

INFORME AUDITORÍA ENERGÉTICA DE ALUMBRADO PÚBLICO MUNICIPIO DE TARDAJOS



AUDITORIA ENERGÉTICA Y CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

ZONA CENTRO Y CALLES EN GENERAL.



ZONA DE URBANIZACIONES



LUMINARIAS



LAMPARAS



VAPOR DE MERCURIO



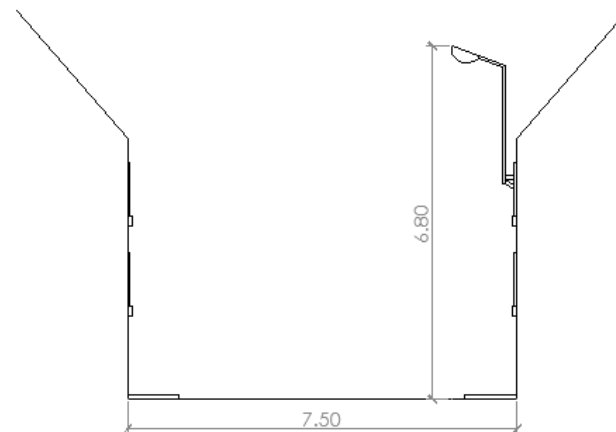
VAPOR DE SODIO DE ALTA PRSIÓN

ENCENDIDO DEL ALUMBRADO

TODOS EXCEPTO SAN ROQUE CON RELOJ ASTRONOMICO, FOTOCELULA EN SAN ROQUE



NIVELES MEDIDOS



RESUMEN DE NIVELES MEDIDOS

	E_m (lux)	E_{min} (lux)	E_{max} (lux)	U_0	U_l
C/Real	7,62	4,30	16,00	0,56	0,27
C/ de El Olmo	4,10	1,30	18,00	0,32	0,07
PI/ Leandro Mayoral	3,92	1,70	10,00	0,43	0,17
PI/ Leandro Mayoral (centro)	7,50	4,80	14,40	0,64	0,33
C/ Emilio Miguel	6,25	2,20	14,50	0,35	0,15
C/ Arroyo de las dehesillas	7,00	0,90	27,00	0,13	0,03
C/Calzada	9,03	4,00	23,10	0,44	0,17

NIVELES DETERMINADOS EN REGLAMENTO DE EFICIENCIA

Tabla 1 – Clasificación de las vías

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

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia ⁽⁴⁾ Media L_m (cd/m ²) ⁽¹⁾	Uniformidad Global U_0 [mínima]	Uniformidad Longitudinal U_l [mínima]	Incremento Umbral TI (%) ⁽²⁾ [máximo]	Relación Entorno SR ⁽³⁾ [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

⁽¹⁾ 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.

⁽²⁾ 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).

⁽³⁾ 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.

⁽⁴⁾ Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminación, 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 3 – Clases de alumbrado para vías tipo B

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado ⁽¹⁾
B1	• Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante.	
	• Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.	
	Intensidad de tráfico $IMD \geq 7.000$ $IMD < 7.000$	ME2 / ME3c ME4b / ME5 / ME6
B2	• Carreteras locales en áreas rurales. Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. $IMD \geq 7.000$ $IMD < 7.000$	ME2 / ME3b ME4b / ME5

⁽¹⁾ 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.

Se ha establecido por tanto **ME5 para el alumbrado normal y ME6 en reducido**. Los valores de **iluminancia** aproximadamente son **7,5 y 4,5 lux** respectivamente.

ANALISIS ENERGETICO EN BASE AL REGLAMENTO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE ALUMBRADO EXTERIOR.

- LUMINARIAS

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.				



- LÁMPARAS

El real decreto de eficiencia energética de alumbrado exterior indica que a excepción de las iluminaciones navideñas y festivas, las lámparas utilizadas en instalaciones de alumbrado exterior tendrán una eficacia luminosa superior a:

b) 65 lum/W, para alumbrados vial, específico y ornamental

Lámpara	Potencia	Flujo	Eficiencia luminosa	¿Cumple?
Vapor de Mercurio	125 W	6.200 Lm	50 Lm/W	NO
V.S.A.P.	70 W	6.600 Lm	94 Lm/W	SI

Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Eficacia luminosa (lm/W)	I.R.C. (Ra)	Vida media (h)	Vida útil (h)	Precio (€)
Vapor mercurio						
80	3.700	46,3	>50	16.000	10.000	8,85
125	6.250	50,0	>50	16.000	10.000	9,04
250	12.850	51,4	>50	16.000	10.000	20,53
Vapor sodio b.p.						
35	4.650	132,8	-	18.000	12.000	46,52
55	7.900	143,6	-	18.000	12.000	52,99
90	13.750	152,8	-	18.000	12.000	63,37
Vapor sodio a.p. (tubular)						
70	6.650	95,0	25	28.000	16.000	34,76
100	10.500	105,0	25	28.000	16.000	35,45
150	16.500	110,0	25	32.000	20.000	43,90
250	31.600	126,4	25	32.000	20.000	46,80
Halogenuros Metálicos (tubular)						
70	6.300	90	>80	14.000	12.000	59,99
100	8.700	87	>80	14.000	12.000	66,30
150	13.500	90	>80	14.000	12.000	66,30
250	22.500	90	>80	9.000	8.000	149,35

Se sustituye	Por	Ahorro por lámpara y año
250 VM	150 VSAP	366 kWh
125 VM	70 VSAP	203 kWh
80 VM	70 VSAP	30 kWh
125 VM	100 VSAP	85 kWh
80 VM	50 VSAP	111 kWh

EVALUACION ENERGÉTICA

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

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

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

Iluminancia media en servicio E _m (lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{m^2 \cdot \text{lux}}{W} \right)$
≥ 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 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 $\left(\frac{m^2 \cdot \text{lux}}{W} \right)$	Iluminancia media en servicio proyectada E _m (lux)	Eficiencia energética de referencia ε _R $\left(\frac{m^2 \cdot \text{lux}}{W} \right)$
≥ 30	32	–	–
25	29	–	–
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
≤ 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

$$I\epsilon = \frac{\epsilon}{\epsilon_R} \qquad ICE = \frac{1}{I\epsilon}$$

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES

Tabla 4 – Calificación energética de una instalación de alumbrado.

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

	PUNTOS	POT. CONT.	POT. INST. KW	POT. MED KW	ENCENDIDO	REDUCCIÓN	E. CONS KWh	KgCO2	ϵ	f_u	ϵ_R	I_e	ICE	CALIF
ALEJANDRO RODRIGUEZ (CUADRO 1)	62 pts 143W	3,8 Kw	8,15	8,83	R. ASTRO	NO	32396	21025	12,19	0,28	14	0,87	1,15	C
SAN ROQUE (CUADRO 2)	69+13 pts 143/70	9,5 Kw	10,99	11,57	I. CREPUS	NO	45585	29585	11,98	0,28	14	0,86	1,17	C
V. DE LAS AGUAS (CUADRO 3)	22 pts 143W	6,92 Kw	2,66	2,66	R. ASTRO	NO	10480	6802	7,83	0,18	14	0,56	1,79	D
CALZADA (CUADRO 4)	32 pts 143W	6,60 KW	2,75	2,41	R. ASTRO	NO	10835	7032	18,11	0,42	14	1,29	0,77	A
CRTA. RABÉ (CUADRO 5)	33 pnts 143W	3,98 Kw	4,72	5,53	R. ASTRO	NO	21788	14140	13,71	0,32	14	0,98	1,02	B
CMNO PARAMO (CUADRO 6)	5 pnts 143W	2,2 Kw	0,72	0,648	R. ASTRO	NO	2837	1841	13,71	0,32	14	0,98	1,02	B
	236		29,98	31,648			123920	80424						

AHORROS ENERGÉTICOS, INVERSION Y RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

TECNOLOGÍA	POTENCIA (KW)	AHORRO D. POTENCIA	ENERGIA (KWh)	EMISIONES (kgCO2/año)	AHORRO DE ENERGIA (KWh)	AHORRO EMISIONES (kgCO2/año)	AHORRO DE ENERGIA	COSTE ENERGETICO ANUAL	AHORRO	INVERSIÓN	T.REC. INV
ACTUAL	32,06		123920	80424				14.517,97 €			
RELOJ ASTRONÓMICO	-	-	46523	30193	3774	50231	3,05%	4.389,12 €	496,86 €	235,00 €	0,47
V.S.A.P	20,30	36,69%	79965	51897	43956	28527	35,47%	9.530,95 €	4.987,02 €	22.330,00 €	4,48
V.S.A.P DN	20,30	36,69%	64460	41834	59461	38590	47,98%	8.229,03 €	6.288,94 €	31.513,08 €	5,01
V.S.A.P+REG	20,30	36,69%	67088	43540	56833	36884	45,86%	8.396,98 €	6.120,99 €	36.333,18 €	5,94
V.S.A.P B.E.	17,94	44,05%	70667	45863	53254	34562	42,97%	8.535,98 €	5.981,99 €	40.290,00 €	6,74
V.S.A.P B.E. D.N.	17,94	44,05%	59468	38595	64452	41829	52,01%	7.595,71 €	6.922,27 €	45.030,00 €	6,51
H.M	20,30	36,69%	79965	51897	43956	28527	35,47%	9.530,95 €	4.987,02 €	29.942,00 €	6,00
H.M D.N	20,30	36,69%	64460	41834	59461	38590	47,98%	8.229,03 €	6.288,94 €	35.519,19 €	5,65
H.M + REG	20,30	36,69%	67088	43540	56833	36884	45,86%	8.396,98 €	6.120,99 €	41.512,06 €	6,78
H.M B.E	17,94	44,05%	70667	45863	53254	34562	42,97%	8.535,98 €	5.981,99 €	47.075,31 €	7,87
H.M DN	17,94	44,05%	59468	38595	64452	41829	52,01%	7.595,71 €	6.922,27 €	48.822,00 €	7,05
LED	8,50	73,50%	33474	21724	90447	58700	72,99%	4.556,09 €	9.961,88 €	133.918,13 €	13,44
LED +REG	8,50	73,50%	28736	18650	95184	61775	76,81%	4.158,28 €	10.359,69 €	133.918,13 €	12,93
RF 10KVA	5,15	33,73%	27784	18032	5961	62393	21,45%	2.457,00 €	476,16 €	3.454,00 €	7,25
RF TODOS CUADROS	20,30	33,73%	79965	51897	22785	28527	28,49%	9.530,95 €	1.820,16 €	15.920,00 €	8,75

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

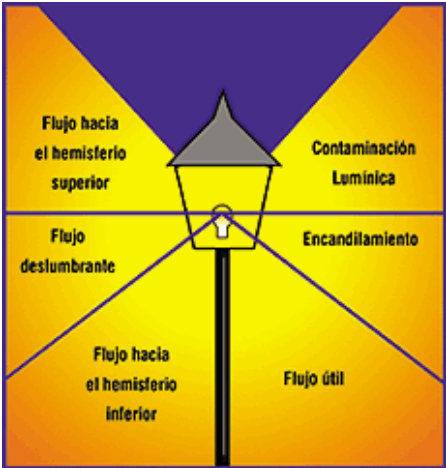


Tabla 1 – Clasificación de zonas de protección contra la contaminación luminosa

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 (vias 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.



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%

Luminarias	FHS _{INST}	¿Cumple?
IMR	2 %	SI (≤ 15 %)
IJB	17 %	NO (> 15 %)
Globos sin reflector	50 %	NO (> 15 %)
Faroles sin reflector	40-50 %	NO (> 15 %)

CUADROS



- Limpieza de cuadros
- Remodelación del cuadro de la calle san Roque, guía cables, borneras sin saturar...
- Incremento de sección de algunos cableados.
- Modificar borneras de conexión de líneas a luminarias.
- Conexión de tomas a tierra.