



# PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

Octubre de 2008

## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

### INDICE

- 1.- OBJETO
  - 2.- ALCANCE DE LOS TRABAJOS DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA.
  - 3.- TOMA DE DATOS DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.
  - 4.- AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO
  - 5.- PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS
  - 6.- REGLAMENTACIÓN Y NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.
  - 7.- RECOMENDACIONES INTERNACIONALES
  - 8.- OTRAS RECOMENDACIONES
- 
- ANEXO I.- EFICIENCIA ENERGÉTICA, NIVELES DE ILUMINACIÓN Y RESPLANDOR LUMINOSO
- ANEXO II.- FICHAS DE CAMPO

## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

### 1.- OBJETO

El objeto de este documento es facilitar un procedimiento de actuación con el alcance de los trabajos para la realización de una auditoría energética de instalaciones de alumbrado público exterior.

Por auditoría energética entendemos el análisis de situación que nos permite conocer el modo de explotación, funcionamiento y prestaciones de unas instalaciones de alumbrado, el estado de sus componentes, sus consumos energéticos y sus correspondientes costes de explotación, con el objetivo de:

- ✓ Mejorar la eficiencia y el ahorro energético de estas instalaciones.
- ✓ Adecuar y adaptar estas instalaciones a la normativa vigente.
- ✓ Limitar el resplandor luminoso y su contaminación lumínica.

### 2.- ALCANCE DE LOS TRABAJOS DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA.

La auditoría energética debe abarcar a todas las instalaciones de alumbrado público de titularidad municipal, tanto ejecutadas por el propio Ayuntamiento como recibidas o asimiladas de promociones privadas, abarcando tanto a la iluminación vial, sea funcional o ambiental, como a la ornamental y a cualquier otro tipo de instalación de iluminación exterior fija que se considere susceptible de incluir en la auditoría.

El alcance de los trabajos a realizar será:

- ✓ Toma de datos inicial
- ✓ Auditoría energética de cada una de las instalaciones de alumbrado
- ✓ Análisis del cumplimiento de normativas
- ✓ Elaboración de propuestas de actuación

### 3.- TOMA DE DATOS DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.

El trabajo a desarrollar en la auditoría debe permitir conocer el estado físico de las instalaciones de alumbrado respecto a un uso racional de la energía que consumen y a su aptitud para cumplir el fin para el que fueron diseñadas y ejecutadas, cumpliendo la normativa que le sea de aplicación.

El punto de partida del presente trabajo es el acceso a la información de base del diseño y características de las instalaciones de alumbrado, con los criterios asumidos en su día como premisas respecto a la funcionalidad perseguida en los espacios iluminados.

Esta información deberá ser aportada por los servicios técnicos del Ayuntamiento, al estar contenida en la documentación y planos de los proyectos originales y replanteos o reformas acometidas con posterioridad.

## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

Analizada esta información de base, el Auditor procederá a realizar una labor de campo in situ para la toma de datos de la situación actual de las instalaciones de alumbrado que sirva para la realización de los distintos análisis técnicos. Para ello, realizará sobre cada una de las instalaciones de alumbrado público el análisis de los elementos integrantes de la misma, de acuerdo con las fichas que se adjuntan en el Anexo 2, que deberán ser identificadas de forma absoluta a la misma.

- a) El Auditor realizará las mediciones correspondientes de todos los parámetros eléctricos incluidos en las fichas, como pueden ser:
  - Tensión entre fases, fases y neutro
  - Corriente en cada fase
  - Potencia activa
  - Potencia reactiva
  - Factor de potencia
  - etc.
- b) Igualmente, realizará las mediciones y cálculos de los parámetros lumínicos de cada tipo de instalación:
  - Flujos luminosos y niveles de iluminación
  - Luminancias e iluminancias
  - etc.
- c) Para la realización de estas mediciones y la obtención de los datos necesarios, el Auditor deberá disponer de los equipos de medida necesarios, tales como:
  - ✓ Registradores de intensidad y tensión
  - ✓ Tenaza amperimétrica y voltimétrica
  - ✓ Analizador de redes
  - ✓ Luxómetro - luminancímetro
  - ✓ etc.

A tal efecto, y con carácter enunciativo y no limitativo, se analizarán los siguientes aspectos:

### 1) Inventario desglosado de la instalación y de sus componentes:

Identificación de la situación de cada uno de los centros de mando existentes, sus elementos, su estado, etc.

- Cuadros eléctricos de mando y control.
  - Identificación de los componentes.
  - Características mecánicas.
  - Características eléctricas.
  - Protecciones.

## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

- Líneas de salida.
- Puntos de luz por línea.
- Características de los puntos.

Identificación de cada uno de los suministros eléctricos a cada cuadro de mando y control.

- Líneas de distribución y acometida.
  - Tipo de líneas.
  - Ubicación y características.
  - Secciones.
  - Protecciones.

Identificación de los puntos de luz en cuanto a su distribución, que pertenecen a cada cuadro de mando y control.

- Puntos de luz. Disposición.
  - Ubicación.
  - Características.
  - Disposición.
  - Tipología.

Identificación de todas y cada una de las luminarias en cuanto a sus características, que pertenecen a cada cuadro de mando y control.

- Tipo de luminarias.
  - Ubicación.
  - Características.
  - Disposición.
  - Tipología.

Identificación de todas y cada una de las lámparas en cuanto a sus características, que pertenecen a cada cuadro de mando y control.

- Tipos de lámparas.
  - Características.
  - Identificación.
  - Potencia.
  - Tipología.

Identificación de todos y cada uno de los equipos de arranque de las lámparas en cuanto a sus características, tipo electromagnético o electrónico, nivel de encendido, etc., que pertenecen a cada cuadro de mando y control.

- Equipos de encendido.
  - Características.

## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

- Identificación de los elementos
- Sistema.
- Posibilidades de variación.

Identificación de cada uno de los sistemas de regulación y control, por lámpara, por línea o general, que pertenecen a cada cuadro de mando y control.

- Sistemas de regulación y control.
  - Características.
  - Sistema.
  - Capacidad del mismo.

Identificación de todas y cada una de las protecciones, tanto de entrada como de salida de línea, que pertenecen a cada cuadro de mando y control.

- Protecciones.
  - Características.
  - Tipología.

Realización de una valoración general de la situación y estado de cada uno de los componentes en cada instalación.

- Valoración general.

### 2) Análisis funcional de las instalaciones:

Se realizará un análisis de la tipología de funcionamiento de las distintas instalaciones de alumbrado.

- Tipos de vía.
- Niveles de iluminación (Iluminancia)
- Niveles de iluminación (luminancia)
- Flujo hemisférico superior instalado
- Parámetro y criterios de calidad
- Uniformidades x Parámetros eléctricos
- Cumplimiento del REBT-ITC-09

### 3) Análisis energético de las instalaciones:

Se analizarán los parámetros de consumo y eficiencia energética.

- Potencia instalada
- Potencia reducida
- Elementos de medida

## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

- Características.
- Tipología.
- Número de elementos.
- Elementos de reducción de potencia
  - Características
  - Tipología
- Sistemas de maniobra y protección.
  - Características.
  - Tipología.
- Índices de eficiencia energética.
- Coeficientes de utilización.
- Rendimiento de la instalación.

#### 4) Mantenimiento y gestión. Horarios de funcionamiento:

Por último es importante conocer bajo que condiciones se está gestionando y manteniendo cada una de las instalaciones que conforman el alumbrado público del municipio.

- Régimen de funcionamiento general.
- Régimen de funcionamiento reducido.
- Régimen general de utilización.
- Horario anual de funcionamiento.

### 4.- AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO

Esta fase contempla el análisis de la información obtenida, persiguiendo repartir el gasto energético por ratios relativos a la actividad desarrollada o el servicio atendido, y evaluando la eficiencia de los distintos equipos e instalaciones, determinando con ello las posibles actuaciones a acometer para su optimización en el gasto energético o su adecuación a normativas y reglamentos.

En este sentido, el análisis de eficiencia energética versará en gran medida sobre el diseño de este tipo de instalaciones, basándose en aspectos relativos a la definición de espacios iluminados, implantación de sistemas de regulación y control, optimización de potencias instaladas, limitación del resplandor luminoso y de la luz intrusa, y de todo ello, valorando la calidad de las instalaciones en estos aspectos.

Además, serán tenidos en consideración los criterios establecidos por organismos competentes en el uso y optimización energética de instalaciones como, por ejemplo, los establecidos por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.- IDAE y el Comité Español de la Iluminación.- CEI en su Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación, u otros criterios o recomendaciones como las que se relacionan más adelante.

## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

Igualmente, se analizarán las posibles pautas, procedimientos o sistemas adoptados en el municipio para el uso racional de la energía en sus instalaciones de alumbrado, como programas de gestión, de contabilidad energética, etc.

### 5.- PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

La presentación de los resultados seguirá el guión establecido en este documento y deberá reflejar los datos obtenidos en la cumplimentación del cuestionario de características, las mediciones realizadas sobre equipos, instalaciones y espacios iluminados, los ratios o consumos específicos obtenidos, así como la evaluación del grado de eficiencia de aquellos sistemas o subsistemas que se considere afectan de forma propia al consumo global de las instalaciones.

- a) Se incluirá una evaluación técnica del funcionamiento de cada instalación, con observaciones relativas a las medidas correctoras que se deberían adoptar para la perfecta explotación de la misma.
- b) El Auditor propondrá las reformas que fueran precisas para alcanzar el máximo ahorro energético en la explotación de las instalaciones y el cumplimiento de los parámetros de calidad de las mismas, en función del análisis de todos los datos obtenidos del estudio de la instalación.

Las posibles mejoras serán valoradas en términos energéticos y económicos.

El documento final incluirá el escenario de la situación actual del alumbrado en el municipio mediante un cuadro resumen donde se refleje el nº de puntos de luz, la potencia instalada, las horas de funcionamiento anuales y su consumo y coste anuales de energía. Este mismo cuadro se cumplimentará para el escenario futuro, asumidas las reformas propuestas, y con las consecuencias energéticas y económicas derivadas de su implantación.

La evaluación económica incluirá el alcance de la realización de las medidas propuestas, así como los periodos de amortización propuestos de menor a mayor:

- ✓ Medidas con periodo de amortización menor de un año.
- ✓ Medidas con periodo de amortización menor de tres años.
- ✓ Medidas con periodo de amortización superior a tres años.

El informe final será complementado, en sus distintos capítulos, con información descriptiva de aquellas técnicas o nuevas tecnologías que le fueran de aplicación, puestas en el mercado para la mejora de la eficiencia energética de las instalaciones y la reducción de su impacto ambiental: lámparas de menor consumo específico, luminarias con limitación de flujo al hemisferio superior, sistemas de regulación y control, etc.



## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

El Auditor presentará la documentación en soporte gráfico y en soporte informático, lo que permitirá la posterior utilización por parte del Ayuntamiento. Asimismo, realizará la preparación técnica suficiente del personal encargado de la explotación y gestión de las instalaciones para la utilización de esta Auditoría.

### 6.- REGLAMENTACIÓN Y NORMAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.

- Orden de 04/06/1984, CONSTRUCCIÓN. Norma Tecnológica de la Edificación NTE-IER "Instalaciones de Electricidad. Red Exterior". Órgano emisor: Ministerio Obras Públicas y Urbanismo. BOE 19/06/1984
- Real Decreto 2642/1985 de 18/12/1985, INDUSTRIAS EN GENERAL. Especificaciones técnicas de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico) y su homologación Órgano emisor: Ministerio Industria y Energía. BOE 24/01/1986
- Orden de 16/05/1989, INDUSTRIAS EN GENERAL. Modifica el anexo del Real Decreto 2642/1985, de 18-12-1985, sobre especificaciones técnicas de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico) y su homologación Órgano emisor: Ministerio Industria y Energía. BOE 15/07/1989
- Real Decreto 401/1989 de 14/04/1989, SIDEROMETALURGIA. Modifica Real Decreto 2642/1985, de 18-12-1985, sobre sujeción a especificaciones técnicas y homologación de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico). Órgano emisor: Ministerio Industria y Energía. BOE 26/04/1989
- Orden de 12/06/1989, SIDEROMETALURGIA. Establece la certificación de conformidad a normas como alternativa a la homologación de los candelabros metálicos (báculos y columnas de alumbrado exterior y señalización de tráfico). Órgano emisor: Ministerio Industria y Energía. BOE 07/07/1989
- Resolución de 25/10/2005, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se regula el período transitorio sobre la entrada en vigor de las normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad, de Endesa Distribución S.L.U. en el ámbito de esta Comunidad Autónoma Órgano emisor: Conserjería de Innovación, ciencia y empresa. BOJA 22/11/2005
- Real Decreto 842/2002 de 02/08/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. Órgano emisor: Ministerio de Ciencia y Tecnología. BOE 18/09/2002
- Real Decreto 1955/2000 de 01/12/2000, ELECTRICIDAD. Regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de

## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

autorización de instalaciones de energía eléctrica. Órgano emisor: Ministerio Economía. BOE 27/12/2000

Y todas aquellas que, aunque no se relacionen en este listado, pudieran ser de obligado cumplimiento en función del tipo de tarea a realizar.

### 7.- RECOMENDACIONES INTERNACIONALES

- Vocabulario internacional de iluminación. Publicación CIE 17.4: 1987
- Modelo Analítico para la Descripción de la Influencia de los Parámetros de Alumbrado en las Prestaciones Visuales. Publicación CIE 19.21/22: 1981
- Recomendaciones para la Iluminación de Autopistas. Publicación CIE 23: 1973
- Cálculo y mediciones de la luminancia y la iluminancia en el alumbrado de carreteras. Publicación CIE 30.2: 1982
- Deslumbramiento y uniformidad en las instalaciones de alumbrado de carreteras. Publicación CIE 31: 1936
- Puntos especiales en alumbrado público. Publicación CIE 32/AB: 1977
- Depreciación y mantenimiento de instalaciones de alumbrado público. Publicación CIE 33: 1977
- Luminarias para alumbrado de carreteras: datos fotométricos, clasificación y prestaciones. Publicación CIE 34: 1977
- Alumbrado de carreteras en condiciones mojadas. Publicación CIE 47: 1979
- Retrorreflexión: definición y mediciones. Publicación CIE 54: 1982
- Alumbrado de la entrada de túneles: fundamentos para determinar la luminancia en la zona de umbral. Publicación CIE 61: 1984
- Pavimentos de carreteras y alumbrado. Publicación CIE 66: 1984
- Medición del flujo luminoso. Publicación CIE 84: 1989
- Guía para la iluminación de túneles y pasos inferiores. Publicación CIE 88: 1990
- Iluminación de carreteras como contramedida a los accidentes. Publicación CIE 93: 1992
- Guía para la iluminación con proyectores. Publicación CIE 94: 1993
- Contraste y visibilidad. Publicación CIE 95: 1992
- Fundamentos de la tarea visual en la conducción nocturna.- Publicación CIE 100: 1992
- Recomendaciones para el alumbrado de carreteras con tráfico motorizado y peatonal. Publicación CIE 115: 1995
- Fotometría y gonio fotometría de las luminarias. Publicación CIE 121: 1996
- Guía para minimizar la luminosidad del cielo. Publicación CIE 126: 1997
- Guía para el alumbrado de áreas de trabajo exteriores. Publicación CIE 129: 1998
- Métodos de diseño para el alumbrado de carreteras. Publicación CIE 132: 1999
- Guía para la iluminación de áreas urbanas. Publicación CIE 136: 2000
- Métodos de cálculo para la iluminación de carreteras. Publicación CIE 140: 2000
- Recomendaciones para las Exigencias de la Visión en Color para el Transporte. Publicación CIE 143: 2001
- Características Reflectantes de las Superficies de las Calzadas y de las Señales de

## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

Tráfico. Publicación CIE 144: 2001

### 8.- OTRAS RECOMENDACIONES

- Normativa para la Protección del Cielo. Criterios en alumbrados exteriores. (Instituto Astrofísica de Canarias).
- Informe técnico CEI. "Guía para la reducción del resplandor luminoso nocturno"(Marzo 1999).
- Recomendaciones para la Iluminación de Carreteras y Túneles del Ministerio de Fomento de 1999.
- Recomendaciones CELMA.
- Recomendaciones relativas al Alumbrado de las Vías Públicas, de la Asociación Francesa de Iluminación AFE.
- Resumen de recomendaciones para la iluminación de instalaciones de exteriores o en recintos abiertos. (Ofic. Tec. para la protección de la calidad del cielo: versión junio 2001).
- CIE Division 5 Exterior and Other Lighting Applications.
- TC5.12-Obstrusive Light: Guide on the limitation of the effects of obstrusive light from outdoor lighting installations (Final Draft -January 2001).
- Guía para la Eficiencia Energética en Alumbrado Público (IDAE-CEI), de marzo de 2001.
- Draft Report de 21 de Junio de 2001 de CEN/TC 169. (Comité Europeo de Normalización).
- Normativa para la protección del cielo (Instituto de Astrofísica de Canarias).

## ANEXO 1

# EFICIENCIA ENERGÉTICA, NIVELES DE ILUMINACIÓN Y RESPLANDOR LUMINOSO

## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

Se adjunta en el presente documento una relación de definiciones, valores y niveles de iluminación que deberán servir como referencia en la ejecución de la auditoría del alumbrado exterior de un municipio a la hora de cuantificar, valorar y comparar los resultados obtenidos.

### EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN

La eficiencia energética de una instalación de alumbrado exterior se define como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

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

siendo:

- $\epsilon$  = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ( $\text{m}^2 \cdot \text{lux}/\text{W}$ )
- $P$  = potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W);
- $S$  = superficie iluminada ( $\text{m}^2$ );
- $E_m$  = iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux);

La eficiencia energética se puede determinar mediante la utilización de los siguientes factores:

- $\epsilon_L$  = eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares ( $\text{lum}/\text{W} = \text{m}^2 \text{lux}/\text{W}$ );
- $f_m$  = factor de mantenimiento de la instalación (en valores por unidad)
- $f_u$  = factor de utilización de la instalación (en valores por unidad)

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

**Eficiencia de la lámpara y equipos auxiliares ( $\epsilon_L$ ):** Es la relación entre el flujo luminoso emitido por una lámpara y la potencia total consumida por la lámpara más su equipo auxiliar.

**Factor de mantenimiento ( $f_m$ ):** Es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales.

**Factor de utilización ( $f_u$ ):** Es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias.

El factor de utilización de la instalación es función del tipo de lámpara, de la distribución de la intensidad luminosa y rendimiento de las luminarias, así como de la geometría de la instalación, tanto en lo referente a las características dimensionales de la superficie a iluminar (longitud y anchura), como a la disposición de las luminarias en la instalación de alumbrado exterior (tipo de implantación, altura de las luminarias y separación entre puntos de luz).

## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

Para mejorar la eficiencia energética de una instalación de alumbrado se podrá actuar incrementando el valor de cualquiera de los tres factores anteriores, de forma que la instalación más eficiente será aquella en la que el producto de los tres factores -eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares y factores de mantenimiento y utilización de la instalación- sea máximo.

A la hora de proponer una reforma de la instalación de alumbrado, se tendrán en consideración los siguientes aspectos:

- a) Se iluminará únicamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- b) Se instalarán lámparas de elevada eficacia luminosa compatibles con los requisitos cromáticos de la instalación.
- c) Se utilizarán luminarias y proyectores de rendimiento luminoso elevado.
- d) El equipo auxiliar será de pérdidas mínimas.
- e) El factor de utilización de la instalación será el más elevado posible.
- f) El factor de mantenimiento de la instalación será el mayor alcanzable.

## NIVELES DE ILUMINACIÓN

### Clasificación de vías

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece en la Tabla 1.

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

Tabla 1 – Clasificación de las vías

### Clases de alumbrado

En las tablas siguientes se definen las clases de alumbrado para las diferentes situaciones de proyecto correspondientes a la clasificación de vías anteriores.

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
A1	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías).</b> Intensidad de tráfico Alta (IMD) <math>\geq 25.000</math> ..... Media (IMD) <math>\geq 15.000</math> y <math>&lt; 25.000</math> ..... Baja (IMD) <math>&lt; 15.000</math> .....</li> </ul>	ME1 ME2 ME3a
	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas).</b> Intensidad de tráfico Alta (IMD) <math>&gt; 15.000</math> ..... Media y baja (IMD) <math>&lt; 15.000</math> .....</li> </ul>	ME1 ME2
A2	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Carreteras interurbanas sin separación de aceras o carriles bici.</b></li> <li><b>Carreteras locales en zonas rurales sin vía de servicio.</b> Intensidad de tráfico IMD <math>\geq 7.000</math> ..... IMD <math>&lt; 7.000</math> .....</li> </ul>	ME1 / ME2 ME3a / ME4a
A3	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Vías colectoras y rondas de circunvalación.</b></li> <li><b>Carreteras interurbanas con accesos no restringidos.</b></li> <li><b>Vías urbanas de tráfico importante, rápidas radiales y de distribución urbana a distritos.</b></li> <li><b>Vías principales de la ciudad y travesía de poblaciones.</b> Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. IMD <math>\geq 25.000</math> ..... IMD <math>\geq 15.000</math> y <math>&lt; 25.000</math> ..... IMD <math>\geq 7.000</math> y <math>&lt; 15.000</math> ..... IMD <math>&lt; 7.000</math> .....</li> </ul>	ME1 ME2 ME3b ME4a / ME4b

<sup>(\*)</sup> Para todas las situaciones de proyecto (A1, A2 y A3), cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 2 – Clases de alumbrado para vías tipo A

PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
B1	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante.</b></li> <li><b>Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.</b></li> </ul>	ME2 / ME3c ME4b / ME5 / ME6
	Intensidad de tráfico IMD ≥ 7.000 ..... IMD < 7.000 .....	
B2	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Carreteras locales en áreas rurales.</b></li> </ul>	ME2 / ME3b ME4b / ME5
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.  IMD ≥ 7.000 ..... IMD < 7.000 .....	

<sup>(\*)</sup> Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 3 – Clases de alumbrado para vías tipo B

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
C1	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas</b></li> </ul>	S1 / S2 S3 / S4
	Flujo de tráfico de ciclistas Alto ..... Normal .....	
D1 - D2	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías.</b></li> <li><b>Aparcamientos en general.</b></li> <li><b>Estaciones de autobuses.</b></li> </ul>	CE1A / CE2 CE3 / CE4
	Flujo de tráfico de peatones Alto ..... Normal .....	
D3 - D4	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada</b></li> <li><b>Zonas de velocidad muy limitada</b></li> </ul>	CE2 / S1 / S2 S3 / S4
	Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto ..... Normal .....	

<sup>(\*)</sup> Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 4 – Clases de alumbrado para vías tipos C y D

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado <sup>(*)</sup>
E1	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.</b></li> <li><b>Paradas de autobús con zonas de espera</b></li> <li><b>Áreas comerciales peatonales.</b></li> </ul>	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
	Flujo de tráfico de peatones Alto ..... Normal .....	
E2	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones.</b></li> </ul>	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
	Flujo de tráfico de peatones Alto ..... Normal .....	

<sup>(\*)</sup> Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Tabla 5 – Clases de alumbrado para vías tipo E



**PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR**

Cuando para una determinada situación de proyecto e intensidad de tráfico puedan seleccionarse distintas clases de alumbrado, se elegirá la clase teniendo en cuenta la complejidad del trazado, el control de tráfico, la separación de los distintos tipos de usuarios y otros parámetros específicos.

Niveles de iluminación de los viales

En la tabla siguiente se reflejan los requisitos fotométricos aplicables a las vías correspondientes a las diferentes clases de alumbrado.

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia <sup>(4)</sup> Media $L_m$ (cd/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	Uniformidad Global $U_o$ [mínima]	Uniformidad Longitudinal $U_l$ [mínima]	Incremento Umbral $TI$ (%) <sup>(2)</sup> [máximo]	Relación Entorno $SR$ <sup>(3)</sup> [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	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	Sin requisitos

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

<sup>(2)</sup> Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI).

<sup>(3)</sup> La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

<sup>(4)</sup> Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminancia, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

**Tabla 6 – Series ME de clase de alumbrado para viales secos tipos A y B**

En la tabla 7 se concretan los niveles de iluminación de las series MEW de clases de alumbrado a aplicar en aquellas zonas geográficas en las que la intensidad y persistencia de la lluvia provoque que, durante una parte significativa de las horas nocturnas a lo largo del año, la superficie de la calzada permanezca mojada (aproximadamente 120 días de lluvia anuales). En ella se incluye un requisito adicional de uniformidad global con calzada húmeda para evitar la degradación de las prestaciones durante los periodos húmedos.

**PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR**

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas y húmedas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores	
	Calzada seca		Calzada húmeda			
	Luminancia Media $L_m$ (cd/m <sup>2</sup> ) <sup>(1)</sup>	Uniformidad Global $U_o$ [mínima]	Uniformidad Longitudinal $U_l$ <sup>(2)</sup> [mínima]			Uniformidad Global $U_o$ [mínima]
MEW1	2,00	0,40	0,60	0,15	10	0,50
MEW2	1,50	0,40	0,60	0,15	10	0,50
MEW3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,50
MEW4	0,75	0,40	Sin requisitos	0,15	15	0,50
MEW5	0,50	0,35	Sin requisitos	0,15	15	0,50

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

<sup>(2)</sup> Este criterio es voluntario pero puede utilizarse, por ejemplo, en autopistas, autovías y carreteras de calzada única de doble sentido de circulación y accesos limitados.

<sup>(3)</sup> Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI)

<sup>(4)</sup> La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan áreas contiguas a la calzada con sus propios requerimientos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

<sup>(5)</sup> Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminancia, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

**Tabla 7 – Series MEW de clase de alumbrado para viales húmedos tipos A y B**

Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media $E_m$ (lux) <sup>(1)</sup>	Iluminancia mínima $E_{min}$ (lux) <sup>(1)</sup>
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

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

**Tabla 8 – Series S de clase de alumbrado para viales tipos C, D y E**

PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

Clase de Alumbrado ( <sup>1</sup> )	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media <i>Em (lux)</i> [mínima mantenida <sup>(1)</sup> ]	Uniformidad Media <i>Um</i> [mínima]
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

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

(<sup>2</sup>) También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas.

**Tabla 9 – Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E**

### Niveles de iluminación de alumbrados específicos

Se consideran alumbrados específicos los que corresponden a pasarelas peatonales, escaleras y rampas, pasos subterráneos peatonales, alumbrado 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 y áreas de trabajo exteriores, así como cualquier otro que pueda asimilarse a los anteriores.

Los requisitos fotométricos serán los especificados a continuación.

- Alumbrado de Pasarelas Peatonales, Escaleras y Rampas

La clase de alumbrado será CE2 y, en caso de riesgo de inseguridad ciudadana, podrá adoptarse la clase CE1. Cuando existan escaleras y rampas de acceso, la iluminancia en el plano vertical no será inferior al 50% del valor en el plano horizontal de forma que se asegure una buena percepción de los peldaños.

- Alumbrado de Pasos Subterráneos Peatonales

La clase de alumbrado será CE1, con una uniformidad media de 0,5 pudiendo elevarse, en el caso de que se estime un riesgo de inseguridad alto, a CE0 y la misma uniformidad. Asimismo, en el supuesto de que la longitud del paso subterráneo peatonal así lo exija, deberá preverse un alumbrado diurno con un nivel luminoso de 100 lux y una uniformidad media de 0,5.

- Alumbrado Adicional de Pasos de Peatones

En el alumbrado adicional de los pasos de peatones, cuya instalación será prioritaria en aquellos pasos sin semáforo, la iluminancia de referencia mínimo en el plano vertical será de 40 lux, y una limitación en el deslumbramiento G2 en la dirección de circulación de vehículos y G3 en la dirección del peatón (tabla 10). La clase de alumbrado será CE1 en áreas comerciales e industriales y CE2 en zonas residenciales.

## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

- Alumbrado de Parques y Jardines

Los viales principales, tales como accesos al parque o jardín, sus paseos y glorietas, áreas de estancia y escaleras, que estén abiertos al público durante las horas nocturnas, deberán iluminarse como las vías de tipo E (tabla 5).

- Alumbrado de Pasos a Nivel de Ferrocarril

El nivel de iluminación sobre la zona de cruce, comenzando a una distancia mínima de 40 m y finalizando 40 m después, será CE2, recomendándose una clase de alumbrado CE1.

- Alumbrado de Fondos de Saco

El alumbrado de una calzada en fondo de saco se ejecutará de forma que se señalen con exactitud a los conductores los límites de la calzada. El nivel de iluminación de referencia será CE2.

- Alumbrado de Glorietas

Además de la iluminación de la glorieta el alumbrado deberá extenderse a las vías de acceso a la misma, en una longitud adecuada de al menos de 200 m en ambos sentidos.

Los niveles de iluminación para glorietas serán un 50% mayor que los niveles de los accesos o entradas, con los valores de referencia siguientes:

Iluminancia media horizontal	$E_m \geq 40 \text{ lux}$
Uniformidad media	$U_m \geq 0,5$
Deslumbramiento máximo	$GR \leq 45$

En zonas urbanas o en carreteras dotadas de alumbrado público, el nivel de iluminación de las glorietas será como mínimo un grado superior al del tramo que confluye con mayor nivel de iluminación.

- Alumbrado de Túneles y Pasos Inferiores

Se considerarán como valores de referencia, los niveles de iluminación especificados en la Publicación CIE 88 de 2004.

- Aparcamientos de vehículos al aire libre

El alumbrado de aparcamientos al aire libre cumplirá con los requisitos fotométricos de las clases de alumbrado correspondientes a la situación de proyecto D1-D2, establecidos en la tabla 4.

- Alumbrado de Áreas de Trabajo Exteriores



## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

Se considerarán como valores de referencia, los niveles de iluminación especificados en la norma EN 12464-2.

**PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR**

**Niveles de iluminación de alumbrados ornamentales**

Se consideran alumbrados ornamentales los que corresponden a la iluminación de fachadas de edificios y monumentos, así como estatuas, murallas, fuentes, etc., y paisajista de ríos, riberas, frondosidades, equipamientos acuáticos, etc.

Los valores de referencia de los niveles de iluminancia media en servicio, con mantenimiento de la instalación, del alumbrado ornamental serán los establecidos en la tabla 11.

NATURALEZA DE LOS MATERIALES DE LA SUPERFICIE ILUMINADA	NIVELES DE ILUMINANCIA MEDIA (Lux) <sup>(1)</sup>			COEFICIENTES MULTIPLICADORES DE CORRECCIÓN <sup>(2)</sup>			
	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

<sup>(1)</sup> Valores mínimos de iluminancia media en servicio con mantenimiento de la instalación sobre la superficie limpia iluminada con lámparas de incandescencia.

<sup>(2)</sup> 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

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

PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

## RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO

El resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica es la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, procedente, entre otros orígenes, de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas.

En la Tabla 1 se clasifican las diferentes zonas en función de su protección contra la contaminación luminosa, según el tipo de actividad a desarrollar en cada una de las zonas.

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	DESCRIPCIÓN
E1	<b>ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS:</b> 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	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA:</b> 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	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA:</b> Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.
E4	<b>ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD ALTA:</b> Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna.

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

### Limitaciones de las Emisiones Luminosas

Se limitarán las emisiones luminosas hacia el cielo en las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción de las de alumbrado festivo y navideño.

La luminosidad del cielo producida por las instalaciones de alumbrado exterior depende del flujo hemisférico superior instalado y es directamente proporcional a la superficie iluminada y a su nivel de iluminancia, e inversamente proporcional a los factores de utilización y mantenimiento de la instalación.

El flujo hemisférico superior instalado FHSinst o emisión directa de las luminarias a implantar en cada zona E1, E2, E3 y E4, no superará los límites establecidos en la tabla 2.

## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO $FHS_{INST}$
E1	$\leq 1\%$
E2	$\leq 5\%$
E3	$\leq 15\%$
E4	$\leq 25\%$

**Tabla 2 - Valores límite del flujo hemisférico superior instalado**

Además de ajustarse a los valores de la tabla 2, para reducir las emisiones hacia el cielo tanto directas, como las reflejadas por las superficies iluminadas, la instalación de las luminarias deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Se iluminará solamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- Los niveles de iluminación no deberán superar los valores máximos establecidos en las tablas de los Niveles de Iluminación.



# ANEXO II

## FICHAS DE CAMPO

## PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

Se adjunta en el presente documento una relación de fichas de campo que deberán servir como soporte o modelos de referencia en la ejecución de la auditoría del alumbrado exterior de un municipio a la hora de estructurar la información de los resultados obtenidos.

Se establecen tres bloques diferenciados de tipos de fichas:

- a) El primero, relativo a los datos de los cuadros generales de alumbrado, donde se contempla la descripción y la medida de parámetros relativos a su localización, acometida eléctrica, protecciones, equipos de medida, datos de facturación de la compañía eléctrica y los circuitos que de él parten hacia el resto de la instalación.

De este bloque se confeccionarán tantas fichas como cuadros eléctricos sean objeto de la auditoría.

- b) El segundo, relativo a los datos de las características propias de las instalaciones de alumbrado en los distintos tipos de vías, donde se contempla la descripción y la medida de parámetros relativos a la tipología de la instalación de alumbrado, sus niveles de iluminación y su grado de eficiencia energética.

De este bloque se confeccionarán tantas fichas como viales o espacios exteriores iluminados sean objeto de la auditoría.

- c) El tercero, relativo a la obtención de un conjunto de ratios o números índice que permitirán situar cualitativamente el nivel de alumbrado del municipio a efectos estadísticos.

PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

## CUADROS GENERALES DE ALUMBRADO

DATOS GENERALES DEL CUADRO			
LOCALIDAD		PROVINCIA	
DIRECCIÓN		C.P.	
CIF. ABONADO		COORD. UTM	
Nº IDENTIFICACIÓN SUMINISTRO			

ACOMETIDA ELÉCTRICA			
INDIVIDUAL	SI	LONGITUD (m)	
	NO	SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	
MONTAJE	AÉREA	MATERIAL	Cu
	SUBTERRÁNEA		Al
TIPO CONDUCTOR		AISLAMIENTO	
POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE (kW)			

CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN				
SITUACIÓN	ALOJADA EN CUADRO		SI	NO
	EXTERIOR		SI	NO
	OTRA SITUACIÓN (ESPECIFICAR)			
	COORDENADAS UTM			
GRADO DE PROTECCIÓN	IP		INT. NOMINAL FUSIBLE (A)	
	IK			

CUADRO DE PROTECCIÓN				
DIMENSIONES (m)	ALTO		UBICACIÓN	EXTERIOR
	ANCHO			INTERIOR
	FONDO			
MATERIAL	CONDUCTOR			
	AISLANTE			
	OTROS (Indicar)			
MONTAJE	PARED	ROTULACIÓN	SI	
	SUELO		NO	
LOS MÓDULOS COMPAÑÍA/PROPIEDAD			SEPARADOS	
			UNIDOS	
ENCENDIDO MANUAL	SI	TIPO ENCENDIDO	CELULA FOTOELÉCTRICA	
			RELOJ	
			PROGRAMADOR ASTRONÓMICO	
			OTROS	
		NO		

**PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR**

**PUESTA A TIERRA DEL CUADRO**

EXISTE	SI	
	NO	
TIPO	PICA	
	PLACA	
	OTROS (Explicar)	
SECCIÓN LÍNEA PRINCIPAL (mm <sup>2</sup> )		RESISTENCIA (Ω)

**PROTECCIONES GENERALES**

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO	CORTE OMNIPOLAR		SI	
			NO	
	POLOS (Nº)		INTENSIDAD (A)	
	TENSIÓN (V)		PODER DE CORTE (kA)	
REARMABLE	SI			
	NO			
INTERRUPTOR DIFERENCIAL	POLOS (Nº)		INTENSIDAD (A)	
	TENSIÓN (V)		PODER DE CORTE (kA)	
	SENSIBILIDAD (mA)			
	REARMABLE	SI		
NO				
REGULADOR EN CABECERA	SI	POTENCIA (kW)		
		FASES		
		TIPO REGULADOR		ESTÁTICO
			DINÁMICO	
			OTROS	
NO				

**EQUIPOS DE MEDIDA DE COMPAÑÍA**

COMPAÑÍA SUMINISTRADORA		
TRAFOS MEDIDA	SI	REL. TRANSFORMACIÓN
		CLASE DE TRAFOS
NO		
CONTADOR ACTIVA	SI	INTENSIDAD CONTADOR
		TENSIÓN CONTADOR
		RELACIÓN LECTURA
NO		
CONTADOR REACTIVA	SI	INTENSIDAD CONTADOR
		TENSIÓN CONTADOR
		RELACIÓN LECTURA
NO		
MAXÍMETRO	SI	INTENSIDAD CONTADOR
		TENSIÓN CONTADOR
		RELACIÓN LECTURA
NO		
CONTADOR INTEGRAL	SI	INTENSIDAD CONTADOR
		TENSIÓN CONTADOR
		RELACIÓN LECTURA
NO		
ICP	SI	INTENSIDAD NOMINAL
		Nº DE POLOS
NO		

**PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR**

<b>DATOS FACTURA COMPAÑÍA<sup>1</sup></b>			
SUMINISTRO N <sup>o</sup>			
PERÍODO		de	hasta
POTENCIA CONTRATADA (kW)			
POTENCIA MÁXIMA MARCADA EN EL MÁXIMETRO (kW)			
CONSUMO	POTENCIA ACTIVA (kW)	PUNTA	
		VALLE	
		LLANO	
	POTENCIA REACTIVA (KVA)	PUNTA	
		VALLE	
		LLANO	
IMPORTE RECIBO			

<sup>1</sup>Tantas fichas como recibos haya generado el cuadro analizado en el período de un año.

**PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR**

PROTECCIÓN, DIMENSIONADO Y CONSUMO DE LOS CIRCUITOS			
CIRCUITO Nº	1	2	3
INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO	POLOS (Nº)		
	INTENSIDAD (A)		
DIFERENCIAL	POLOS (Nº)		
	INTENSIDAD (A)		
	SENSIBILIDAD (mA)		
CONTACTOR	SI	NO	
	TIPO		
SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )			
MONTAJE	AÉREO	SUBTERRÁNEO	
FASES (Nº)			
DOBLE ENCENDIDO	FASE R	SI	NO
	FASE S	SI	NO
	FASE T	SI	NO
POTENCIA (kW) Sin reducción de flujo	FASE R		
	FASE S		
	FASE T		
INTENSIDAD (A) Sin reducción de flujo	FASE R		
	FASE S		
	FASE T		
TENSIÓN (V) Sin reducción de flujo	FASE R		
	FASE S		
	FASE T		
COS $\varphi$ Sin reducción de flujo			
POTENCIA (kW) Con reducción de flujo	FASE R		
	FASE S		
	FASE T		
INTENSIDAD (A) Con reducción de flujo	FASE R		
	FASE S		
	FASE T		
TENSIÓN (V) Con reducción de flujo	FASE R		
	FASE S		
	FASE T		
COS $\varphi$ Con reducción de flujo			

PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR

## INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EN LOS DISTINTOS TIPOS DE VÍAS Y ESPACIOS ILUMINADOS

INSTALACIÓN DE ALUMBRADO EXTERIOR	
LOCALIDAD	
DIRECCIÓN	
Nº DEL CUADRO GENERAL DE PROCEDENCIA	
DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO ILUMINADO	
TIPO DE VIA	
CLASE DE ALUMBRADO	
POTENCIA ACTIVA TOTAL INSTALADA	
SUPERFICIE ILUMINADA	

DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS				
		UNIDADES(Nº)	ALTURA (m)	INTERDISTANCIA (m)
TIPO SOPORTES	SUSPENDIDO			
	BRAZO MURAL			
	COLUMNA/BÁCULO			
	OTRO			
MATERIAL DEL SOPORTE				
DISPOSICIÓN	UNILATERAL	PROTECCIÓN INDIVIDUAL	MAGNETOTÉRMICO	
	TRESBOLILLO		FUSIBLE	
	OPOSICIÓN		NO EXISTE	
	CENTRAL			
DERIVACIÓN (mm <sup>2</sup> )		ESTADO SOPORTE	BIEN	
			MAL	
			REGULAR	

CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS						
TIPO DE LUMINARIA						
MATERIAL	POLIMERO	TIPO			ESTADO	BIEN
	ALUMINIO					MAL
	FUNDICIÓN					REGULAR
	OTROS					

**PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR**

**CARACTERÍSTICAS DE LA LÁMPARA**

TIPO	Nº DE LÁMPARAS	POTENCIA UNITARIA
VSAP		
VSBP		
HM		
MERCURIO		
FLUORESCENTE		
OTRO		

**REDUCCIÓN DE FLUJO**

		CON HILO DE MANDO	SIN HILO DE MANDO	VÍA TELEFONO	RADIO
SI	DOBLE NIVEL				
	TRIPLE NIVEL				
	ESTABILIZADOR-REDUCTOR				
	BALASTO ELECTRÓNICO				
NO					

**NIVELES DE ILUMINACIÓN**

ILUMINANCIA MEDIA (lux)	CON REDUCCIÓN	
	SIN REDUCCIÓN	
UNIFORMIDAD	MEDIA $\left( U_{med} = \frac{E_{min}}{E_{med}} \right)$	
	EXTREMA $\left( U_{ext} = \frac{E_{min}}{E_{max}} \right)$	
EFICIENCIA ENERGÉTICA	$\mathcal{E} = \frac{S \cdot E_m}{P}$	

**RESPLANDOR LUMINOSO**

CLASIFICACIÓN DE LA ZONA	
FLUJO HEMISFERIO SUPERIOR INSTALADO	



**PROTOCOLO DE AUDITORÍA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR**

**RATIOS DEL ALUMBRADO EXTERIOR**

<b>RATIOS DEL ALUMBRADO EXTERIOR</b>	
NUMERO DE HABITANTES DEL MUNICIPIO	hab
POTENCIA INSTALADA POR HABITANTE	W/hab
CONSUMO ENERGÍA ELÉCTRICA POR HABITANTE	Wh/hab año
PUNTOS DE LUZ POR 1.000 HABITANTES	PL/1000 hab
SUPERFICIE VIALES ASOCIADOS AL CUADRO	m <sup>2</sup> /c
RELACIÓN POTENCIA INSTALADA SUPERFICIE POBLACIÓN	W/m <sup>2</sup>
FACTURACIÓN ANUAL DIVIDIDA POR POTENCIA ÚTIL INSTALADA	€/kW
KWH ANUALES CONSUMIDOS POR NUMERO DE kW INSTALADOS	kWh/kW