Técnica, verificaciones e inspecciones

- Potencia instalada > 5 kW Proyecto
- Potencia instalada ≤ 5 kW Memoria Técnica de Diseño
- El proyecto incluirá el plan de mantenimiento y la determinación de los costes de explotación y mantenimiento.

Verificaciones e inspecciones

¿Quién?

- Instaladores autorizados según REBT Verificaciones
- Organismos competentes. Inspecciones

¿Cómo y qué instalaciones?

- Verificación inicial, previa a la puesta en marcha: todas las instalaciones.
- Inspección inicial, previa a la puesta en marcha: Pot >5 kW
- Verificación cada 5 años: Pot ≤ 5 kW
- Inspección cada 5 años: Pot > 5kW

REEIAE: ITC Eo6 – Mantenimiento de la eficiencia energética

$$f_m = \frac{E_{servicio}}{E_{inicial}} = \frac{E}{E_i}$$

$$f_m = FDFL \cdot FSL \cdot FDLU$$

FDFL = factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara.

FSL = factor de supervivencia de la lámpara.

FDLU = factor de depreciación de la luminaria.

Tabla 1 – Factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas (FDFL)

Tipo de lámpara	Periodo de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,97	0,94	0,91	0,90
Sodio baja presión	0,98	0,96	0,93	0,90	0,87
Halogenuros metálicos	0,82	0,78	0,76	0,76	0,73
Vapor de mercurio	0,87	0,83	0,80	0,78	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
Fluorescente tubular Halofosfato	0,82	0,78	0,74	0,72	0,71
Fluorescente compacta	0,91	0,88	0,86	0,85	0,84

Tabla 2 – Factores de supervivencia de las lámparas (FSL)

Tipo de lámpara	Periodo de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89
Sodio baja presión	0,92	0,88	0,80	0,74	0,82
Halogenuros metálicos	0,98	0,97	0,94	0,92	0,88
Vapor de mercurio	0,93	0,91	0,87	0,82	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,99	0,99	0,99	0,98	0,96
Fluorescente tubular Halofosfato	0,99	0,98	0,93	0,86	0,70
Fluorescente compacta	0,98	0,94	0,90	0,78	0,50

REEIAE: ITC Eo6 – Mantenimiento de la eficiencia energética

Tabla 3 – Factores de depreciación de las luminarias (FDLU)

Grado protección sistema óptico	Grado de contaminación	Intervalo de limpieza en años				
		1 año	1,5 años	2 años	2,5 años	3 años
IP 2X	Alto	0.53	0.48	0.45	0.43	0.42
	Medio	0.62	0.58	0.56	0.54	0.53
	Bajo	0.82	0.80	0.79	0.78	0.78
IP 5X	Alto	0.89	0.87	0.84	0.80	0.76
	Medio	0.90	0.88	0.86	0.84	0.82
	Bajo	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88
IP 6X	Alto	0.91	0.90	0.88	0.85	0.83
	Medio	0.92	0.91	0.89	0.88	0.87
	Bajo	0.93	0.92	0.91	0.90	0.90

A los efectos del cálculo del factor de mantenimiento, 1 año equivale a 4.000 h de funcionamiento.

Caso túneles y pasos inferiores.

$$f_m = FDFL \cdot FSL \cdot FDLU \cdot FDSR$$

Tabla 4 – Factores de depreciación de las superficies del recinto (FDSR)

Índice del recinto ⁽¹⁾	Distribución flujo luminoso	Intervalo de limpieza en años																				
		0,5 años			1 año			1,5 años			2 años			2,5 años			3 años					
		Grado de Contaminación ⁽²⁾			Grado de Contaminación ⁽²⁾			Grado de Contaminación ⁽²⁾			Grado de Contaminación ⁽²⁾			Grado de Contaminación ⁽²⁾			Grado de Contaminación ⁽²⁾					
		B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A			
Pequeño <i>h</i> = 0,7	Directo	0,97	0,96	0,96	0,97	0,94	0,93	0,96	0,94	0,92	0,95	0,93	0,90	0,94	0,92	0,89	0,94	0,92	0,88	0,94	0,92	0,88
	Directo/Indirecto	0,94	0,88	0,84	0,90	0,86	0,82	0,89	0,83	0,80	0,87	0,82	0,78	0,65	0,80	0,75	0,84	0,79	0,74	0,84	0,79	0,74
	Indirecto	0,90	0,84	0,80	0,86	0,78	0,73	0,83	0,75	0,69	0,81	0,73	0,66	0,77	0,70	0,62	0,75	0,68	0,59	0,90	0,84	0,80
Medio <i>h</i> = 2,5	Directo	0,98	0,97	0,96	0,98	0,96	0,95	0,97	0,96	0,95	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94
	Directo/Indirecto	0,95	0,90	0,86	0,92	0,88	0,85	0,90	0,86	0,83	0,89	0,85	0,81	0,87	0,84	0,79	0,86	0,82	0,78	0,95	0,90	0,86
	Indirecto	0,92	0,87	0,83	0,88	0,82	0,77	0,86	0,79	0,74	0,84	0,77	0,70	0,61	0,74	0,67	0,78	0,72	0,64	0,92	0,87	0,83
Grande <i>h</i> = 5	Directo	0,99	0,97	0,96	0,98	0,96	0,95	0,97	0,96	0,95	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94
	Directo/Indirecto	0,95	0,90	0,86	0,94	0,88	0,85	0,90	0,86	0,83	0,89	0,85	0,81	0,87	0,84	0,79	0,86	0,82	0,78	0,95	0,90	0,86
	Indirecto	0,92	0,87	0,83	0,88	0,82	0,77	0,86	0,79	0,74	0,84	0,77	0,70	0,61	0,74	0,68	0,78	0,72	0,65	0,92	0,87	0,83

⁽¹⁾ Grado de contaminación: B = baja, M = media, A = alta

⁽²⁾ Índice del recinto $i = \frac{L \cdot A}{H \cdot (L + A)}$; siendo L = longitud recinto, A = anchura recinto y H = altura montaje luminarias

brado Exter
tecnología I



Alumbrado. Componentes

1. Lámparas
2. Luminarias
3. Equipos auxiliares
4. Sistemas de accionamiento y regulación

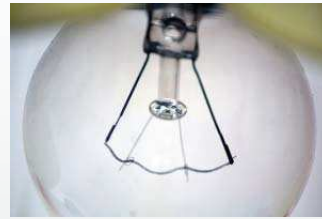
Componentes



Iluminación de Viales

Tipo de Lámparas

- Incandescentes
 - Convencional
 - Halógena
- Descarga
 - Fluorescentes
 - Vapor de mercurio de alta presión
 - Vapor de sodio de baja presión
 - Vapor de sodio de alta presión
- Inducción
- Led y Oled



Iluminación de Viales

Incandescentes

- Convencionales

	Lámparas con gas	Lámparas de vacío
Tª del filamento	2500 °C	2100 °C
Eficacia luminosa	10-20 lm/W	8-12 lm/W
Duración	1000 h	1000 h
Pérdidas de calor	Convec./radiación	Radiación



- Halógenas



Lámpara incandescente con una pequeña cantidad de halógenos.

Cuando el wolframio se evapora se une al halógeno. Si se acerca a las paredes de la ampolla, permanece en estado gaseoso, y si entra en contacto con el filamento, se separa el wolframio que se deposita sobre el filamento y el halogenuro que pasa al gas.

Tienen una eficacia luminosa de 22 lm/W, y las potencias van de 150 a 2000W.

Iluminación de Viales

Lámparas de descarga

En las lámparas de descarga la luz se consigue al excitar un gas con una descarga eléctrica entre dos electrodos. En función del gas empleado en la lámpara y la presión a la que este sometido se tienen diferentes tipos de lámparas.

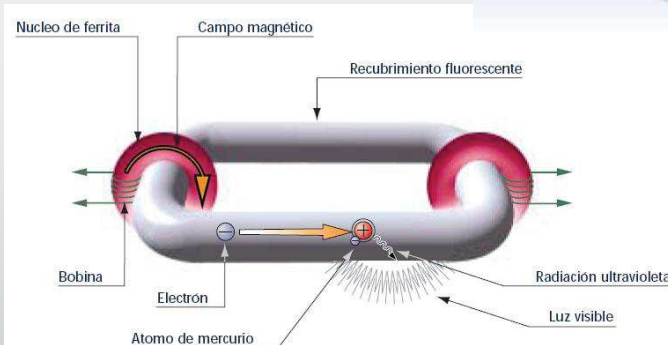
Tipos de lámpara	Eficacia de las lámparas (lm/W)	Vida media (h)
Fluorescentes	40-90	6000
Luz mezcla	20-30	9000
Mercurio a alta presión	40-65	25000
Halogenuros metálicos	75-95	12000
Sodio a baja presión	100-180	25000
Sodio a alta presión	70-130	25000



Iluminación de Viales

Lámparas de inducción

Las lámparas de inducción se basan en excitar los átomos de mercurio mediante un campo inducido. Debido a que parte de la emisión del mercurio es en el espectro del ultravioleta, el cristal necesita un recubrimiento fluorescente, que al ser excitado emite en el espectro visible



Lámparas Led

La introducción de iluminación mediante tecnología LED en alumbrado exterior proporciona una serie de ventajas:

- Larga vida útil (del orden de 60.000 h)
- Buen rendimiento luminoso (del orden de 100 - 160lm/W)
- Reducida depreciación luminosa (30% a lo largo de su vida útil)
- Buena calidad de luz.



• Lámparas Oled

Es un diodo orgánico de emisión de luz (Organic Light-Emitting Diode). Se basa en una capa electroluminiscente formada por una película de componentes orgánicos que reaccionan, a una determinada estimulación eléctrica, generando y emitiendo luz por sí mismos.

Tabla Comparativa de Lámparas

	Gama de potencias (W)	Vida útil (h)	Eficacia (lm/W)	Tª Color (K)	IRC (%)	Encendido y Reencendido	Equipo auxiliar
Incandescentes	25-2000	1000	8-21,5	2700	100	Instantáneo	No
Halógena	40-100	2000	15-27	2800	100	Instantáneo	Si
Tubos fluorescentes	16-65	5000-6000	48-80	2700-6000	70-98	Instantáneo	Si (balasto y cebador)
Fluorescente compacta	7,5-50	8000	57-65	2700-6000	85	Instantáneo	Si (balasto electrónico)
Luz de mezcla	160-500	6000	19-28	3600	60	E: 2min, R:5-10min	no
Mercurio A.P.	50-2000	24000	32-60	3500-4500	40-70	E:4-5min, R:3-6 min	no
Halogenuro metálico	70-3500	10000	75-105	3000-6000	80-90	E:3-10 min	Si (arrancador)
Inducción	70-150	60000	80	3000	>80	Instantáneo	Si (balasto electrónico)
Sodio B.P.	18-180	6000-8000	100-199	-	-	E:15min, R:3min	si
Sodio A.P.	35-1000	8000	60-130	2000-2200	25-50	E:5-10min, R:3min	si
Sodio Blanco	35-150	12000-15000	40-50	2500	85	E: 12min, R:3min	Balasto y unidad control
LEDs	1,5-50	50000	60-120	2500-8000	70-98	Instantáneo	Si, incorporado en luminaria

5 puntos clave en la iluminación mediante LED:

- Se consiguen ahorros superiores al 70%, respecto a los sistemas tradicionales de alumbrado. Reduciendo las emisiones de CO₂ a la atmosfera.
- Reducción de la contaminación lumínica y del resplandor luminoso nocturno. Gracias a la gran direccionalidad que poseen los LED, se ilumina únicamente el plano de la calzada, evitando alumbrar zonas no deseadas y evitando que la luz escape al hemisferio superior. Las lámparas convencionales, como puede ser las de vapor de sodio instaladas en un farol tipo villa, emiten a la atmosfera más del 40% de su flujo luminoso. En cambio, la tecnología LED consigue concentrar más del 80% de su emisión luminosa en el plano horizontal.
- Se incrementa tanto la seguridad peatonal y vial, gracias a una mejor identificación cromática y uniformidad en el alumbrado, eliminando deslumbramientos.
- Gracias a un encendido instantáneo se elimina la necesidad de un tiempo de espera, hasta que la iluminación alcanza el nivel máximo.
- Se incrementa la innovación tecnológica, situando al municipio a la vanguardia de la eficiencia energética y posibilitando actuaciones posteriores que permitan la utilización de sistemas inteligentes de control y gestión, potenciando aún más si cabe el ahorro energético.

Selección de lámparas LED (ANFALUM)

- La **Disipación de Calor**: al no emitir radiación infrarroja (IR), el calor producido en el proceso de generación de luz, debe ser disipado por conducción o convección. Un aumento continuo de la temperatura puede provocar una disminución del flujo emitido y/o una depreciación permanente del flujo máximo, por lo que es importante exigir el factor de disipación de la luminaria.
- La **Corriente Eléctrica** que circula por el LED es otro parámetro a tener en cuenta, ya que un exceso de corriente puede incidir en la vida útil del LED.
- La **Temperatura de Color**: a temperaturas de color frías se obtienen mejores eficiencias del LED pero peor Índice de Reproducción Cromática (IRC) y a temperaturas más cálidas peores eficiencias pero mejor IRC.

Selección de lámparas LED (ANFALUM)

- La **vida útil del LED** está en función de la corriente que circula por el mismo, la temperatura de unión (T_j) y la temperatura ambiente en las proximidades del LED.
- La adaptación de luminarias ya instaladas y diseñadas expresamente para otras fuentes de luz que quieran ser utilizadas con LED'S, exime al fabricante original de cualquier responsabilidad. Será el autor de la modificación quien ha de volver a autocertificar CE la luminaria
- No se puede trasladar la información de vida y eficacia de los LED'S individuales directamente a las luminarias, módulos LED'S o lámparas de sustitución: el ensayo realizado por el fabricante del diodo LED no es representativo del funcionamiento del LED dentro de estos elementos.
- El ensayo realizado por los fabricantes del diodo LED'S se hace de forma pulsada y durante un periodo de tiempo muy corto, lo cual evita que el LED se caliente: por tanto su valor no sirve como referencia para su aplicación.

Selección de lámparas LED (ANFALUM)

- Durante el funcionamiento del LED en una luminaria, éste se calienta y el flujo luminoso emitido y su vida útil dependen de la temperatura que alcanza en las condiciones de funcionamiento.
- En el caso de luminarias de LED'S no se puede hablar de eficiencia, ya que no se puede evaluar su flujo luminoso fuera de la luminaria y en las mismas condiciones, como es requerido para su evaluación. Debemos indicar el valor de su **eficacia** como cociente entre el flujo real emitido por una luminaria y su consumo total real (LED'S + electrónica y fuente de alimentación).

Desde ANFALUM se recomienda las siguientes medidas preventivas destinadas a la correcta evaluación de una solución de alumbrado mediante luminarias con fuente de luz LED'S **solicitando al fabricante los siguientes datos:**

- Flujo útil entregado por la luminaria para ser empleado en los cálculos luminotécnicos, en lm.
- Potencia nominal del sistema de LED'S (nº de LED'S, intensidad y su potencia nominal individual).
- Potencia total consumida por la luminaria de LED'S, en W.
- Eficacia del sistema de LED'S funcionando en la luminaria, en lm/W
- Factor de mantenimiento a emplear en los cálculos luminotécnicos y su justificación.
- Temperatura de color en K del LED empleado.
- Fotometría y/o estudio luminotécnico.

Desde ANFALUM se recomienda las siguientes medidas preventivas destinadas a la correcta evaluación de una solución de alumbrado mediante luminarias con fuente de luz LED'S **solicitando al fabricante los siguientes datos:**

- Vida útil del sistema de LED'S en la luminaria (XX horas) (L70: mantenimiento del 70% del flujo inicial establecido de la luminaria, valor que deberá emplearse para el cálculo del factor de mantenimiento).
- Vida media del conjunto electrónico (horas a partir de las cuales puede aparecer fallos superiores a un determinado porcentaje).
- Rango de Temperatura ambiente a la que puede funcionar la luminaria de forma permanente sin que se vean alteradas sus especificaciones.
- Por ser una luminaria para alumbrado exterior y alojar dispositivos electrónicos, es necesario definir un grado de hermeticidad IP (recomendable no inferior a IP65), su resistencia a impactos IK, material del cuerpo y protector, sistema de apertura y cierre, tipo de fijación mecánica, pintura... y demás características mecánicas que definen la calidad de una luminaria y su aptitud para esta aplicación.
- Certificación de producto.

Luminarias

Según la definición de la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE), se define a las luminarias como "aparatos que filtran, distribuye o transforman la luz emitida por una o varias lámparas y que contienen los accesorios necesarios para alimentarlas.

Las luminarias son los equipos en los que se instalan las lámparas, y tienen dos funciones principales:

- Sujetar la lámpara con la orientación adecuada, así como sus accesorios auxiliares.
- Dirigir la radiación luminosa según una geometría definida.



69

Luminarias

Necesidad de las luminarias

- **La luminancia de las lámparas es muy elevada.**
 - Se necesita \uparrow superficie aparente para \downarrow molestias visuales.
- **Las lámparas emiten su luz en casi todas las direcciones.**
 - Es necesario redirigir el flujo hacia la superficie de interés.
- **Las lámparas se encuentran en ambientes agresivos o potencialmente peligrosos.**
 - Es necesario protegerlas.
- **Las lámparas requieren equipos auxiliares.**
 - Se necesita alojamiento y soporte para el cableado

70

Iluminación de Viales

Luminarias

Funciones de las luminarias

- **Ópticas**
 - Luminancia reducida en determinadas direcciones.
 - Distribución del flujo en consonancia con las necesidades.
 - Incremento del rendimiento luminoso.
- **Mecánicas y eléctricas**
 - Refrigeración y aislamiento térmico.
 - Facilidad de montaje, desmontaje y limpieza.
 - Protección contra el polvo, la humedad, etc.
 - Protección contra perturbaciones mecánicas.
- **Estéticas**
 - Deben estar en consonancia con el entorno



71

Iluminación de Viales

Luminarias

- **Para conseguir los objetivos mencionados, el sistema óptico de una luminaria ejerce funciones muy diversas como son las siguientes:**
 - Hacer la luz difusa.
 - Enfocar en determinadas direcciones.
 - Evitar deslumbramientos.
 - Colorear la luz.
- **El control y distribución del flujo luminoso se consigue por reflexión, absorción, transmisión y refracción. Y para ello se utilizan los siguientes elementos que forman la óptica de las luminarias.**
 - Reflectores
 - Refractores
 - Difusores
 - Dispositivos de pantalla
 - Filtros



72

Iluminación de Viales

Equipos auxiliares

Son los equipos eléctricos asociados a la lámpara y necesarios para su correcto funcionamiento, desde el punto de vista eléctrico. Los equipos auxiliares más comunes son:

- Los balastos
- Los arrancadores
- Los condensadores



Balastro electrónico



Iluminación de Viales

Sistemas de regulación

1. Sistemas de encendido:
 - Interruptores crepusculares
 - Interruptores horarios astronómicos
2. Estabilizadores de tensión y reductores de flujo
3. Sistemas avanzados de telegestión



Iluminación de Viales

Interruptores Crepusculares

Según Reglamento de eficiencia energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior instalaciones de menos de 5 kW podrán ser encendidas con interruptor crepuscular.



IP55
Regulable: 5 a 200 lux
Circuito con potencial
Instalación: Superficie



IP54
Regulable: 5 a 300lux
Circuito con potencial
Instalación: Superficie o
báculo



IP65
Regulable: 5 a 1000 lux
Circuito libre de potencial
Instalación: Superficie o
sobre luminaria

Iluminación de Viales

Interruptores Astronómicos

Según Reglamento de eficiencia energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior instalaciones de más de 5 kW deben de accionarse con interruptor horario astronómico o sistema centralizado.

- Sistemas más precisos
- No necesitan mantenimiento
- Circuito astronómico más programable



Reductores de Flujo

Según Reglamento de eficiencia energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior las instalaciones de más de 5 kW deben de disponer de un sistema de regulación del nivel luminoso, permitiendo la disminución del flujo luminoso hasta un 50 %.



77

Reductores de Flujo

Sus **funciones fundamentales** son:

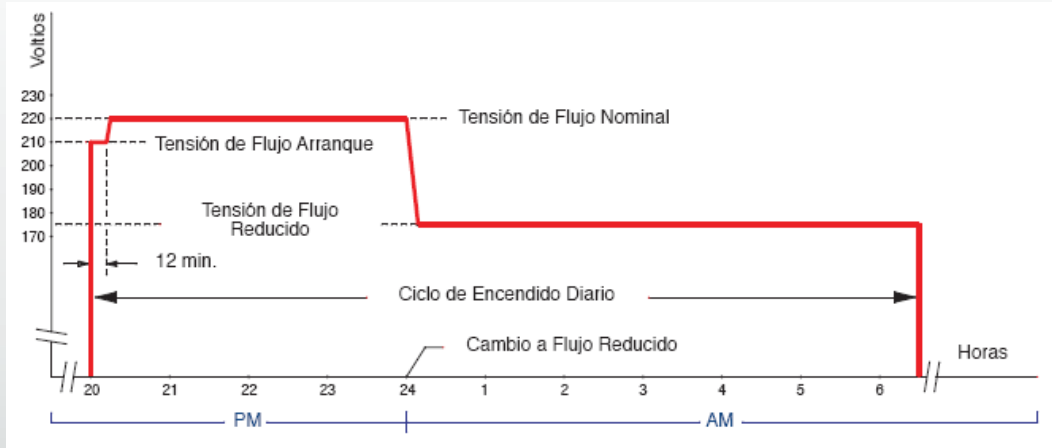
- Limitar el pico de intensidad producido en el momento de arranque de las lámparas
- Estabilizar la tensión de la línea de alumbrado
- Reducir la tensión en la línea de alumbrado en las horas de baja utilización.
- Reducir el consumo de la instalación y por tanto las de emisiones de CO₂ a la atmósfera.
- Reducir los residuos debido a la disminución de desgaste de las lámparas.



78

Reductores de Flujo

Curva de arranque, nominal y reducido hasta el amanecer



79

Telegestión

¿Por qué telegestionar?

- Reducción del coste energético, mediante la regulación e incluso apagado de luces cuando no son necesarias.
- Reducción de los costes de mantenimiento.
- Creación de infraestructuras expandibles.
- Convergencia hacia las SmartCities / Internet of Things.
- Aumento vida útil de las luminarias.

80

Iluminación de Viales

Telegestión

¿Cómo funciona?

La instalación está formada por:

- a. La infraestructura de alumbrado público.
- b. Un servidor en la nube, donde se instala la aplicación de control.
- c. El Centro de Control, desde el cual las empresas realizan la programación y mantenimiento del alumbrado.



Iluminación de Viales

Telegestión

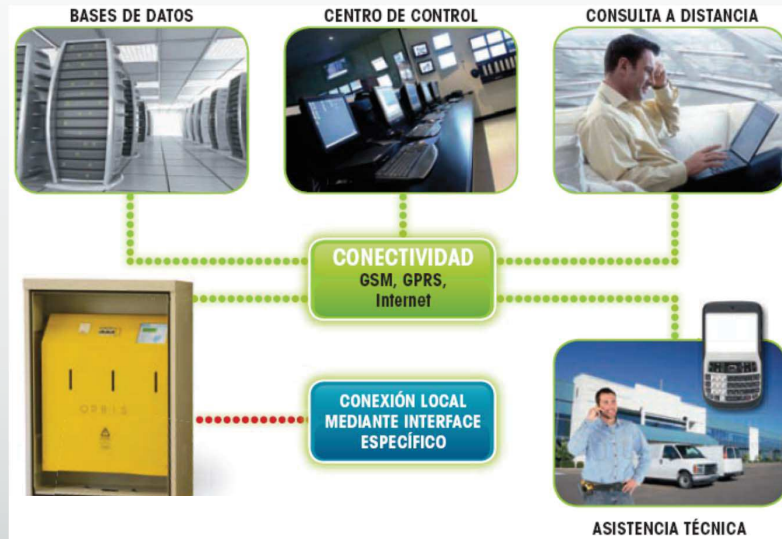
El Sistema consiste en dos elementos principales:

- El **NODO**, instalado en cada luminaria, se encarga de:
 - Regulación.
 - Adaptación de periféricos de Smart Cities (cámaras, sensores, etc.)
 - Alarmas.
- El **CONCENTRADOR**, instalado en el cuadro eléctrico, responsable de:
 - Gestión de la red PLC.
 - Comunicación con el Software.
 - Control de consumos.
 - Alarmas.



Telegestión

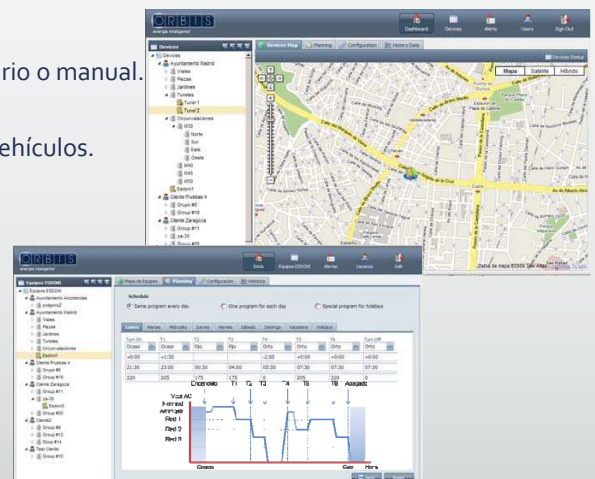
Arquitectura del sistema



Telegestión

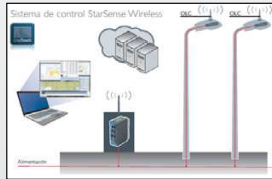
Permite a las AAPP, ESEs/ESCOs e integradores de sistemas gestionar eficientemente las infraestructuras de las ciudades.

- **Funcionalidades:**
 - Inventario de equipamiento.
 - Apagado, encendido y regulación de acuerdo a calendario o manual.
 - Configuración de grupos y luminarias individuales.
 - Adaptación a las condiciones de tráfico de personas y vehículos.
 - Análisis de consumos.
 - Gestión de alarmas.
- **Información y control en tiempo real:**
 - Nivel de regulación (%)
 - Consumo de energía (Wh)
 - Consumo de potencia (W)



Telegestión

La Telegestión permite tanto modificar los parámetros internos de cualquier Estabilizador-Reductor de flujo (el nivel de tensión estabilizada, máxima reducción y reducción escalonada por periodos horarios...), como interactuar con el centro de mando (alarmas de salto diferencial re-armable, magnetotérmico, programación astronómica, etc.)



Punto a punto



Del cuadro de mando para carril DIN



Del cuadro de mando mediante tarjeta en reductor

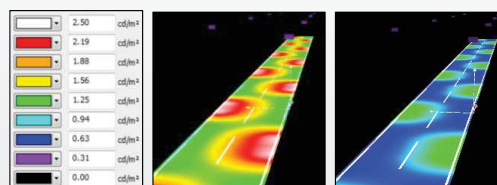


Problemáticas Generales:

- Elementos de alumbrado poco eficientes. Un % muy elevado de las lámparas emplean tecnologías ineficientes como Vapor de Mercurio.
- Falta de elementos de control y regulación adecuados. Son pocos los cuadros de alumbrado que equipan interruptores astronómicos o reguladores de flujo lumínico.
- Caracterización fotométrica deficiente. El conjunto formado por lámpara más luminaria, emiten, en muchas ocasiones, valores inferiores a la normativa, de iluminancia y uniformidad en el plano de la vía.
- Mala eficiencia energética en general.
- Mantenimiento deficiente o nulo. Luminarias gravemente deterioradas. El estado de conservación de los cuadros de alumbrado público es deficitario.
- Incumplimiento del REBT en lo referente a situación de cuadros, líneas e incluso protecciones.
- Problemática electrotécnica: desequilibrio de fases, sobrecargas, cortocircuitos, etc.
- Deficiente contratación eléctrica

Medidas de Eficiencia Energética

Reducción de potencia de lámparas por nivel de iluminación excesiva



Ventajas:

- Medida de mejora de fácil aplicabilidad y rápido retorno de la inversión.
- Si las luminarias admiten la nueva lámpara y su equipo, no es preciso su cambio.
- Mejora de las condiciones ambientales por reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y disminución de la contaminación lumínica.

Medidas de Eficiencia Energética

Reducción de potencia de lámparas por nivel de iluminación excesiva

Inconvenientes:

- Las luminarias que no admitan las nuevas lámparas deberán ser substituidas.
- Reticencias de los usuarios a que se disminuyan los niveles de iluminación.
- Para lograr los períodos de retorno señalados es necesario realizar el cambio masivo de lámparas.

Condicionantes:

- Existencia en la instalación municipal de zonas iluminadas con niveles de iluminación que superen en más de un 20% los valores fijados en el REEIAE para cada clase de alumbrado.

Medidas de Eficiencia Energética

Substitución de lámparas ineficientes



VMCC



VSAP TUBULAR



VMHM TUBULAR

Ventajas:

- Poseen un consumo energético mucho menor que las tecnologías a sustituir y una vida media mayor (aproximadamente el doble).
- Con las lámparas de halogenuros metálicos es posible mantener el tono de luz blanco proporcionado por las lámparas de vapor de mercurio.
- Si las luminarias existentes admiten las nuevas lámparas y equipos, podrán mantenerse.

Medidas de Eficiencia Energética

Substitución de lámparas ineficientes

Inconvenientes:

- Es recomendable realizar la incorporación de la tecnología de forma inmediata para alcanzar los períodos de retorno indicados.
- Las lámparas de vapor de sodio presentan un tono de luz cálido, al contrario que las lámparas de vapor de mercurio.
- Si las luminarias existentes no admiten las nuevas lámparas, deberán ser sustituidas.

Condicionantes:

- Presencia de vapor de mercurio en las instalaciones de alumbrado exterior municipales.

(*) El periodo de amortización depende de las horas de uso de las lámparas.

Medidas de Eficiencia Energética

Substitución de luminarias, lámparas y equipos ineficientes



Luminaria existente que no admite nuevas lámparas y equipos



Luminaria eficiente que cumple con los requisitos del REEIAE

Ventajas:

- Disminución de la contaminación lumínica.
- Mejora de los parámetros luminotécnicos (luminancias, iluminancias y uniformidades).
- Las lámparas de descarga de alta intensidad VSAP y VMHM disponen de una eficacia mucho mayor que las de vapor de mercurio, por lo que para un mismo nivel de iluminación el consumo es mucho menor.

Iluminación de Viales

Medidas de Eficiencia Energética

Substitución de luminarias, lámparas y equipos ineficientes

Condicionantes:

- Presencia de vapor de mercurio en las instalaciones de alumbrado exterior municipal.
- Presencia de luminarias obsoletas y/o deterioradas en la instalación de alumbrado.

(*) La amortización varía en función de las horas de funcionamiento de los equipos.

Inconvenientes:

- La instalación de nuevas luminarias supone un aumento de la inversión respecto al cambio de lámparas, y en consecuencia, del período de retorno de la inversión.

Iluminación de Viales

Medidas de Eficiencia Energética

Introducción de tecnología LED



Ventajas:

- Poseen un menor consumo energético y unas características luminosas mejores a las tecnologías a sustituir (mejor calificación energética de la instalación), así como una mayor vida útil (disminución de los costes por mantenimiento).
- Admiten sistemas de regulación del flujo.

Medidas de Eficiencia Energética

Introducción de tecnología LED

Inconvenientes:

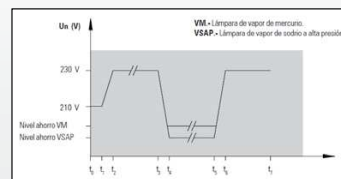
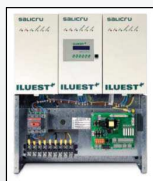
- Es preciso cambiar los equipos auxiliares existentes y muy recomendable el cambio de la luminaria completa para garantizar la disipación de calor y no acortar la vida útil del LED.
- Coste muy elevado.

Condicionantes:

- Presencia de fuentes de luz convencionales (vapor de mercurio, vapor de sodio y/o halogenuros metálicos) en la instalación de iluminación exterior municipal.
- Al no existir una normalización adecuada, las luminarias con tecnología LED a instalar cumplirán lo indicado en la guía de aplicación del REEIAE así como en el documento "Requerimientos técnicos exigibles para luminarias con tecnología LED de alumbrado exterior" publicado por el IDAE.

Medidas de Eficiencia Energética

Instalación de reductor estabilizador de flujo luminoso centralizado



Ventajas:

- Reducción del consumo de entre el 20 - 30 %.
- Estabilización de la tensión: aumenta la vida de las lámparas (menor coste mantenimiento).
- Facilidad de instalación, evitando el tendido de líneas de control auxiliares.
- Disponen de respuesta astronómica para el control de la instalación y son fácilmente telegestionables.

Medidas de Eficiencia Energética

Instalación de reductor estabilizador de flujo luminoso centralizado

Inconvenientes:

- Mayor mantenimiento.
- Necesidad de instalar protecciones contra sobretensiones.
- Para maximizar los ahorros se precisa una homogeneidad de las lámparas.
- Apagado de puntos de luz en régimen reducido por caída de tensión si la sección de la red es insuficiente.

Condicionantes:

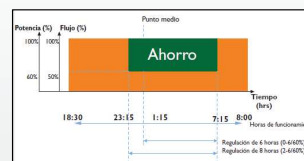
- Homogeneidad en la tecnología de lámparas para maximizar el ahorro.
- Redes de alimentación a luminarias en buen estado y secciones de cableado adecuadas.
- Obligatoria la instalación de sistemas de regulación del flujo luminoso en las instalaciones de iluminación de potencia instalada superior a 5 kW (instalaciones nuevas e instalaciones existentes en las que se reforme más del 50 % de su potencia instalada)

Medidas de Eficiencia Energética

Reducción con reactancias electrónicas con programación fija



Reactancia prog. fija



Curva de trabajo

Ventajas:

- Reducción del consumo de entre el 20/30 % y estabilización de tensión (mayor vida lámpara).
- No precisan línea de mando ni dispositivos auxiliares para su control.
- Facilidad de instalación.
- El fallo de un equipo no repercute en el resto y permiten la ampliación de circuitos.
- Permiten una heterogeneidad total de las lámparas instaladas (reducción independiente por lámpara).

Medidas de Eficiencia Energética

Reducción con reactancias electrónicas con programación fija

Inconvenientes:

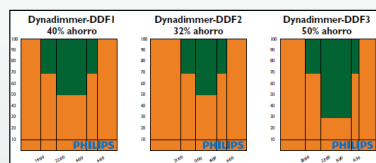
- El coste del sistema no disminuye con el tamaño de la instalación.
- Equipos sensibles a sobretensiones, por lo que habrá que protegerlos.
- No telegestionables.
- Difícil saber si están funcionando correctamente ya que la reducción del flujo no es apreciable a simple vista.

Condicionantes:

- Instalaciones de pequeño tamaño con presencia de balastos convencionales y sin sistemas de regulación del flujo luminoso.
- Obligatoria la instalación de sistemas de regulación del flujo luminoso (como mínimo a un 50 % del flujo nominal de la lámpara) en las instalaciones de iluminación de potencia instalada superior a 5 kW (instalaciones nuevas e instalaciones existentes en las que se reforme más del 50 % de su potencia instalada).

Medidas de Eficiencia Energética

Reducción con reactancias electrónicas programables



Curvas de trabajo para distintas programaciones



Reactancia prog. fija

Ventajas:

- Reducción del consumo de entre el 20/30 %, y estabilización de tensión (aumento vida lámp.).
- Facilidad de instalación.
- El fallo de un equipo no repercute en el resto y permiten la ampliación de circuitos.
- Permiten una heterogeneidad total de las lámparas instaladas (reducción independiente).
- No precisan línea de mando ni dispositivos auxiliares para su control.
- Flexibilidad de programación.

Medidas de Eficiencia Energética

Reducción con reactancias electrónicas programables

Inconvenientes:

- El coste del sistema no disminuye con el tamaño de la instalación.
- Equipos sensibles a sobretensiones, por lo que habrá que protegerlos.
- No telegestionables.
- Necesidad de una herramienta específica para su programación.
- Difícil saber si están funcionando correctamente ya que la reducción del flujo no es apreciable a simple vista.

Condicionantes:

- Instalaciones de alumbrado pequeñas, con balastos convencionales y que no dispongan de equipos de regulación del flujo luminoso.
- Obligatoria la instalación de sistemas de regulación del flujo luminoso (como mínimo a un 50 % del flujo nominal de la lámpara) en las instalaciones de iluminación de potencia instalada superior a 5 kW (instalaciones nuevas e instalaciones existentes en las que se reforme más del 50 % de su potencia instalada)

Medidas de Eficiencia Energética

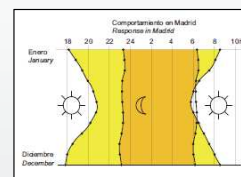
Sistemas de encendido con respuesta astronómica



Astro para carril DIN



Sist. Teleg. cuadro



Respuesta astronómica de una reactancia

Ventajas:

- Permite conseguir ahorros del orden del 7% en comparación con el uso de fotocélulas.
- La instalación de programadores astronómicos es rápida y sencilla (montaje en carril DIN).

Inconvenientes:

- Necesidad de formar al personal de mantenimiento para realizar y/o modificar la programación.

Condicionantes:

- Existencia de sistemas de encendido mediante fotocélula, relojes analógicos o interruptores manuales.

Medidas de Eficiencia Energética

Telegestión del cuadro de mando



Telegestión del cuadro de mando para carril DIN



Telegestión del cuadro de mando mediante tarjeta en reductor

Ventajas:

- No se necesita crear un centro de mando ya que es accesible desde cualquier dispositivo conectado a internet.
- Disponen de software con respuesta astronómica.
- Ahorro energético, al ajustar los encendidos y apagados parciales o totales, así como la entrada en funcionamiento en régimen reducido.

103

Medidas de Eficiencia Energética

Telegestión del cuadro de mando

Inconvenientes:

- Coste de implantación (aproximadamente 10 veces más que un programador astronómico).
- Mantenimiento y formación del personal.
- Se necesita espacio en el cuadro para instalar el dispositivo y el modem.

Condicionantes:

- Medida viable en instalaciones de iluminación exterior de tamaño medio/grande (potencia instalada superior a 10 kW), que no disponen de encendido mediante programadores astronómicos, disponen de espacio suficiente en el cuadro para alojar el dispositivo y el módem, y tienen buena cobertura GPRS o GSM.

104

Medidas de Eficiencia Energética

Implantación de un plan de mantenimiento



Ventajas:

- Mejora de las condiciones funcionales y de gestión del alumbrado exterior.

Inconvenientes:

- Los resultados de esta medida son difíciles de cuantificar.

Condicionantes:

- El mantenimiento preventivo es obligatorio por normativa (REEIAE) para nuevas instalaciones y las reformadas en más de un 50 %.



Objetivo de las actuaciones

Dotar a las zonas de actuación de un **alumbrado público eficiente**.

Además, en las zonas rurales contribuir a la **conservación medioambiental** y el **desarrollo sostenible**.

Teniendo como base el cumplimiento del **REEIA**, cuyos objetivos son:

1. Mejorar la **eficiencia y el ahorro energético** y disminuir las emisiones de gases que provocan efecto invernadero. *(4,61 gr de CO₂ / Kwh, media de las fuentes de energía mas usuales)*
2. Limitar el **Resplandor Luminoso o Contaminación Lumínica**
 - Reducción de posibilidad de observación astronómica: Contaminación luminosa astronómica.
 - Perturbación del hábitat de las especies: Contaminación luminosa ecológica
 - Reducir la luz intrusa o molesta.

Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia

SITUACIÓN INICIAL DE LAS INSTALACIONES

	21565
	560
	8.775
	1.215,83
	4.848.631,27
	616.600,14

DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ENCENDIDO

36	R Astronómico
34	Reloj
490	Fotocélula

Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia

DATOS IDENTIFICATIVOS			
Ayuntamiento	XXXXXX		
Instalación	XXXXXX		
Centro de mando del que depende	C-132		
Zona representativa medida	Núcleo rural		
Código de zona representativa	U35-H8-A6-VMCC80		
DATOS GEOMÉTRICOS			
Distribución	Unilateral		
Interdistancia (m)	35		
Altura del punto de luz (m)	8		
Longitud del brazo (m)	1		
Saliente del punto de luz (m)	0		
Dimensiones de la vía (m)	Calzada 1	Arcén 1	Acera 1
	6		
	Calzada 2	Arcén 2	Acera 2
DATOS DE LA INSTALACIÓN			
Tipología de luminaria	Abierta sin equipo		
Tipología de lámpara	VMCC		
Potencia de lámpara	80		
Tipología de balasto	Sin equipo		

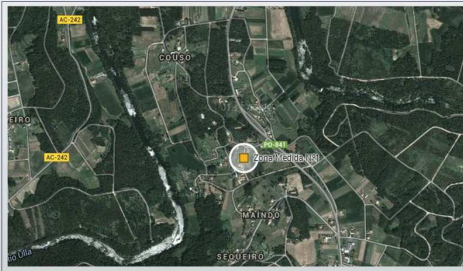


Imagen 1 - Situación de la zona medida

Imagen 2 - Vista general **Imagen 3 - Luminaria tipo**

RETÍCULA DE MEDIDA

VALORES MEDIDOS Y CALCULADOS

Valores medidos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
	1,4	2	2,7	0,4	0,4	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Valores calculados	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9						
	1,4	2	2,7	0,4	0,4	0,6	0,2	0,2	0,2						

VALORES LUMÍNICOS DE LA INSTALACIÓN

Illuminancia media (Em)	0,78 lux
Illuminancia mínima (Ei)	0,20 lux
Illuminancia máxima (Es)	2,70 lux
Uniformidad medida (Um)	0,26
Uniformidad extrema (Ug)	0,07

Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia

DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE LUZ

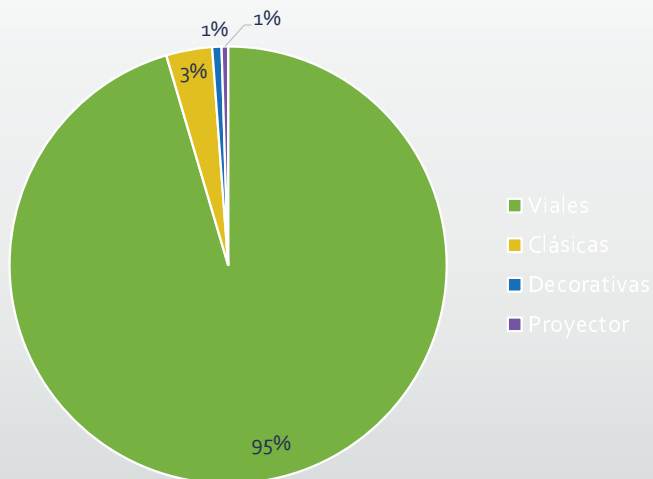
ID	Descripción	Potencia (W)	Tecnología	Consumo (kWh/año)
2290	Vapor de mercurio color corregido	80	Electromagnético	212,51
4673	Vapor de mercurio color corregido	125	Electromagnético	677,59
85	Vapor de mercurio color corregido	250	Electromagnético	24,65
2	Vapor de sodio baja presión	50	Electromagnético	0,12
405	Vapor de sodio baja presión	70	Electromagnético	32,89
230	Vapor de sodio baja presión	100	Electromagnético	26,68
596	Vapor de sodio baja presión	150	Electromagnético	103,70
451	Vapor de sodio baja presión	250	Electromagnético	130,79
10	Halogenuros metálicos	50	Electromagnético	0,58
31	Halogenuros metálicos	150	Electromagnético	5,39
2	Halogenuros metálicos	400	Electromagnético	0,93

DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE AHORRO

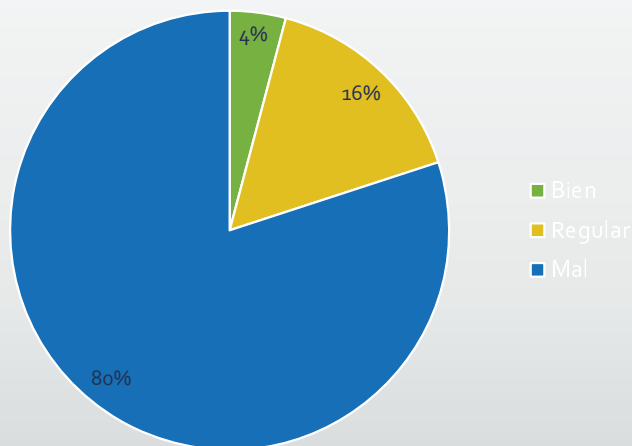
ID	Descripción	Potencia (W)	Consumo (kWh/año)
3	Cabecera de línea Reductor de flujo		55

Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia

DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS POR TIPO



DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS POR SU ESTADO



Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia

Análisis de niveles contaminación lumínica

ID de la instalación	FHS_inst	Zona	FHS_inst límite	Comentario
C-001	1%	E3	15%	Cumple
C-002	5%	E2	5%	Cumple
C-003	1%	E2	5%	Cumple
C-004	6%	E3	15%	Cumple
C-005	0%	E2	5%	Cumple
C-006	1%	E2	5%	Cumple
C-007	4%	E2	5%	Cumple
C-008	15%	E2	5%	Cumple
C-009	15%	E3	15%	Cumple
C-010	15%	E3	15%	Cumple
C-011	15%	E3	15%	Cumple
C-012	5%	E3	15%	Cumple
C-013	8%	E2	5%	Cumple
C-014	7%	E3	15%	Cumple
C-015	9%	E2	5%	Cumple
C-016	7%	E3	15%	Cumple
C-017	15%	E3	15%	Cumple
C-018	8%	E3	15%	Cumple
C-019	9%	E2	5%	Cumple
C-020	5%	E2	5%	Cumple
C-021	4%	E2	5%	Cumple
C-022	15%	E2	5%	Cumple
C-023	15%	E2	5%	Cumple
C-024	15%	E2	5%	Cumple

FHS=Flujo Hemisférico Superior

Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia

Análisis de cumplimiento normativa ITC-BT-09

Designación de la instalación	IP	IK	IGA	Encendido	Manual	ITC-BT 09	Observaciones
C-001	55	10	4x63 6kA	Astronómico	Si	Cumple	
C-002	55	10	4x50 6kA	Reloj	Si	No Cumple	Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual El cuadro no dispone de puesta a tierra
C-003	Desconocido	Desconocido	4x50 10kA	Astronómico	Si	No Cumple	La envolvente no cumple con el grado de protección IP La envolvente no cumple con el grado de protección IK Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual El cuadro no dispone de puesta a tierra
C-004	55	10	4x32 6kA	Astronómico	Si	Cumple	
C-005	55	10	4x25 6kA	Astronómico	Si	Cumple	
C-006	55	10	4x32 6kA	Astronómico	Si	Cumple	
C-007	55	10	xilegable 6kA	Astronómico	Si	No Cumple	Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual
C-008	55	10	4x25 6kA	Astronómico	Si	No Cumple	Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual
C-009	55	10	4x32 6kA	Astronómico	0	No Cumple	No se dispone de int. manual de by-pass del encendido automático
C-010	Desconocido	Desconocido	4x40 kA	Astronómico	0	No Cumple	La envolvente no cumple con el grado de protección IP La envolvente no cumple con el grado de protección IK Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual No se dispone de int. manual de by-pass del encendido automático El cuadro no dispone de puesta a tierra
C-011	Desconocido	Desconocido	4x32 6kA	Reloj	Si	No Cumple	La envolvente no cumple con el grado de protección IP La envolvente no cumple con el grado de protección IK Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual El cuadro no dispone de puesta a tierra
C-012	Desconocido	Desconocido	4x25 6kA	Astronómico	Si	No Cumple	La envolvente no cumple con el grado de protección IP La envolvente no cumple con el grado de protección IK Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual
C-013	Desconocido	Desconocido	2x32 6kA	Fotocélula	No	No Cumple	La envolvente no cumple con el grado de protección IP La envolvente no cumple con el grado de protección IK Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual No se dispone de int. manual de by-pass del encendido automático El cuadro no dispone de puesta a tierra
C-014	55	10	-	Astronómico	Si	No Cumple	El cuadro no dispone de IGA Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual El cuadro no dispone de puesta a tierra
C-015	55	10	4x36 6kA	Reloj	Si	No Cumple	Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual El cuadro no dispone de puesta a tierra
C-016	55	10	4x63 6kA	Astronómico	Si	No Cumple	Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual
C-017	Desconocido	Desconocido	4x32 6kA	Astronómico	Si	No Cumple	La envolvente no cumple con el grado de protección IP La envolvente no cumple con el grado de protección IK Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual
C-018	Desconocido	Desconocido	4x32 6kA	Fotocélula	Si	No Cumple	La envolvente no cumple con el grado de protección IP La envolvente no cumple con el grado de protección IK Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual
C-019	55	10	4x40 6kA	Reloj	Si	No Cumple	El cuadro no dispone de puesta a tierra
C-020	Desconocido	Desconocido	4x32 10kA	Astronómico	Si	No Cumple	La envolvente no cumple con el grado de protección IP La envolvente no cumple con el grado de protección IK Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual
C-021	55	10	4x32 6kA	Astronómico	Si	No Cumple	Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual
C-022	Desconocido	Desconocido	2x40 6kA	Fotocélula	Si	No Cumple	La envolvente no cumple con el grado de protección IP La envolvente no cumple con el grado de protección IK Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual El cuadro no dispone de puesta a tierra
C-023	55	10	2x32 6kA	Fotocélula	Si	No Cumple	Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual El cuadro no dispone de puesta a tierra
C-024	55	10	2x32 6kA	Fotocélula	Si	No Cumple	Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual El cuadro no dispone de puesta a tierra
C-025	55	10	2x32 6kA	Fotocélula	Si	No Cumple	Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual El cuadro no dispone de puesta a tierra
C-026	Desconocido	Desconocido	4x25 6kA	Fotocélula	Si	No Cumple	La envolvente no cumple con el grado de protección IP La envolvente no cumple con el grado de protección IK Las líneas de alimentación a luminarias no disponen de protección individual El cuadro no dispone de puesta a tierra
C-027	55	10	4x32 6kA	Astronómico	Si	Cumple	

Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia

Matriz de deficiencias detectadas

	Deficiencias en la envolvente del cuadro	Ausencia de protecciones individuales en salidas	Ausencia de Bypass manual en encendidos automáticos	Ausencia de puesta a tierra	Ausencia de rotulación	Ausencia de ICP	Ausencia de encendido con P. Astronómico	Ausencia de sistema de ahorro (o funcionamiento deficiente)	Existencia de luminarias deficientes	Existencia de luminarias con FHS elevado	Existencia de lámparas de vapor de mercurio	Nivel de iluminación inadecuado	Resplandor luminoso excesivo	Tiempo de funcionamiento no adecuado al tipo de instalación
C-001	X					X		X			X	X		
C-002	X	X		X	X	X	X	X		X		X	X	
C-003	X	X		X	X	X		X		X		X	X	
C-004	X					X		X				X		
C-005	X				X			X				X		X
C-006	X					X		X				X		
C-007	X	X			X	X		X				X		
C-008	X	X			X	X		X		X		X	X	
C-009	X		X		X	X		X		X		X	X	
C-010	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
C-011	X	X		X	X	X	X	X		X		X	X	
C-012	X	X			X	X		X		X		X	X	X
C-013	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C-014	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X		
C-015	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
C-016	X	X			X	X		X	X			X		
C-017	X	X			X	X		X	X	X		X	X	
C-018	X	X			X	X	X	X		X	X	X	X	X
C-019	X			X	X	X	X	X	X	X		X	X	
C-020	X	X			X	X		X	X	X		X	X	
C-021	X	X				X		X				X		
C-022	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C-023	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C-024	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C-025	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C-026	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
C-027	X					X		X		X		X	X	
C-028	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	
C-029	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	
C-030	X	X		X	X	X		X		X	X	X	X	X

Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia



Matriz de medidas de mejora identificadas

	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 4	MEDIDA 5	MEDIDA 6	MEDIDA 7	MEDIDA 8	MEDIDA 9	MEDIDA 10	MEDIDA 11	MEDIDA 12	MEDIDA 13	MEDIDA 14	MEDIDA 15	MEDIDA 16	MEDIDA 17	MEDIDA 18	MEDIDA 19	MEDIDA 20	MEDIDA 21	
	Reducción de potencia	Substitución de lámparas ineficientes	Substitución de luminarias, lámparas	Introducción de tecnología LED	Reductor de flujo en cabecera	Reactancia electrónica de doble	Reactancia electrónica de doble	Reactancia electrónica de doble	Reactancia electrónica de doble	Reactancia electrónica de doble	Instalación de sistemas de encendido	Balastos electrónico	Telegestión del centro de mando	Telegestión punto a punto	Implantación plan de mantenimiento	Adecuación centro de mando al REBT	Puesta a tierra	Instalación de contadores	Cambio de proveedor	Corrección del factor de potencia	Optimización de la tarifa	Optimización de la potencia contratada
C-001	X	X			X									X								
C-002	X			X	X					X		X		X	X	X						
C-003				X							X	X		X	X	X						
C-004	X			X							X	X		X								
C-005	X			X							X	X		X								
C-006														X					X		X	
C-007	X			X							X	X		X	X							
C-008											X	X		X	X				X		X	X
C-009	X			X							X	X		X	X				X			
C-010		X	X											X	X	X			X		X	X
C-011	X			X						X	X			X	X	X						
C-012	X			X										X	X				X		X	
C-013		X	X		X					X			X	X	X				X			
C-014	X	X	X		X								X	X	X				X			
C-015		X	X						X		X	X		X	X	X						
C-016	X			X					X		X	X		X	X							
C-017	X			X					X		X	X		X	X							
C-018		X								X	X			X	X				X			
C-019			X						X	X	X			X	X	X			X			
C-020	X								X	X	X			X	X							
C-021	X			X					X	X	X			X	X							
C-022		X	X		X					X	X			X	X	X			X			
C-023		X							X	X	X			X	X	X						X
C-024		X							X	X	X			X	X	X						X
C-025														X	X	X						X
C-026		X		X										X	X	X						
C-027	X			X					X		X			X					X		X	
C-028		X	X						X		X			X	X	X						
C-029		X	X		X									X	X	X						
C-030		X							X		X			X	X	X			X		X	

Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia



Matriz de ahorros conseguidos

	Reducción de potencia	Substitución de lámparas ineficientes	Substitución de luminarias, lámparas y equipos ineficaces	Introducción de tecnología LED	Reductor de flujo en cabecera	Reactancia electrónica de doble nivel con línea de mando			Instalación de sistemas de encendido con respuesta astronómica	Balastos electrónico	Telegestión del centro de mando	Telegestión punto a punto	Implantación plan de mantenimiento	Adecuación centro de mando al REBT 2002	Puesta a tierra							
	1.856	994			2.552								166									
	634			1.107	2.960				532		548		166	No aplica	No aplica							
	3.084			3.387			939			(*)			56	No aplica	No aplica							
	1.196			1.391			633			(*)			40									
													24									63
	956			652			785			(*)			47	No aplica								
	1.925			2.631			539			(*)			29	No aplica								84
							1.012			(*)			80	No aplica								
	639	355	690										31	No aplica	No aplica							75
	1.501			817			369			(*)			19	No aplica	No aplica							
				1.757									50	No aplica								133
		87	216		930								31	No aplica	No aplica							84
	1.128	199	468		848								63	No aplica	No aplica							
		582	1.023					1.363					69	No aplica	No aplica							
	1.990			2.590			1.357			(*)			86	No aplica								
	3.318			3.723			1.105			(*)			70	No aplica								
		292											33	No aplica								87
			105				1.005			(*)			52	No aplica	No aplica							139
	797						777			(*)			46	No aplica								
	2.255			3.451			1.359			(*)			85	No aplica								
		616	502		332								18	No aplica	No aplica							49
		160							268	(*)			7	No aplica	No aplica							
		160							268	(*)			7	No aplica	No aplica							
													5	No aplica	No aplica							
		726		123									27	No aplica	No aplica							

Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia

Matriz de retorno inversión con las medidas de mejora identificadas

	Reducción de potencia	Substitución de lámparas ineficientes	Substitución de luminarias, lámparas y equipos ineficaces	Introducción de tecnología LED	Reductor-estabilizador de flujo en cabecera	Reactancia electrónica de doble nivel con línea de mando	Reactancia electrónica de doble nivel autónoma	Reactancia electrónica de doble nivel astronómica	Reactancia electrónica de doble nivel programable	Reactancia electrónica de doble nivel blecontrolada	Instalación de sistemas de encendido con respuesta astronómica	Balastos electrónico	Telegestión del centro de mando	Telegestión punto a punto	Implantación plan de mantenimiento	Adecuación centro de mando al REBT 2002	Puesta a tierra	Instalación de contadores	Cambio de proveedor
C-001	2,17	1,41			2,28										1,34				
C-002	1,21			7,51	1,96						0,33		3,29		0,71	No aplica	No aplica		
C-003							4,27								1,21	No aplica	No aplica		
C-004	0,72			8,45			2,93								0,78				
C-005	0,72			7,96			2,81								0,75				
C-006															2,73				Inmediata
C-007	0,53			8,37			3,97								1,11	No aplica			
C-008							2,48								0,77	No aplica			Inmediata
C-009	1,01			14,68			4,40								1,26	No aplica			
C-010		3,95	11,23												1,95	No aplica	No aplica		Inmediata
C-011	0,88			13,73			3,62				2,75				1,17	No aplica	No aplica		
C-012	0,96			10,51											1,00	No aplica			Inmediata
C-013		4,04	5,33		2,06						0,36		3,59		1,28	No aplica	No aplica		Inmediata
C-014	1,28	1,41	1,97		2,47										0,83	No aplica	No aplica		
C-015		1,32	2,25						2,86		0,79				0,91	No aplica	No aplica		
C-016	0,72			7,13			2,63								0,70	No aplica			
C-017	0,47			4,20			2,82								0,75	No aplica			
C-018		1,39									1,12				1,28	No aplica			Inmediata
C-019			4,39				4,88				1,03				1,59	No aplica	No aplica		Inmediata
C-020	2,17						4,40								1,25	No aplica			
C-021	1,28			9,10			3,06								0,82	No aplica			
C-022		1,93	8,24		5,78						2,66				2,40	No aplica	No aplica		Inmediata
C-023		4,82							6,40		5,42				3,74	No aplica	No aplica		
C-024		4,82							6,40		5,42				3,74	No aplica	No aplica		
C-025															3,52	No aplica	No aplica		
C-026		0,90		5,54											0,83	No aplica	No aplica		

Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia

Sustitución de luminarias, lámparas y equipos ineficaces en Alumbrado Público

- Inversión: 8.966 €
- Ahorro: 7.787 €/año
- Retorno: 1,2 años



Casos de éxito
Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia



Casos de éxito
Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia



Casos de éxito
Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia



Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia



Casos de éxito
Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia



Auditoria Energética Alumbrado Público en Ayuntamiento de Galicia

SITUACIÓN MEJORADA DE LAS INSTALACIONES

	560
	8.775
	1.128,28
	3.515.731
	457.045,03

	1.215,83	4.848.631	3.988	616.600,14
	1.128,28	3.515.731	3.116	457.045,03

REFLEXIONES FINALES

- El **gasto en alumbrado público en España, por habitante y año, es el mayor de la Unión Europea**. Duplicando, el consumo energético destinado a esta finalidad, con respecto otros países de la Unión Europea, como por ejemplo Alemania
- **España cuenta con numerosos municipios** en los cuales, los bajos recursos y falta de mantenimiento de las instalaciones de alumbrado público, provocan una **alta ineficiencia energética en el sistema de alumbrado público exterior**.

REFLEXIONES FINALES

- Las **mejoras en eficiencia energética en el alumbrado público** pasan por la **reducción de la potencia instalada, bien mediante tecnologías eficientes** como son los equipos LED, o bien, mediante reductores de flujo luminoso y sistemas de gestión entre otros.
- Estas mejoras en eficiencia energética también se deben centrar en la **adecuación de unos niveles de iluminación óptimos** en los municipios, y a las necesidades reales de este tipo de servicio público. Las instalaciones de alumbrado público, deben llegar a un equilibrio entre el factor económico y el factor energético.



Gracias por su atención

Santiago Rodríguez Charlón
Director Área Energía
Instituto Tecnológico de Galicia