



PROYECTO DE URBANIZACIÓN UE2 SECTOR 1 PLAN PARCIAL “NOU RACÓ”

ANEXO DE LA MEMORIA Nº5: ALUMBRADO PÚBLICO

Proyectista: Wendelin Hinsch, Arquitecto Colegiado Nº 7513 COACV

Domicilio: Calle Salamanca, 50 Bajo – 46005 VALENCIA

Promotor: FORUM DE INVERSIONES INMOBILIARIAS MARE NOSTRUM S.A.

C.I.F: A96637921

Domicilio: Camino del Pincho 2, en L’Alfàs del Pi (Alicante)

Fecha: julio de 2022.

ÍNDICE

1. TIPO DE VÍA.....	4
2. ILUMINANCIAS Y UNIFORMIDADES DE LOS VIALES	7
3. REQUISITOS FOTOMÉTRICOS	8
3.1 NIVELES DE ILUMINACIÓN DE LOS VIALES.....	8
4. ILUMINANCIAS Y UNIFORMIDADES DE LOS VIALES	10
5. RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO	11
6. LIMITACIÓN DE LA LUZ INTRUSA O MOLESTA	12
7. FACTOR DE MANTENIMIENTO	13
8. EFICIENCIA ENERGÉTICA	14
8.1 REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	14
8.2 EFICIENCIA Y CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.....	14
9. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.....	16
9.1 LÁMPARAS.....	16
9.2 LUMINARIAS.....	16
9.3 EQUIPOS AUXILIARES	17
10. SISTEMA DE ILUMINACIÓN ADOPTADO	18
10.1 TIPO DE LUMINARIA.....	19
10.2 SOPORTES	20
10.3 CANALIZACIONES	21
1.1.1. <i>Redes subterráneas</i>	21
2.1.1. <i>Redes aéreas</i>	22
10.4 CONDUCTORES	22
10.5 SISTEMAS DE PROTECCIÓN.....	24
PROYECTO DE URBANIZACIÓN NOU RACÓ, L'ALFÀS DEL PI	2

10.6 COMPOSICIÓN DEL CUADRO DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL 27



Identificador Xpeb IXBe S4Py dMnv 924p H8xj Tsk=
Documento firmado electrónicamente. Comprobar en <https://ciudadano.lalfas.es>

1. TIPO DE VÍA

Para desarrollar el proyecto de alumbrado exterior, es necesario establecer como dato de partida la clasificación de la vía que servirá para definir los parámetros más importantes como los requisitos lumínicos.

Las distintas tipologías de zonas a iluminar, tanto para alumbrado vial como ambiental, están definidas en la norma UNE EN-13201-2-3-4 iluminación de carreteras.

Los factores más importantes a tener en cuenta para la clasificación de los viales son los siguientes:

- Velocidad de tráfico rodado

<u>Clasificación</u>	<u>Tipo de vía</u>	<u>Velocidad del tráfico rodado (km/h)</u>
A	Alta velocidad	$v > 60$
B	Moderada velocidad	$30 < v \leq 60$
C	Carriles bici	----
D	Baja velocidad	$5 < v \leq 30$
E	Vías peatonales	$v \leq 5$

Al tratarse de una zona residencial, la velocidad no superará los 30 km/h. Por lo tanto, se trata de un tipo de vía D (Baja velocidad).

- Densidad de tráfico de vehículos

Clases de alumbrado para vías tipo A

<u>Situaciones de proyecto</u>	<u>Tipos de vías</u>	<u>Clase de alumbrado</u>
A1	Autopistas y autovías:	
	IMD \geq 25.000	ME1
	IMD \geq 15.000 y $<$ 25.000	ME2
	IMD $<$ 15.000	ME3a
	Vías rápidas:	
IMD $>$ 15.000	ME1	
IMD $<$ 15.000	M2	
A2	Interurbanas sin separac. aceras:	
	Ctras. locales zonas rurales:	
	IMD \geq 7.000	ME1/ME2
IMD $<$ 7.000	ME3a/ME4a	
A3	Colectoras y rondas circunvalación:	
	Interurbanas accesos no restringidos:	
	Urbanas tráfico importante:	
	Principales ciudad y travesías poblac:	
	IMD \geq 25.000	ME1
	IMD \geq 15.000 y $<$ 25.000	ME2
IMD \geq 7.000 y $<$ 15.000	ME3b	
IMD $<$ 7.000	ME4a/ME4b	

Clases de alumbrado para vías tipo B

<u>Situaciones de proyecto</u>	<u>Tipos de vías</u>	<u>Clase de alumbrado</u>
B1	Urbanas secund. conex. urb. traf. imp.:	
	Distrib. locales y accesos resid. y fincas:	
	IMD \geq 7.000	ME2/ME3c
IMD $<$ 7.000	ME4b/ME5/ME6	
B2	Locales áreas rurales:	
	IMD \geq 7.000	ME2/ME3b
	IMD $<$ 7.000	ME4b/ME5

Clases de alumbrado para vías tipo C y D

<u>Situaciones de proyecto</u>	<u>Tipos de vías</u>	<u>Clase de alumbrado</u>
C1	Carriles bici independientes:	
	Flujo ciclistas Alto	S1/S2
	Flujo ciclistas Normal	S3/S4
D1 - D2	Areas aparcam. autopistas y autovías:	
	Aparcamientos en general:	
	Estaciones de autobuses:	
	Flujo peatones Alto	CE1A/CE2
Flujo peatones Normal	CE3/CE4	

ANEXO 5: ALUMBRADO PÚBLICO

D3 - D4	Resid. suburb. con aceras para peatones: Zonas velocidad muy limitada: Flujo peatones y ciclistas Alto Flujo peatones y ciclistas Normal	CE2/S1/S2 S3/S4
---------	---	--------------------

Clases de alumbrado para vías tipo E

<u>Situaciones de proyecto</u>	<u>Tipos de vías</u>	<u>Clase de alumbrado</u>
E1	Peatonales y aceras: Paradas de autobús: Áreas comerciales peatonales: Flujo peatones Alto Flujo peatones Normal	CE1A/CE2/S1 S2/S3/S4
E2	Zonas comerc. acceso restringido Flujo peatones Alto Flujo peatones Normal	CE1A/CE2/S1 S2/S3/S4

Se considerará una situación de proyecto D3-D4 al tratarse de una vía en una zona residencial suburbana con aceras para peatones. La calzada se clasifica como S1.

Se elegirá una clase de alumbrado S2 para las aceras, al ser una zona peatonal.

Identificador Xpeb IXBe S4Py dMnv 924p H8xj Tsk=
Documento firmado electrónicamente. Comprobar en <https://ciudadano.lalfas.es>

2. Iluminancias y uniformidades de los viales

Los niveles de calidad luminotécnica en servicio que se establecen para cada clase de vía urbana son los detallados en la siguiente tabla:

Tipo de vía	Iluminancia horizontal			Luminancia			Deslumbramiento	Iluminación de alrededores
	Iluminancia media Emed (lux)	Uniformidad media Emin/Emed	Uniformidad extrema Emin/Emáx	Luminancia media Lmed (cd/m ²)	Uniformidad global Uo	Uniformidad longitudinal UI	Incremento de umbral TI (%)	Relación entorno SR
A	30	0,50	0,35	2	0,4	0,6	10	0,5
B	25	0,45	0,30	1,5	0,4	0,5	15	0,4
C	20	0,40	0,25	1	0,4	0,5	20	0,4
D	15	0,35	0,20	-	-	-	-	-
E	10	0,30	0,15	-	-	-	-	-

Siendo:

A – Calles principales y calles de alta intensidad de tráfico

B – Calles secundarias; calles de reparto de tráfico y calles de media intensidad de tráfico

C – Calles residenciales; calles de baja densidad de tráfico; calles peatonales y plazas.

D – Parques y jardines

E -Aceras

En las intersecciones y cruces de tráfico rodado, los niveles serán del orden del 10% superiores a las correspondientes a la clase de vía cuyo nivel luminoso sea mayor entre las que confluyen en el cruce.

En nuestro caso se trata de un tipo de vía C (Calle residenciales de baja densidad de tráfico).

3. Requisitos fotométricos

3.1 Niveles de iluminación de los viales

A continuación, se reflejan los requisitos fotométricos aplicables a las vías correspondientes a las diferentes clases de alumbrado.

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

<u>Clase de Alumbrado</u>	<u>Luminancia Media Lm (cd/m²)</u>	<u>Uniformidad Global Uo</u>	<u>Uniformidad Longitudinal Ul</u>	<u>Incremento Umbral TI (%)</u>	<u>Relación Entorno SR</u>
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	--

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

<u>Clase de Alumbrado</u>	<u>Calz. seca Luminancia Media Lm (cd/m²)</u>	<u>Calz. seca Uniformidad Global Uo</u>	<u>Calz. seca Uniformidad Longitudinal Ul</u>	<u>C.húm. Uniform. Glob. Uo</u>	<u>Incremento Umbral TI (%)</u>	<u>Relación Ent. SR</u>
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	--	0,15	15	0,50
MEW5	0,50	0,35	--	0,15	15	0,50

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

<u>Clase de Alumbrado</u>	<u>Ilumin. horiz. Media Em (lux)</u>	<u>Ilumin. horiz. mínima Emin (lux)</u>
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

Para la calzada se estima una clase de alumbrado S1 con una Iluminancia horizontal media, Em (lux) = 15 lux y una iluminancia horizontal mínima, Emin (lux) = 5 lux

Para las aceras, se empleará una clase de alumbrado S2, con una iluminancia horizontal media, Em (lux) = 10 lux y una iluminancia horizontal mínima, Emin (lux) = 3 lux.

*Los valores indicados son mínimos de servicio con mantenimiento, excepto TI que son valores máximos iniciales.

ANEXO 5: ALUMBRADO PÚBLICO

Los niveles máximos de luminancia o iluminancia media de las instalaciones de alumbrado en estudio no podrán superar en más de un 20% los niveles medios de referencia establecidos anteriormente. Deberá garantizarse asimismo el valor de la uniformidad mínima, mientras que el resto de los requisitos fotométricos, por ejemplo, valor mínimo de iluminancia en un punto, deslumbramiento e iluminación de alrededores, descritos para cada clase de alumbrado, son valores de referencia, pero no exigidos, que deberán considerarse para los distintos tipos de instalaciones.

4. Iluminancias y uniformidades de los viales

En cuanto a iluminancias y uniformidades de iluminación, los valores aconsejados para viales de ámbito municipal (en España) se indican en la publicación sobre Alumbrado del Ministerio de la Vivienda (1965), y que figuran en la siguiente tabla:

<u>TIPO DE VIA</u>	<u>VALORES MINIMOS</u>		<u>VALORES NORMALES</u>	
	Iluminación Media lx	Factor de Uniformidad	Iluminación Media lx	Factor de Uniformidad
Carreteras de las redes básica o afluyente	15	0.25	22	0.30
Vías principales o de penetración continuación de carreteras de las redes básica o afluyente	15	0.25	22	0.30
Vías principales o de penetración continuación de carreteras de la red comarcal	10	0.25	15	0.25
Vías principales o de penetración continuación de carreteras de las redes local o vecinal	7	0.20	10	0.25
Vías industriales	4	0.15	7	0.20
Vías comerciales de lujo con tráfico rodado	15	0.25	22	0.30
Vías comerciales con tráfico rodado, en general	7	0.20	15	0.25
Vías comerciales sin tráfico rodado	4	0.15	10	0.25
Vías residenciales con tráfico rodado	7	0.15	10	0.25
Vías residenciales con poco tráfico rodado	4	0.15	7	0.20
Grandes plazas	15	0.25	20	0.30
Plazas en general	7	0.20	10	0.25
Paseos	10	0.25	15	0.25

Se elige "Vías residenciales con poco tráfico rodado" como tipo de vía.

5. Resplandor luminoso nocturno

La clasificación de las diferentes zonas en función de su protección contra la contaminación luminosa, según el tipo de actividad a desarrollar, será:

<u>Clasificación de zonas</u>	<u>Descripción</u>
E1	Áreas con entornos o paisajes oscuros
E2	Áreas de brillo o luminosidad baja
E3	Áreas de brillo o luminosidad media
E4	Áreas de brillo o luminosidad alta

La clasificación elegida es el tipo E3 "Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas".

Se limitarán las emisiones luminosas hacia el cielo, con excepción del alumbrado festivo y navideño. Se iluminará solamente la superficie que se quiera dotar de alumbrado.

El flujo hemisférico superior instalado FHSinst o emisión directa de las luminarias a implantar en cada zona no superará los límites siguientes:

<u>Zona</u>	<u>FHSinst</u>
E1	$\leq 1 \%$
E2	$\leq 5 \%$
E3	$\leq 15 \%$
E4	$\leq 25 \%$

6. Limitación de la luz intrusa o molesta

Con objeto de minimizar los efectos de la luz intrusa o molesta sobre residentes y ciudadanos en general, con excepción del alumbrado festivo y navideño, las instalaciones exteriores se diseñarán para cumplir los valores máximos siguientes:

<u>Parámetros luminotécnicos</u>	<u>Zona E1</u>	<u>Zona E2</u>	<u>Zona E3</u>	<u>Zona E4</u>
Iluminación vertical	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida luminarias	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media fachadas	5 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
Luminancia máxima fachadas	10 cd/m ²	10 cd/m ²	60 cd/m ²	150 cd/m ²
Luminancia máxima señales y anuncios	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1.000 cd/m ²
Incremento de umbral de contraste	Sin iluminac. TI = 15 % para adaptación a L = 0,1 cd/m ²	ME5 TI = 15 % para adaptación a L = 1 cd/m ²	ME3 / ME4 TI = 15 % para adaptación a L = 2 cd/m ²	ME1 / ME2 TI = 15 % para adaptación a L = 5 cd/m ²

7. Factor de mantenimiento

De acuerdo con la instrucción Técnica Complementaria ITC-EA-06, el factor de mantenimiento expresa la relación entre la iluminancia media en servicio $E_{servicio}$ que es la iluminancia media de la zona iluminada después de un determinado periodo de funcionamiento, y la iluminancia media obtenida al inicio de su funcionamiento, $E_{inicial}$.

Se determina por el producto de:

$$f_m = FDFL \times FSL \times FDLU$$

Siendo:

FDFL: factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara

FSL: factor de supervivencia de la lámpara

FDLU: factor de depreciación de la luminaria

En nuestro caso tenemos que el factor de mantenimiento estimado para la tecnología LED es de $f_m = 0,8$.



8. Eficiencia energética

8.1 Requisitos mínimos de eficiencia energética

Instalaciones de alumbrado vial ambiental (vías clasificadas como C, D o E)

Las instalaciones de alumbrado vial ambiental, con independencia del tipo de lámpara y de las características o geometría de la instalación, así como disposición de las luminarias, deberán cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética que se fijan a continuación:

<u>Iluminación media en servicio E_m (lux)</u>	<u>Eficiencia energética mínima ($m^2 \cdot \text{lux} / W$)</u>
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5

8.2 Eficiencia y calificación energética de las instalaciones de alumbrado

Según la ITC-EA-01.1 la Eficiencia Energética de la instalación de alumbrado es la relación entre el producto de superficie iluminada, por la iluminancia media en servicio de la instalación, partido por la potencia activa total instalada.

$$\varepsilon = \frac{S \times E_m}{P} (m^2 \times \text{lux} / W)$$

En la ITC-EA-01, Tabla 3 – Valores de la eficiencia energética de referencia, se expresan los valores de dicha eficiencia energética de referencia en función de la iluminancia media en servicio proyectada.

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

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

El índice de Eficiencia Energética se define en la ITC-EA-01.3 como el coeficiente entre la eficiencia energética de la instalación y el valor de la eficiencia energética de referencia.

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

Con objeto de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado y en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones, se define una etiqueta que caracteriza el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras que va desde la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía).

La calificación energética de la instalación se expresa en función del índice de eficiencia energética (I_ϵ):

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

9. Componentes de la instalación

En lo referente a los métodos de medida y presentación de las características fotométricas de las lámparas y luminarias, se seguirá lo establecido en las normas relevantes de la serie UNE-EN 13032 "Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias".

El flujo hemisférico superior instalado, rendimiento de la luminaria, factor de utilización, grado de protección IP, eficacia de la lámpara o equipos auxiliares, deberán ser garantizados por el fabricante, mediante una declaración expresa o certificación de un laboratorio acreditativo.

9.1 Lámparas

Con excepción de las iluminaciones navideñas y festivas, las lámparas utilizadas en la instalación tendrán una eficacia luminosa superior a:

- 40 lum/W, para alumbrados de vigilancia y seguridad nocturna y de señales y anuncios luminosos.
- 65 lum/W, para alumbrados vial, específico y ornamental.

Cada punto de luz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0.9.

9.2 Luminarias

Las luminarias y proyectores que se instalen, excepto en alumbrado festivo y navideño, deberán cumplir los requisitos siguientes:

<u>Parámetros</u>	<u>Alumbrado vial</u>		<u>Resto alumbrados</u>	
	<u>Funcional</u>	<u>Ambiental</u>	<u>Proyectores</u>	<u>Luminarias</u>
Rendimiento	≥ 65 %	≥ 55 %	≥ 55 %	≥ 60 %
Factor utilización	(1)	(1)	≥ 0,25	≥ 0,30

(1) Alcanzarán los valores que permitan cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética.

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes a la norma UNE-EN 60.598-2-3 y la UNE-EN 60.598-2-5 en el caso de proyectos de exterior.

La conexión se realizará mediante cables flexibles, que penetren en la luminaria con la holgura suficiente para evitar que las oscilaciones de ésta provoquen esfuerzos perjudiciales en los cables y en los terminales de conexión, utilizándose dispositivos que no disminuyan el grado de protección de luminaria IP X3 según UNE 20.324.

Los equipos eléctricos de los puntos de luz para montaje exterior poseerán un grado de protección mínima IP54 según UNE 20.324, e IK 8 según UNE-EN 50.102, montados a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo.

9.3 Equipos auxiliares

La potencia eléctrica máxima consumida por el conjunto del equipo auxiliar y lámpara de descarga no superará los valores siguientes:

<u>Potencia nominal lámpara (W)</u>	<u>Potencia total conjunto (W)</u>			
	<u>SAP</u>	<u>HM</u>	<u>SBP</u>	<u>VM</u>
18	-	-	23	-
35	-	-	42	-
50	62	-	-	60
55	-	-	65	-
70	84	84	-	-
80	-	-	-	92
90	-	-	112	-
100	116	116	-	-
125	-	-	-	139
135	-	-	163	-
150	171	171	-	-
180	-	-	215	-
250	277	270/277	-	270
400	435	425/435	-	425

10. SISTEMA DE ILUMINACIÓN ADOPTADO

Los tipos de implantación básicos de los puntos de luz se adoptan en función de la relación entre la anchura de la calzada (A) y la altura de montaje del punto de luz (H), de acuerdo con la siguiente recomendación:

<i>Implantación</i>	<i>A/H</i>
Unilateral	Menor o igual a 1
Tresbolillo	De 1 a 1,5
Pareada	Mayor de 1,5

En vías con bandas de estacionamiento o aparcamiento en sus márgenes, la anchura de calzada (A) a considerar será la suma del ancho de la banda de circulación más la profundidad o bandas de aparcamiento.

La altura de montaje de los puntos de luz se fijará en función de:

- Arbolado existente, adoptándose aquella altura de montaje o disposición idónea que no se intercepte por el mismo la luz emitida por los puntos de luz.
- Flujo luminoso emitido por las lámparas, se adoptarán las siguientes:

<i>Flujo luminoso emitido por la lámpara</i>	<i>Altura montaje</i>
Hasta 10 klúm.	De 3 a 7 metros
De 10 a 20 klúm.	De 7 a 9 metros
Mayor de 20 klúm.	De 9 a 12 metros

Los viales poseen las siguientes características:

- Anchura acera: 2 m
- Anchura calzada: 7 m
- Anchura parking: 2 m
- Anchura acera: 2 m

Se dispondrán luminarias con la misma disposición que la parte que le precede, en tresbolillo, con lámparas de LED compacta de 70 W de potencia, sobre soportes tronco-cónicos de 9 m, separados 50 m.

Mediante esta disposición se han conseguido los niveles de iluminación y uniformidad exigidos en el apartado anterior, tal y como queda justificado en el anexo de cálculo de este proyecto.

Todos estos niveles corresponden a una intensidad a pleno rendimiento, es decir, desde la puesta del sol hasta las horas en que el personal finaliza su habitual jornada de trabajo. En el resto de las horas y siendo en ese lapso de tiempo el tráfico muy escaso, se reducirá el nivel de iluminación citado, quedando la intensidad lumínica al 50 % en todas las luminarias, por medio del equipo reductor de consumo, por lo que el alumbrado resultante de esta situación no cumplirá los valores reseñados anteriormente, ya que lo pretendido en este tiempo es mantener un alumbrado de "vigilancia y seguridad".

El funcionamiento normal del alumbrado será automático por medio de célula fotoeléctrica y reloj, aunque a su vez el Centro de Mando incluye la posibilidad de que el sistema actúe manualmente.

10.1 Tipo de luminaria

Se ha considerado que las luminarias más convenientes para obtener los niveles recomendados y las demás características descritas serían:

Luminaria vial LED con potencia mínima 70W, clasificación A+, IP66, carcasa negra. Compatible con sistema de gestión remoto SMARTLUXE CONTROL.

Se prevé la instalación de los siguientes tipos:

Tipo A: 37 conjuntos de 1 luminaria de 70 W sobre columna de 9 m.

Todas ellas dispuestas en el exterior uniformemente distribuidas, tal y como puede apreciarse en los planos adjuntos en el documento correspondiente; también se adjuntan esquemas con la separación entre luminarias para el circuito proyectado.

La conexión se realizará mediante cables flexibles, que penetren en la luminaria con la holgura suficiente para evitar que las oscilaciones de ésta provoquen esfuerzos perjudiciales en los cables y en los terminales de conexión, utilizándose dispositivos que no disminuyan el grado de protección de la luminaria IP X3 según UNE 20.324.

Los equipos eléctricos de los puntos de luz para montaje exterior poseerán un grado de Protección mínima IP54 según UNE 20.324, e IK 8 según UNE-EN 50.102, montados a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo.

Cada punto de luz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0,9.

10.2 Soportes

Las luminarias descritas en el apartado anterior irán sujetas sobre columnas-soporte de forma tronco-cónica, que se ajustarán a la normativa vigente. Serán de materiales resistentes a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidas contra éstas, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación. Los soportes, sus anclajes y cimentaciones, se dimensionarán de forma que resistan las sollicitaciones mecánicas particularmente teniendo en cuenta la acción del viento, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5.

Las columnas irán provistas de puertas de registro de acceso para la manipulación de sus elementos de protección y maniobra, por lo menos a 0,3 m. del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección IP 44 según UNE 20.324 (EN 60529) e IK10 según UNE-EN 50.102, que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales. En su interior se ubicará una tabla de conexiones de material aislante, provista de alojamiento para los fusibles y de fichas para la conexión de los cables.

La sujeción a la cimentación se hará mediante placa de base a la que se unirán los pernos anclados en la cimentación, mediante arandela, tuerca y contratuerca.

10.3 Canalizaciones

1.1.1. Redes subterráneas

Se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la ITC-BT-07. En aceras, los cables se dispondrán en canalización enterrada bajo tubo, a una profundidad mínima de 0,4 m del nivel del suelo, medidos desde la cota inferior del tubo y con una anchura mínima de 60 cm. La canalización estará compuesta por dos tubos de polietileno de doble pared corrugada y de color rojo la exterior y lisa e incolora la interior, con guía de plástico, de al menos 250 N de resistencia a la compresión y diámetro exterior mínimo de 110 mm. En calzadas, las zanjas serán de dimensiones mínimas 0'4 x 0'6 m., canalizadas como mínimo con tres tubos de polietileno de doble pared, corrugada y de color rojo la exterior y lisa e incolora la interior, con guía de plástico, de al menos 250 N de resistencia a la compresión y diámetro exterior mínimo de 110 mm. Se dispondrá una arqueta a cada lado del cruce redimensiones interiores mínimas 0'54 x 0'54 x 0'60 m.

En cualquier caso, el fondo de la zanja se dejará libre de piedras y cascotes, preparándose posteriormente un lecho de hormigón en masa HM-15 de 5 cm de espesor, colocando los tubos antes citados y recubriéndolos con dicho hormigón hasta un espesor 25 cm por encima de los mismos. A una distancia mínima del nivel del suelo de 0,10 m y a 0,25 m por encima de los tubos, se colocará una cinta de señalización que advierta de la presencia de cables eléctricos, rellenándose el resto de la zanja con hormigón de idénticas características al citado con anterioridad, al objeto de evitar posibles asentamientos. La terminación de la zanja se ejecutará reponiendo el tipo de pavimento existente inicialmente o proyectado.

No se instalará más de un circuito por tubo. Los tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. El diámetro exterior mínimo de los tubos en función del número y sección de los conductores se obtendrá de la tabla 9, ITC-BT-21.

Los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4. Las características mínimas serán las indicadas a continuación.

- Resistencia a la compresión: 250 N para tubos embebidos en hormigón; 450 N para tubos en suelo ligero; 750 N para tubos en suelo pesado.
- Resistencia al impacto: Grado Ligero para tubos embebidos en hormigón; Grado Normal para tubos en suelo ligero o suelo pesado.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Protegido contra objetos $D > 1$ mm.
- Resistencia a la penetración del agua: Protegido contra el agua en forma de lluvia.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

A fin de hacer completamente registrable la instalación, cada uno de los soportes llevará adosada una arqueta de fábrica de ladrillo cerámico macizo (cítara) enfoscada interiormente, con tapa de fundición de 37x37 cm.; estas arquetas se ubicarán también en cada uno de los cruces, derivaciones o cambios de dirección.

La cimentación de las columnas se realizará con dados de hormigón en masa de resistencia característica $R_k = 175$ Kg/cm², con pernos embebidos para anclaje y con comunicación a columna por medio de codo.

2.1.1. Redes aéreas

Se emplearán los sistemas y materiales adecuados para las redes aéreas aisladas descritas en ITC-BT-06.

Podrán estar constituidas por cables posados sobre fachadas o tensados sobre apoyos. En este último caso, los cables serán autoportantes con neutro fiador o con fiador de acero.

Las acometidas podrán ser subterráneas o aéreas con cables aislados, realizándose de acuerdo con las prescripciones particulares de la compañía suministradora. La acometida finalizará en la caja general de protección y a continuación de la misma se dispondrá el equipo de medida.

10.4 Conductores

Los conductores a emplear en la instalación serán de Cu unipolares, tensión asignada 0,6/1 KV, enterrados bajo tubo o instalados al aire.

La sección mínima a emplear en redes subterráneas, incluido el neutro, será de 6 mm². En distribuciones trifásicas tetrapolares, para conductores de fase de sección superior a 6 mm², la sección del neutro será conforme a lo indicado en la tabla 1 de la ITC-BT-07. Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo o en una arqueta registrable, que garanticen, en ambos casos, la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

La sección mínima a emplear en redes aéreas, para todos los conductores incluido el neutro, será de 4 mm². En distribuciones trifásicas tetrapolares con conductores de fase de sección superior a 10 mm², la sección del neutro será como mínimo la mitad de la sección de fase.

La instalación de los conductores de alimentación a las lámparas se realizará en Cu, bipolares, tensión asignada 0,6/1 kV, de 2x2,5 mm² de sección, protegidos por c/c fusibles calibrados de 6 A. El circuito encargado de la alimentación al equipo reductor de flujo, compuesto por Balastro especial, Condensador, Arrancador electrónico y Unidad de conmutación, se realizará con conductores de Cu, bipolares, tensión asignada 0,6/1 kV, de 2,5 mm² de sección mínima.

Las líneas de alimentación a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados, a las corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases. Como consecuencia, la potencia aparente mínima en VA, se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga.

La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto será menor o igual que el 3 %.

10.5 Sistemas de protección

En primer lugar, la red de alumbrado público estará protegida contra los efectos de las sobreesencias (sobrecargas y cortocircuitos) que puedan presentarse en la misma (ITC-BT-09, apdo. 4), por lo tanto, se utilizarán los siguientes sistemas de protección:

- Protección a sobrecargas: Se utilizará un interruptor automático o fusibles ubicados en el cuadro de mando, desde donde parte la red eléctrica (según figura en anexo de cálculo). La reducción de sección para los circuitos de alimentación a luminarias (2,5 mm²) se protegerá con los fusibles de 6 A existentes en cada columna.
- Protección a cortocircuitos: Se utilizará un interruptor automático o fusibles ubicados en el cuadro de mando, desde donde parte la red eléctrica (según figura en anexo de cálculo). La reducción de sección para los circuitos de alimentación a luminarias (2,5 mm²) se protegerá con los fusibles de 6 A existentes en cada columna, del tamaño 00 en bases de 10 A.

En segundo lugar, para la protección contra contactos directos e indirectos (ITC-BT-09, apdos. 9 y 10) se han tomado las medidas siguientes:

- Instalación de luminarias Clase I o Clase II. Cuando las luminarias sean de Clase I, deberán estar conectadas al punto de puesta a tierra, mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima 2,5 mm² en cobre.
- Se dotará a cada luminaria de una caja de protección. Será de material aislante auto extingible, del tipo estanco, dotada de tapa de cierre por tornillos y con conos de entrada. Estos conos se cortarán lo estrictamente preciso para la entrada de los conductores, al objeto de garantizar la estanqueidad del conjunto. En redes aéreas la caja se colocará sobre la fachada, lo más próxima posible al brazo mural, realizándose la entrada y salida de los conductores por la parte inferior de la caja. En redes subterráneas, las cajas se instalarán en el interior de los soportes de los puntos de luz. Estas cajas serán preferiblemente de dimensiones 110 x 155 mm. Dispondrán de perfil DIN para la fijación de la base cortacircuitos y del interruptor diferencial.
- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las personas que habitualmente circulan por el acerado.

- Aislamiento de todos los conductores, con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.
- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitarán de útiles especiales para proceder a su apertura (cuadro de protección, medida y control, registro de columnas, y luminarias que estén instaladas a una altura inferior a 3 m sobre el suelo o en un espacio accesible al público).
- Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias y del cuadro de protección, medida y control estarán conectadas a tierra, así como las partes metálicas de los quioscos, marquesinas, cabinas telefónicas, paneles de anuncios y demás elementos de mobiliario urbano, que estén a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ohm. También se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ohm y a 1 Ohm, respectivamente. En cualquier caso, la máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc).

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control. En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea. Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm² de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm² para redes subterráneas, y de igual sección que

los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm² de cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

En tercer lugar, cuando la instalación se alimente por, o incluya, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, será necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico (ITC-BT-09, apdo. 4) en el origen de la instalación (situación controlada).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro, y la tierra de la instalación.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla siguiente, según su categoría.

Tensión nominal de la instalación (V) Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)

Sistemas III	/	Sistemas II	Cat. IV / Cat. III / Cat. II / Cat. I			
230/400		230	6	4	2,5	1,5

- Categoría I: Equipos muy sensibles a sobretensiones destinados a conectarse a una instalación fija (equipos electrónicos, etc).
- Categoría II: Equipos destinados a conectarse a una instalación fija (electrodomésticos y equipos similares).
- Categoría III: Equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija (armarios, embarrados, protecciones, canalizaciones, etc).

- Categoría IV: Equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores, aparatos de telemedida, etc).

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla anterior se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural (bajo riesgo de sobretensiones, debido a que la instalación está alimentada por una red subterránea en su totalidad), cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección a sobretensiones es adecuada.

10.6 Composición del cuadro de protección, medida y control

La envolvente de cada uno de los ocho cuadros proporcionará un grado de protección mínima IP55, según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102, y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo, del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2 m y 0,3 m.

Los centros de mando se montarán en armarios compactos de acero inoxidable o acero galvanizado de 2 mm de espesor, protección IP-55 e IK 10, y tamaño adecuado a los elementos alojar en su interior dejando un 25 % de reserva. El acabado exterior será con pintura RAL 7032.

Cada uno de los centros de mando, protección y medida proyectados corresponderá a uno de los modelos homologados por el Ayuntamiento y estará compuesto por los siguientes módulos:

- Módulo de compañía (acometida y medida), con puerta y cerradura independiente, alojará la caja general de protección y el equipo de medida. Deberá de cumplir las Normas Particulares de la empresa distribuidora.
- Módulo de ahorro energético con estabilizador-reductor de tensión, capaz de mantener la tensión de trabajo de forma uniforme y reducir ésta en horas de baja utilización (este módulo no será precio caso de adoptar reactancias de doble nivel de potencia).

- Módulo de control y comunicaciones, alojará en su interior el interruptor horario digital astronómico y el sistema de gestión centralizado compuesto por Terminal de control (equipo encargado de recoger toda la información de la instalación, directamente o con la ayuda de otros terminales, y transmitirla al ordenador central) y terminal de comunicaciones (para permitir la comunicación del cuadro con el ordenador central, preferiblemente mediante módem de telefonía móvil). Este sistema de gestión deberá de ser compatible con los protocolos utilizados por el programa de telegestión de centros de mando de alumbrado que disponga el Servicio Técnico Municipal.
- Módulo de protección, deberá cumplir estrictamente el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las normas de seguridad necesarias. El aparellaje eléctrico (interruptores automáticos magnetotérmicos, interruptores automáticos diferenciales, conmutadores, contactores, bornas, ...) y el cableado será conforme a las cargas eléctricas resultantes de cada circuito.

Todo el aparellaje eléctrico interior del centro de mando se instalará interiormente de forma ordenada en cajas de doble aislamiento con ventanillas estancas, al objeto de facilitar su conservación y proteger de posibles accidentes.

Los centros de mando dispondrán de un interruptor general automático magnetotérmico tetrapolar de curva tipo C y poder de corte mínimo 15 kA y, por cada circuito de salida, de un interruptor diferencial de reconexión automática, de sensibilidad regulable de 30 mA a 1 A y tiempo de retardo regulable, así como de un interruptor automático magnetotérmico de corte omnipolar, de curva tipo C y poder de corte mínimo de 10 kA.

El accionamiento del centro de mando será automático, merced a un interruptor horario digital astronómico, de montaje en raíl DIN, con cálculo día a día del orto y el ocaso, de al menos dos circuitos de salida programables independientemente, con reserva de marcha y posibilidad de corrección sobre las horas de orto y ocaso, cambio automático de la hora invierno - verano y discriminación de fines de semana y días festivos. Dispondrá asimismo de un interruptor manual, tanto en el circuito de potencia como en el de mando, que permita el accionamiento de la instalación con independencia del dispositivo