



METODOLOGÍA AVEN PARA LA ELABORACIÓN DE AUDITORIAS ENERGÉTICAS DE ALUMBRADO EXTERIOR EN MUNICIPIOS

1.- OBJETO

El objeto del presente documento es definir las especificaciones técnicas básicas para la realización de Auditorías Energéticas en Alumbrado Exterior. La metodología a aplicar se basa en la sugerida por el IDAE en el: "Protocolo de auditorías energéticas en alumbrado exterior".

Los objetivos básicos que deberá cumplir la auditoría serán:

- Análisis de la situación actual del alumbrado exterior desde el punto de vista del consumo y coste energético.
- Estudiar la adecuación y adaptación de las instalaciones a las exigencias del RD 1890/2008 con fines al ahorro y la eficiencia energética.
- Desarrollo de actuaciones tendentes al ahorro o la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones de alumbrado exterior.
- Elaboración del documento de Auditoría Energética del Alumbrado Exterior.

2.- CONDICIONES TÉCNICAS

Las auditorías energéticas se desarrollarán con arreglo a las condiciones técnicas siguientes.

2.1.- CONSIDERACIONES TÉCNICAS GENERALES

- Se definen como instalaciones de alumbrado exterior, a las que se refiere la ITC-BT 09, básicamente aquellas instalaciones destinadas a iluminar zonas de dominio público tales como carreteras, vial funcional y ambiental (calles), plazas, parques, etc, incluidos todos aquellos receptores y equipos auxiliares que se conecten a la red de alumbrado exterior.
- Se considera sector de alumbrado a todos los elementos de iluminación conectados a un mismo cuadro dependiente de un suministro eléctrico. Los sectores de alumbrado, por tanto, coincidirán con la instalación de alumbrado exterior que depende de un equipo de medida de la compañía eléctrica.
- Las actuaciones a realizar deberán actuar sobre los elementos de las instalaciones de alumbrado público tales como:
 - Lámparas y equipos auxiliares.
 - Luminarias.
 - Equipos auxiliares.
 - Sistemas de accionamiento.
 - Sistemas de regulación del nivel luminoso, etc.
- Aquellas actuaciones propuestas, que entren dentro del ámbito de aplicación del Reglamento de Eficiencia Energética en Instalación de Alumbrado Exterior (RD 1890/2008), deberán aportar toda la información que sea necesaria para justificar que cumple con el mismo.



- Al finalizar el estudio del sector de alumbrado exterior siempre se realizará un análisis de la posible optimización de la tarifa eléctrica.
- Todos los productos sugeridos en el apartado inversiones estarán obligatoriamente sometidos al mercado CE, que indica que todo elemento o componente que exhibe dicho mercado cumple con la legislación previamente mencionada y cualquier otra asociada o futura que le sea de aplicación.

2.2.- REALIZACIÓN DE LA AUDITORÍA

La auditoría energética se realizará en el sector o sectores de alumbrado donde se propongan las actuaciones. A continuación se muestran las fases a seguir en la auditoría.

Fase 1.- Recopilación de datos básicos. Consiste en la recopilación de toda la información que pueda ser utilizada para empezar la auditoría. Esta recopilación puede ser sobre datos generales del municipio, o sobre las características y consumos energéticos existentes en alumbrado exterior. Para ello, las tareas a realizar podrían resumir en:

- Obtención de información básica correspondiente sobre el municipio: número de habitantes, situación geográfica, km² de extensión, etc.
- Determinación de los sectores de alumbrado exterior donde se van a proponer actuaciones.
- Recopilación de los recibos de los consumos energéticos de un año completo de los sectores de alumbrado exterior propuestos.
- Información que pueda aportar el municipio y que se considere relevante para la realización de la auditoría: plano del callejero del municipio, inventario de los sectores...etc.

Fase 2.- Estudio de costes energéticos y económicos actuales. En esta fase se obtendrá el coste energético y la repercusión económica de cada uno de los sectores. Para ello se deberán identificar:

- Situación del suministro.
- El tipo de tarifa eléctrica del suministro y el consumo energético kWh/año.
- Consumo económico en €/año.
- Obtención del medio anual de la energía global y de cada sector de alumbrado exterior €/kWh.

Para obtener los consumos anuales se deberán contabilizar los recibos disponibles, para ello se utilizará las **tablas 4 y 5**, recogidas en el Anexo del presente Documento.

Fase 3.- Trabajos de toma de datos del alumbrado exterior Los trabajos de toma de datos se realizarán "in situ" y servirán para complementar los ya aportados por los recibos eléctricos. Esta fase se realizará en cada sector donde se propongan actuaciones, y deberán cumplimentarse las tablas siguientes, recogidas en el Anexo del presente Documento:

- **Tabla 1.-** Situación y características básicas del sector.
- **Tabla 2.-** Topografía e inventario de elementos de alumbrado exterior de las vías.
- **Tabla 3.-** Medidas eléctricas.



- **Tabla 6.-** Medidas luminotécnicas y de eficiencia energética. Las medidas se realizarán según la ITC-EA-07 del Real Decreto 1890/2008.
- Reportaje Fotográfico de los aspectos más relevantes del sector: cuadros, luminarias, etc.

Las medidas aportadas deben ser coherentes con el inventario del sector, en caso contrario se deberá repetir la toma de datos hasta su subsanación.

Fase 4.- Identificación de medidas de ahorro energético.

En esta fase, partiendo de la información que se dispone de las fases anteriores: consumos energéticos y costes económicos anuales del sector, inventarios de las instalaciones confirmados con las medidas “in situ”, planos del sector con la situación de las luminarias...etc, se puede abordar las actuaciones en ahorro energético y/o económico se basarán fundamentalmente en:

- Sustitución de lámparas por otras de menor potencia y mayor eficacia luminosa (lm/W).
- Sustitución de luminarias por otras luminarias con mayor rendimiento y lámpara de menor potencia.
- Instalación de sistemas de encendido/apagado mediante reloj astronómico
- Instalación de balastos electrónicos.
- Sustitución de los sistemas de encendido y apagado.
- Instalación de sistemas de control centralizado.
- Instalación de reductores de flujo para disminuir los niveles luminosos
- Medidas correctoras de los excesos de niveles de iluminación que conlleven ahorro energético, basándose en los valores exigidos por el RD 1890/2008.

Las actuaciones deberán tener en cuenta:

- Si el sector a modificar se encuentra bajo el ámbito de aplicación del Reglamento de Eficiencia Energética en Instalación de Alumbrado Exterior (RD 1890/2008), se deberá aportar toda la información que sea necesaria para justificar que cumple con los requisitos impuestos por el mismo para el tipo de vía en cuestión.
- Se deberá realizar un estudio final de la posible optimización de la tarifa eléctrica.

Fase 5.- Redacción de la auditoría energética de alumbrado exterior

La documentación que se presentará a la finalización de cada auditoría constará de las siguientes partes:

- a) Objeto. Se indicará, brevemente, los objetivos del informe.
- b) Fases Seguidas en la Ejecución de la Asesoría. Mediante un organigrama se indicarán las fases de realización de la auditoría.
- c) Resumen de Consumo Energético en alumbrado exterior En este punto mostrarán la siguiente información:



- Plano completo del municipio donde se muestre la ubicación de los diversos sectores del alumbrado exterior tratados.
 - Distribución del consumo del alumbrado exterior de los sectores a tratar. Se utilizará la **tabla 5** recogida en el Anexo del presente Documento.
 - Ratios de alumbrado exterior. Se utilizará la **tabla 8**, recogida en el Anexo del presente Documento. En el caso de que la auditoría no se realice sobre todo el alumbrado exterior del municipio, se deberá hacer referencia a los datos del sector o sectores afectados.
- d) Análisis energético de la situación actual del alumbrado exterior por sectores. Deberá contener un estudio de cada uno de los sectores donde se van a realizar actuaciones. Los apartados que constará serán:
- Características técnicas del sector de alumbrado exterior, según la tabla 1 recogida en el Anexo del presente documento.
 - Topografía de las vías e inventario de elementos de alumbrado exterior, según la **tabla 2**, recogida en el Anexo del presente Documento. Además, se acompañará, si se dispone, la información del sector con los planos de las vías que los configuran, así como la situación de las distintas luminarias actualmente existentes.
 - Medidas eléctricas, según la **tabla 3** recogida en el Anexo del presente Documento. Se adjuntar un dossier con la campaña de mediciones realizada en cada sector.
 - Medidas luminotécnicas, según la **tabla 6** recogida en el Anexo del presente Documento. Las medidas se realizarán según la ITC-EA-07 del Real Decreto 1890/2008 y se aportará un dossier donde aparezcan los datos generales con los que se ha cumplimentado estas tablas.
 - Reportaje fotográfico de los aspectos más relevantes del sector: cuadros, luminarias, etc.
 - Consumo energético del sector. En este apartado se usará la **tabla 4** recogida en el Anexo del presente Documento, para indicar la situación actual de la facturación eléctrica y su coste anual. El apartado concluirá con la simulación de un recibo único anual donde se muestren todas los complementos de la facturación: valor de la potencia media medida, excesos de reactiva, etc. Asimismo, se mostrará el montante económico que alcanza cada concepto y el total de la factura.
- e) Actuaciones tendentes al ahorro energético y/o económico. Para la realización de este apartado se deberá tener en cuenta:
- Se deberá calcular el ahorro, tanto energético como económico, que conlleve cada actuación. Éste debe estar conveniente explicado, para ello se pueden emplear tanto fórmulas como tablas donde se muestre, claramente, el consumo anterior y el propuesto. También se pueden utilizar programas informáticos “ad hoc” para este fin.
 - Se deberá indicar los nuevos valores de iluminación que alcanzará el sector una vez realizada la actuación, para ello se “mostrarán” las “simulaciones” obtenidas en cada vía (incluido el factor de mantenimiento empleado según la ITC EA-06 del RD 1890/2008) previa comprobación del cumplimiento de la eficiencia energética mínima dependiendo del vial.



- Se debe mostrar, en una tabla final, la comparación de los niveles iniciales y finales de iluminación de las distintas tipologías de vías (**tabla 7** recogida en el Anexo del presente Documento).
 - A la conclusión del análisis de la actuación se realizará un estudio de la posible optimización de la tarifa eléctrica.
 - En cada actuación se deberá indicar los costes unitarios de los elementos sugeridos, así como el valor final de la inversión asociada y el periodo de retorno de la misma.
- f) Resumen de actuaciones e inversiones asociadas. Se deberán aportar los cuadros resumen de las diversas opciones propuestas. La información que debe contener cada cuadro será:
- Sector donde se realiza la actuación y descripción de la misma.
 - Ahorro energético y económico que proporciona la actuación.
 - Inversión y tiempo de retorno asociados a la actuación

3.- MARCO NORMATIVO TÉCNICO.

- Directiva 2012/27UE de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE.
- Directiva de baja tensión 2006/95/CE. Relativa a la aproximación a las Legislaciones de los estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética y por la que se deroga la directiva 89/336/CE
- Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía
- Real Decreto 187/2011, de 18 de febrero, relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía
- 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 AE-07.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT-01 a ITC-BT-52.
- Real Decreto 154/1995, por el que se modifica el Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, sobre exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Orden Circular 36/2015, de 24 de febrero, sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles. Tomos I y II.
- Requerimientos técnicos exigibles para luminarias con tecnología LED de alumbrado exterior. IDAE, CEI.
- Reglamento Delegado (UE) N° 2015/1428. (Lámparas fluorescentes sin balastos integrados, para lámparas de descarga de alta intensidad y para balastos y luminarias que puedan funcionar con dichas lámparas)



- Reglamento Delegado (UE) N° 1194/2012 de 12 de diciembre de 2012 por el que se aplica la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que atañe a los requisitos de diseño ecológico aplicables a las lámparas direccionales, a las lámparas LED y a sus equipos
- UNE-EN 60598-1. Luminarias. Requisitos generales y ensayos.
- UNE-EN 60598-2-3. Luminarias. Requisitos particulares. Luminarias de alumbrado público.
- UNE-EN 60598-2-5. Luminarias. Requisitos particulares. Proyectores.
- UNE-EN 62471-2009. Seguridad fotobiológica de lámparas y aparatos que utilizan lámparas.
- UNE-EN 61000-3-2. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-2: Límites. Sección 3: Limitación de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en las redes públicas de suministro de baja tensión para equipos con corriente de entrada ≤ 16 A por fase y no sujetos a una conexión condicional.
- UNE-EN 55015. Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.
- Protocolo de auditorías de alumbrado público. IDAE.
- Marcado CE: Declaración de conformidad y Expediente Técnico, tanto de la luminaria como de sus componentes.
- Certificados sobre los requisitos exigidos a la luminaria/proyector, que sean de aplicación.
- Certificados sobre el grado de hermeticidad de la luminaria, conjunto óptico y general.

Además de la normativa arriba referenciada, la empresa adjudicataria deberá tener en cuenta cualquier normativa que le sea de aplicación.



4.- ANEXOS.

En este apartado se especifican las tablas a cumplimentar para el desarrollo de las auditorías. Estas tablas se basan en el "Protocolo de Auditorías Energéticas de las Instalaciones de Alumbrado Público Exterior", realizado por el I.D.A.E. en colaboración con el C.E.I. y publicado en octubre de 2008.

TABLA 1. SITUACION Y CARACTERISTICAS BASICAS DEL SECTOR

DATOS GENERALES DEL CUADRO			
LOCALIDAD		PROVINCIA	
DIRECCION		C.P.	
CIF. ABONADO		COOR. UTM	
Nº CONTRATO			
CUP			
Nº CONTADOR			
ELEMENTOS CORRECTORES ENERGÍA REACTIVA			
CONDENSADORES FIJOS CABECERA			
CONDENSADORES FIJOS + CONTACTOR			
BATERÍA AUTOMÁTICA			
COMPENSACION PUNTO DE LUZ			
CARACTERISTICAS CONTROL Y REGULACION CUADRO			
SISTEMA DE CONTROL DE ENCENDIDO		CELULA FOTOELECTRICA	
		RELOJ	
		PROGRAMA ASTRONÓMICO	
		OTROS	
MANIOBRA DEL 50%		SI	
SISTEMA DE REGULACION DE FLUJO		SI	
		NO	

TABLA 2. TOPOGRAFIA E INVENTARIO DE LOS ELEMENTOS DE ALUMBRADO EXTERIOR DE LAS VIAS

CALLE	TIPO DE VIA	Nº DE PUNTOS DE LUZ	ANCHURA (m)		INTERDISTANCIA (m)	ALTURA PUNTOS DE LUZ (m)	DISPOSICION LUMINARIAS	TIPO LUMINARIA	TIPO LAMPARA (W)	POTENCIA SISTEMA (W)	TOTAL
			CALZADA (m)	ACERA (m)							
TOTAL											



TABLA 3. MEDIDAS ELÉCTRICAS

MEDIDAS ELECTRICAS		
POTENCIA (Kw) reduccion de flujo	Sin	FASE R
		FASE S
		FASE T
INTENSIDAD (A) reduccion de flujo	Sin	FASE R
		FASE S
		FASE T
TENSION (V) reduccion de flujo	Sin	FASE R
		FASE S
		FASE T
COSENO φ	Sin	FASE R
		FASE S
		FASE T

(* En caso de que exista un reductor de flujo o maniobra del 50%, repetir las medidas en dichas condiciones.

TABLA 4. CONSUMO DETALLADO DEL SECTOR DE ALUMBRADO EXTERIOR

MES	Fecha lectura anterior	Fecha lectura actual	POTENCIA MAXIMETRO	CONSUMO POR PERIODOS	CONSUMO TOTAL	CONSUMO REACTIVA	COSENO φ
TOTAL							

(1) En caso de facturarse por periodos se deberá describir el consumo en cada uno de ellos.

TABLA 5. DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE ALUMBRADO EXTERIOR POR SECTORES

SECTOR	DIRECCION	CUPS	TARIFA	DISCR. HORARIA	POTENCIA CONTRATADA (Kw)	CONSUMO ANUAL (kWh)	COSTE ANUAL (€)	PRECIO kWh (€)
1								
2								
.....								
N								
TOTAL								

TABLA 6. TABLA NIVELES DE ILUMINACION

VIA	TIPO DE VIA	Em (lux)	Um	ξ (m ² lux/W)	Calificacion energética.
TOTAL					

TABLA 7. NIVELES INICIALES Y FINALES DE ILUMINACION

VIA	TIPO DE VIA	ACTUAL				PROPUESTA			
		Em (lux)	Um	ξ (m ² lux/W)	Calificacion energética.	Em (lux)	Um	ξ (m ² lux/W)	Calificacion energética.
TOTAL									



TABLA 8. RATIOS DE ALUMBRADO EXTERIOR

RATIOS DEL ALUMBRADO EXTERIOR	
NUMERO DE HABITANTES DEL MUNICIPIO	hab
POTENCIA INSTALADA POR HABITANTE	W/hab
CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA POR HABITANTE	Wh/hab año
PUNTOS DE LUZ POR 1000 HABITANTES	PL/1000 hab
SUPERFICIE VIALES ASOCIADOS AL CUADRO	m ² /c
RELACION POTENCIA INSTALADA SUPERFICIE POBLACION	W/m ²
FACTURACION ANUAL DIVIDA POR POTENCIA UTIL INSTALADA	€/kW
kWh ANUALES CONSUMIDOS POR NUMERO DE kW INSTALADOS	kWh/kW