

Instrucción Técnica Complementaria EA – 06
MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
DE LAS INSTALACIONES

ÍNDICE

1. GENERALIDADES.....	2
2. FACTOR DE MANTENIMIENTO	2
2.1.Factor de Mantenimiento de Luminarias con Lámparas de Descarga	3
2.2.Factor de Mantenimiento de Luminarias Equipadas con LED	4
2.3 Depreciación de la Superficies de Túneles y Pasos Inferiores	4
2.4 Grado de contaminación.....	5
3. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y SU REGISTRO.....	6

RESUMEN DE LAS PRINCIPALES MODIFICACIONES Y NOVEDADES:

- a) Se incluyen los aspectos de mantenimiento de las instalaciones que incorporan las luminarias LED

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-06
---------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------	-----------

1. GENERALIDADES

Las características y las prestaciones de una instalación de alumbrado exterior se modifican y degradan a lo largo del tiempo. Una explotación correcta y un buen mantenimiento permitirán conservar la calidad de la instalación, asegurar el mejor funcionamiento posible y lograr una idónea eficiencia energética.

Las características fotométricas y mecánicas de una instalación de alumbrado exterior se degradarán a lo largo del tiempo debido a numerosas causas, siendo las más importantes las siguientes:

- La baja progresiva del flujo emitido por las lámparas de descarga y los LED.
- El ensuciamiento de las fuentes de luz y del sistema óptico de la luminaria.
- El envejecimiento de los diferentes componentes del sistema óptico de las luminarias (reflector, refractor, cierre, etc.).
- El prematuro cese de funcionamiento de las fuentes de luz.
- Los desperfectos mecánicos debidos a accidentes de tráfico, actos de vandalismo, etc.

La peculiar implantación de las instalaciones de alumbrado exterior a la intemperie, sometidas a los agentes atmosféricos, el riesgo que supone que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles, así como la primordial función que dichas instalaciones desempeñan en materia de seguridad vial, así como de las personas y los bienes, obligan a establecer un correcto mantenimiento de las mismas.

Por tanto, para evitar en el transcurso del tiempo la degradación de las instalaciones de alumbrado exterior, se llevará a cabo un idóneo doble mantenimiento, el denominado preventivo que establecerá una programación en el tiempo consistente en realizar sobre las instalaciones un cierto número de intervenciones sistemáticas; y el mantenimiento correctivo que comprenderá una serie de operaciones necesarias para reponer las instalaciones averiadas o que han sufrido deterioro, a un correcto estado de funcionamiento.

Cuando se realice adecuadamente y de forma regular el mantenimiento preventivo, las operaciones de mantenimiento correctivo serán menos frecuentes e importantes.

2. FACTOR DE MANTENIMIENTO

El factor de mantenimiento (f_m) es la relación entre la iluminancia media en la zona iluminada después de un determinado período de funcionamiento de la instalación de alumbrado exterior (Iluminancia media en servicio- $E_{servicio}$), y la iluminancia media obtenida al inicio de su funcionamiento como instalación nueva (Iluminación media inicial- $E_{inicial}$).

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

El factor de mantenimiento será siempre menor que la unidad ($f_m < 1$), e interesará que resulte lo más elevado posible para una frecuencia de mantenimiento lo más baja que pueda llevarse a cabo.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-06
---------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------	-----------

La adopción del factor de mantenimiento (f_m) implica concretar desde el inicio de la elaboración del proyecto o memoria técnica de diseño un plan de mantenimiento que deberá contemplar la programación de los trabajos y su formación, que correspondan con el citado factor de mantenimiento.

El valor del factor de mantenimiento adoptado permitirá calcular en el proyecto o memoria técnica de diseño, la iluminancia media inicial (E_i) a la puesta en marcha de la instalación, para que la iluminancia media en servicio (E), a mantener en el transcurso del funcionamiento de la misma, esté garantizada durante toda la vida de la instalación al llevar a la práctica el plan de mantenimiento establecido. En ningún caso la iluminancia media en servicio deberá ser inferior a (E), lo que exigirá cumplir escrupulosamente el mencionado plan de mantenimiento.

El factor de mantenimiento será función fundamentalmente de:

- a) El tipo de lámpara de descarga y módulo LED, depreciación del flujo luminoso y su supervivencia en el transcurso del tiempo.
- b) La estanqueidad del sistema óptico de la luminaria mantenida a lo largo de su funcionamiento.
- c) La naturaleza y modalidad de cierre de la luminaria.
- d) La calidad y frecuencia de las operaciones de mantenimiento.
- e) El grado de contaminación de la zona donde se instale la luminaria.

2.1. Factor de Mantenimiento de Luminarias con Lámparas de Descarga

El factor de mantenimiento será el producto de los factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas de descarga, de su supervivencia y de depreciación de la luminaria, de forma que se verificará:

$$f_m = \text{FDfL} \cdot \text{FSL} \cdot \text{FDLU}$$

Siendo:

FDfL = factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara de descarga.

FSL = factor de supervivencia de la lámpara de descarga.

FDLU = factor de depreciación de la luminaria para lámpara de descarga.

En el caso de túneles y pasos inferiores de tráfico rodado y peatonal también se tendrá en cuenta el factor de depreciación de las superficies del recinto {FDSR}, de forma que se cumplirá:

$$f_m = \text{FDfL} \cdot \text{FSL} \cdot \text{FDLU} \cdot \text{FDSR}$$

Los factores de depreciación y supervivencia máximos admitidos se indican en las tablas 1, 2 y 3:

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-06
---------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------

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

Tipo de lámpara	Período 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
Halogenuros metálicos	0,82	0,78	0,76	0,76	0,73
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 de descarga (FSL)

Tipo de lámpara	Período 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
Halogenuros metálicos	0,98	0,97	0,94	0,92	0,88
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

Tabla 3- Factores de depreciación de las luminarias para lámparas de descarga (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
IP2X	Alto	0,53	0,48	0,45	0,43	0,42
	Medio	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53
	Baio	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78
IP5X	Alto	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
	Medio	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	Baio	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
IP6X	Alto	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83
	Medio	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	Baio	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.

2.2. Factor de Mantenimiento de Luminarias Equipadas con LED

Se considerará vida útil de la fuente de luz LED a la pérdida en el transcurso del tiempo de un determinado flujo luminoso o cantidad de luz en una instalación de alumbrado exterior. Se expresará con los siguientes parámetros;

- Lxx: Mantenimiento del flujo luminoso
- Byy: porcentaje del LED por debajo de Lxx
- Tiempo en horas

En el caso de luminarias LED, también debe efectuarse un mantenimiento preventivo de limpieza de la luminaria, como mínimo cada 16.000 h (3 años), sin que pueda suprimirse el mantenimiento correctivo.

2.3 Depreciación de la Superficies de Túneles y Pasos Inferiores

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-06
---------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------

En el caso de túneles y pasos inferiores, los factores de depreciación máximos de las superficies del recinto (FDSR) serán los establecidos en la tabla 4.

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

Índice del recinto ⁽¹⁾ I_r	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 ⁽¹⁾			Grado de Contaminación ⁽¹⁾			Grado de Contaminación ⁽¹⁾			Grado de Contaminación ⁽¹⁾			Grado de Contaminación ⁽¹⁾			Grado de Contaminación ⁽¹⁾		
		B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
Pequeño $I_r = 0,7$	Directo	0,97	0,96	0,95	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
	Direc/Indirec	0,94	0,88	0,84	0,90	0,86	0,82	0,89	0,83	0,80	0,87	0,82	0,78	0,85	0,80	0,75	0,84	0,79	0,74
	Indirecto	0,90	0,84	0,80	0,85	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
Medio $I_r = 2,5$	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
	Direc/Indirec	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
	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	0,81	0,74	0,67	0,78	0,72	0,64
Grande $I_r = 5$	Directo	0,99	0,97	0,96	0,98	0,96	0,95	0,97	0,96	0,93	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94	0,96	0,95	0,94
	Direc/Indirec	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
	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	0,81	0,74	0,68	0,78	0,72	0,65

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

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

2.4 Grado de contaminación

El grado de contaminación atmosférica referido en las tablas 3 y 4, corresponderá a las siguientes especificaciones:

1) Grado de contaminación alto

Existe en las proximidades actividades generadoras de humo y polvo con niveles elevados. Con frecuencia las luminarias se encuentran envueltas en penachos de humo y nubes de polvo, que comportará un ensuciamiento importante de la luminaria en un medio corrosivo y corresponderá, entre otras, a:

- Vías de tráfico rodado de muy alta intensidad de tráfico.
- Zonas expuestas al polvo, contaminación atmosférica elevada y, eventualmente, a compuestos corrosivos generados por la industria de producción o de transformación.
- Sectores sometidos a la influencia marítima.

2) Grado de contaminación medio

Hay en el entorno actividades generadoras de humo y polvo con niveles moderados con intensidad de tráfico media, compuesto de vehículos ligeros y pesados, y un nivel de partículas

<p>MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO</p>	<p>MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES</p>	<p>ITC-EA-06</p>
------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	------------------

en el ambiente igual o inferior a $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que supondrá un ensuciamiento intermedio o mediano de la luminaria y corresponderá, entre otras, a:

- a) Vías urbanas o periurbanas sometidas a una intensidad de tráfico medio.
- b) Zonas residenciales, de actividad u ocio, con las mismas condiciones de tráfico de vehículos.
- c) Aparcamientos al aire libre de vehículos

3} Grado de contaminación bajo

Ausencia en las zonas circundantes de actividades generadoras de humo y polvo, con poca intensidad de tráfico casi exclusivamente ligero. El nivel de partículas en el ambiente es igual o inferior a $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que corresponderá, entre otras, a:

- a) Vías residenciales no sometidas a un tráfico intenso de vehículos.
- b) Grandes espacios no sometidos a contaminación.
- c) Medio rural.

En el proyecto de alumbrado exterior, de acuerdo con los valores establecidos en las tablas 1, 2 y 3, se efectuará el cálculo del factor de mantenimiento (f_m), que servirá para determinar la iluminancia media inicial (E_i) en función de los valores de iluminancia media (E) en servicio con mantenimiento de la instalación establecidos en la ITC-EA-02 ($E_i = E/f_m$).

3. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO Y SU REGISTRO

Para garantizar en el transcurso del tiempo el valor del factor de mantenimiento de la instalación, se realizarán las operaciones de mantenimiento preventivo de reposición de fuentes de luz y limpieza de luminarias con la periodicidad determinada por el cálculo del factor de mantenimiento (f_m).

En lo que incumbe al mantenimiento correctivo los trabajos a realizar serán, entre otros, la localización y reparación de averías, adecuación de instalaciones, reparación de elementos de la instalación fuera de servicio.

El titular de la instalación de acuerdo con el artículo 12 del Reglamento, será el responsable de garantizar la ejecución del plan de mantenimiento de la instalación descrito en el proyecto o memoria técnica de diseño.

Las operaciones de mantenimiento relativas a la limpieza de las luminarias y a la sustitución de fuentes de luz fuera de servicio, podrán ser realizadas directamente por el titular de la instalación o mediante subcontratación.

Las mediciones eléctricas y luminotécnicas incluidas en el plan de mantenimiento serán efectuadas por un instalador habilitado en baja tensión, que deberá llevar un registro de operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO	MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES	ITC-EA-06
---------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------	-----------

El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o un sistema informatizado. En cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior, debiendo figurar, como mínimo, la siguiente información:

- a) El titular de la instalación y la ubicación de ésta.
- b) El titular del mantenimiento.
- c) El número de orden de la operación de mantenimiento preventivo en la instalación.
- d) El número de orden de la operación de mantenimiento correctivo.
- e) La fecha de ejecución.
- f) Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.

Además, con objeto de facilitar la adopción de medidas de ahorro energético, se registrará:

- g) Consumo energético anual.
- h) Tiempos de encendido y apagado de los puntos de luz.
- i) Medida y valoración de la energía activa y reactiva consumida, con discriminación horaria y factor de potencia.
- j) Niveles de iluminación mantenidos.

El registro de las operaciones de mantenimiento de cada instalación se hará por duplicado y se entregará una copia al titular de la instalación. Tales documentos deberán guardarse al menos durante cinco años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.