

**ALUMBRADO**

**ANEJO  
16**



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>2. REGLAMENTOS, NORMAS Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>3</b>
<b>3. CRITERIOS Y PARÁMETROS DE CÁLCULO</b> .....	<b>3</b>
3.1. CRITERIOS DE CÁLCULO .....	3
3.2. PARÁMETROS DE DISEÑO .....	3
3.2.1. NIVELES DE ILUMINACIÓN .....	3
3.2.2. INDICE DE DESLUMBRAMIENTO .....	5
3.2.3. CONTAMINACION LUMINICA.....	5
3.2.4. LIMITACION DE LUZ INTRUSA O MOLESTA .....	6
<b>4. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE. AFECIONES</b> .....	<b>6</b>
<b>5. LUMINARIAS</b> .....	<b>6</b>
<b>6. DESCRIPCION DE LAS OBRAS</b> .....	<b>6</b>
<b>7. CONEXIÓN EXTERIOR. CARGA TOTAL</b> .....	<b>6</b>
<b>8. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS</b> .....	<b>7</b>
8.1. ACOMETIDAS .....	7
8.2. CENTROS DE MANDO .....	7
8.3. CANALIZACIÓN ELÉCTRICA.....	7
8.4. PROTECCIÓN DE LOS CIRCUITOS.....	7
8.5. ACOMETIDAS A LUMINARIAS .....	7
<b>9. EFICIENCIA ENERGÉTICA</b> .....	<b>7</b>
<b>10. CALCULOS ELECTRICOS</b> .....	<b>8</b>
10.1. FORMULACIÓN EMPLEADA .....	8
<b>APENDICE N°1. CALCULOS LUMINOTECNICOS</b> .....	<b>1</b>
<b>APENDICE N°2. CALCULOS ELECTRICOS DE LA LINEA</b> .....	<b>2</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente Anejo describe la instalación de alumbrado proyectada para la terminal ferroviaria de la PLISAN.

Se distinguen 3 actuaciones sobre el alumbrado en esta Fase de proyecto:

- Alumbrado del vial Norte-Sur. Se prolonga el alumbrado ya ejecutado en los Proyectos de Urbanización anteriores, para homogeneizar la solución con los previos.
- Alumbrado de explanadas de carga: Se instala únicamente una canalización bitubo sin realizar en esta fase la ejecución de instalación de báculos ni cableado, que será desarrollado en fase posterior con la explotación de la terminal con el conocimiento más detallado de su desarrollo.
- Alumbrado de viales interiores de la terminal. Se define una red de alumbrado para viales interiores de mantenimiento y acceso mediante báculos.

## 2. REGLAMENTOS, NORMAS Y RECOMENDACIONES

Los elementos integrantes del proyecto de iluminación pública cumplen con:

- Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, aprobado por Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto.
- Normas UNE.
- Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Iluminación Exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias, aprobado por Real Decreto 1890/2008 del 14 de noviembre.

## 3. CRITERIOS Y PARÁMETROS DE CÁLCULO

### 3.1. CRITERIOS DE CÁLCULO

Se separan los cálculos puramente luminotécnicos de los eléctricos. Los primeros sirvieron de base para situar los puntos de luz y los segundos para calcular las secciones de los conductores de las distintas líneas eléctricas.

Los cálculos luminotécnicos realizados por ordenador se incluyen en el apéndice de cálculos, obteniéndose los niveles de iluminación para la sección completa (calzadas, glorietas, etc....).

Dentro de los cálculos eléctricos se calculan las secciones de los conductores que alimentan a las unidades luminosas a partir de la localización de estas y del Centro de Mando, teniendo en cuenta la potencia unitaria, tensión de servicio y caída de tensión máxima admisible.

Para el cálculo de las secciones de los conductores, se tiene en cuenta lo exigido en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en sus artículos 3 de la Instrucción ITC-BT09 y 2.2.2 de la Instrucción ITC-BT 19.

La tensión de distribución en todos los casos es la 400/230 V.

En apéndice figuran los cálculos de las redes eléctricas, pudiéndose comprobar que en ningún caso se supera la caída de tensión máxima admisible que exige el vigente Reglamento de Baja Tensión (3%).

En este proyecto se considera sección mínima de cálculo 6 mm<sup>2</sup>, cumpliendo de esta forma lo dispuesto en el vigente R.E.B.T.

### 3.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

Para el diseño lumínico del proyecto a parte de los siguientes objetivos para alcanzar la mejora del espacio público:

- Uso racional de la energía.
- Eficiencia y ahorro energético.
- Empleo de tecnología led.
- Evitar el resplandor luminoso y la contaminación lumínica.
- Empleo de luminarias más eficientes.

Como criterios de diseño se siguen las indicaciones recogidas en el "Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Iluminación Exterior" y sus Instrucciones técnicas complementarias.

En función del tipo de vía y de su ancho se proyecta la siguiente combinación de columna y luminaria :

- Columna: 12,0 m con brazo de 1.5 m simple y doble
- Luminaria: PHILIPS BGP623 80xLED-HB/NW OFR7 (Tipo Luma I) o equivalente, potencia 179W.

Para determinar la separación entre los puntos de luz, se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

- Altura de montaje.
- Características fotométricas de las luminarias.
- Valor de la uniformidad.

En función de estas consideraciones se dispuso la iluminación según la sección de vía en:

#### - Sección viaria

SECCIÓN 28 m		
Calzada	Mediana	Calzada
7.00 m	11.00 m	7.00 m

- Luminaria PHILIPS BGP623 80xLED-HB/NW OFR7 (Tipo Luma I) o equivalente
- Columna de 12 m con brazo de 1,5 m doble
- Disposición: En mediana cada 45 m

#### - Glorietas

GLORIETA	
Radio interior	Radio exterior
18.5 m	32 m

- \* Luminaria PHILIPS BGP623 80xLED-HB/NW OFR7 (Tipo Luma I) o equivalente
- \* Columna de 12 m con brazo de 1,5 m simple
- \* Disposición: Circular cada 45°

### 3.2.1. NIVELES DE ILUMINACIÓN

Los niveles de iluminación requeridos por las diferentes zonas y/o vías dependen de múltiples factores como son el tipo de vía, la complejidad de su trazado, la intensidad, el sistema de control del tráfico y la separación entre carriles destinados a distintos tipos de usuarios. En función de estos

El RD 1890/2008 clasifica las vías según la siguiente tabla:



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	$v \leq 5$

En el presente proyecto se clasifican las vías como B para los viales de acceso a la terminal (Vial Norte-Sur), D para los viales interiores de la terminal ferroviaria y E para las vías peatonales.

Una vez clasificadas las vías que se tiene en proyecto se procede a establecer la clase de alumbrado que le corresponde según el tipo, a través de las siguientes tablas:

Tabla 3 – Clases de alumbrado para vías tipo B

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

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

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

<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 5 – Clases de alumbrado para vías tipo E

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

<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.

Para los cálculos lumínicos y la distribución de luminarias se tomaron en cuenta las siguientes situaciones de proyecto y clases de iluminación:

- Viario: Calzada: B1 – ME4b.
- Glorietas: El criterio para establecer los requisitos lumínicos en las glorietas es el de establecer una clase superior a la establecida en las vías que convergen a la misma (ME3b). CE4
- Aparcamientos. Clase C4
- Espacios peatonales: Clase S3

Seleccionada la clase de alumbrado de los viales se tienen definidos los requerimientos mínimos de alumbrado exigibles por la normativa vigente, de acuerdo a las Tablas 6 a 9 del RD 1890/2008.



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

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

Clase de Alumbrado <sup>(1)</sup>	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media $E_m$ (lux) [mínima mantenida <sup>(1)</sup> ]	Uniformidad Media $U_m$ [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.

### 3.2.2. INDICE DE DESLUMBRAMIENTO

Para el alumbrado de vías de tipo “B”, “D” y “E” el índice de deslumbramiento máximo en función de la altura h de montaje de las luminarias serán las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 16 - Índice de deslumbramiento en función de la altura de montaje

Altura de Montaje	Clases D
$h \leq 4,5$	D3
$4,5 < h \leq 6$	D2
$h > 6$	D1

Tabla 15 - Clases D de índice de deslumbramiento

Clase	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Índice de deslumbramiento máximo	-	7.000	5.500	4.000	2.000	1.000	500

### 3.2.3. CONTAMINACION LUMINICA

En cuanto a la contaminación lumínica, se clasifican las diferentes zonas en función de su protección contra la contaminación luminosa, según el tipo de actividad a desarrollar en cada una, según la siguiente tabla:

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

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.

El flujo al hemisférico superior instalado FHSinst o emisión directa de las luminarias a implantar en cada zona no superará los límites establecidos en la siguiente tabla:



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

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO FHS <sub>INST</sub>
E1	≤ 1%
E2	≤ 5%
E3	≤ 15%
E4	≤ 25%

### 3.2.4. LIMITACION DE LUZ INTRUSA O MOLESTA

Con objeto de minimizar los efectos de luz intrusa o molesta procedentes de instalaciones de alumbrado exterior sobre residentes, las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción del alumbrado festivo y navideño, se diseñarán para que cumplan los valores máximos establecidos en los siguientes parámetros.

**Tabla 3.- Limitaciones de la luz molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior**

Parámetros luminotécnicos	Valores máximos			
	Observatorios astronómicos y parques naturales E1	Zonas periurbanas y áreas rurales E2	Zonas urbanas residenciales E3	Centros urbanos y áreas comerciales E4
Iluminancia vertical (E <sub>v</sub> )	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias (I)	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media de las fachadas (L <sub>m</sub> )	5 cd/m <sup>2</sup>	5 cd/m <sup>2</sup>	10 cd/m <sup>2</sup>	25 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia máxima de las fachadas (L <sub>max</sub> )	10 cd/m <sup>2</sup>	10 cd/m <sup>2</sup>	60 cd/m <sup>2</sup>	150 cd/m <sup>2</sup>
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos (L <sub>máx</sub> )	50 cd/m <sup>2</sup>	400 cd/m <sup>2</sup>	800 cd/m <sup>2</sup>	1.000 cd/m <sup>2</sup>
Incremento de umbral de contraste (TI)	Clase de Alumbrado			
	Sin iluminación TI = 15% para adaptación a L = 0,1 cd/m <sup>2</sup>	ME 5 TI = 15% para adaptación a L = 1 cd/m <sup>2</sup>	ME3 / ME4 TI = 15% para adaptación a L = 2 cd/m <sup>2</sup>	ME1 / ME2 TI = 15% para adaptación a L = 5 cd/m <sup>2</sup>

## 4. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE. AFECCIONES

En el ámbito de actuación no existe red de iluminación pública que se vea afectada por las obras proyectadas.

Se prolonga la instalación existente ejecutada en Proyectos de urbanización anteriores. Las luminarias del vial Norte-Sur se conectarán al cuadro de mando existente para unificar criterios de alumbrado con el resto del vial.

## 5. LUMINARIAS

Por homogeneidad con el resto de la urbanización de la PLISAN y para mejor mantenimiento de la red, se instalarán las luminarias del mismo tiempo que las recogidas en el "Proyecto de Infraestructuras de Sistemas Generales de la PLISAN. 1ª Fase"

Se instalarán las mismas luminarias que las proyectadas:

- Luminarias tipo LUMA I PHILIPS BGP623 80xLED-HB/NW OFR7 o equivalente: con cierre de vidrio templado, grado de protección IP66 clase I, con tecnología LED hasta 179W.
- Estas luminarias estarán equipadas con un sistema CityTouch LightWave o equivalente (sistema de control remoto del alumbrado). El sistema deberá proveer las siguientes funcionalidades para la operación de la instalación:
  - Gestión remota: adaptación flexible de los niveles de luz o planificación eficiente mediante calendarios
  - Control del estado real de la iluminación real con notificaciones automáticas de fallos
  - Medición de energía real con un histórico completo que proporcione instrumentos de medida y verificación
- Con este sistema se consigue: Ahorro energético, Aumento de la duración y rendimiento de las luminarias, Reducción de los costes de mantenimiento...

Los soportes de luminarias estarán constituidos por báculos troncocónicos, de 12 m de altura con brazo de 1.5 m, construidas en chapa de acero galvanizado, con un anillo de refuerzo en la base y una placa de anclaje que mediante cuatro bulones se fijará a una base de hormigón practicada para tal efecto. Las columnas dispondrán de marcado CE según la normativa vigente.

## 6. DESCRIPCION DE LAS OBRAS

A continuación, se define la obra civil y eléctrica que es necesario realizar para dotar al ámbito de un sistema de iluminación pública.

La obra civil a realizar comprende la construcción de zanjas, arquetas y cimentaciones de columnas.

No se realizan las cimentaciones de báculos en la zona de explanadas de mercancías, ejecutándose en este ámbito únicamente las canalizaciones.

La obra eléctrica consiste en el tendido de conductores unipolares de cobre 0,6/1 KV, aislamiento XLPE, entubados en polietileno UNE-EN 50086-2-4, su conexión a los Centros de Mando, luminarias y montaje de estas con sus correspondientes equipos. También se proyecta el montaje de dos Centros de Mando con seis salidas para dar servicio a los circuitos que se proyectan en la actuación, con un sistema de control remoto.

## 7. CONEXIÓN EXTERIOR. CARGA TOTAL

Los circuitos que forman parte de la instalación de iluminación pública que se proyecta parten de los Centros de Mando propios e interiores al polígono a los que se acometerá desde la red general de distribución en baja tensión.

El número de centros de mando es de 2 unidades, los cuáles serán alimentados desde centros de transformación interiores al ámbito.



La situación de los centros de mando se refleja en los planos de Proyecto.

Las cargas a considerar para los distintos circuitos y centros de mando son las siguientes:

- Vial Norte-Sur. Cuadro de mando existente: 9846 W
- Cuadro de Mando interior PLISAN: 5254 W

## 8. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

Las características fundamentales de la instalación se reflejan a continuación:

### 8.1. ACOMETIDAS

Desde los respectivos centros de transformación se realizarán las acometidas a los centros de mando con conductores unipolares de aluminio XZ1 – 0,6/1 KV en canalización subterránea.

### 8.2. CENTROS DE MANDO

Los Centros de Mando constarán de un interruptor general e interruptores parciales con sus correspondientes automáticos unipolares para las salidas, incluyendo sistema de arranque automático por programador astronómico que realiza automáticamente las operaciones de arranque y apagado. En módulo aparte se incluyen equipos de medida de activa y reactiva con discriminación horaria. En el Centro de Mando se instalarán interruptores de protección por corrientes de defecto y relés diferenciales rearmables y regulables para la protección de cada circuito contra posibles derivaciones producidas por defectos de aislamiento.

El centro de mando con grado de protección mínima IP55 e IK10, y dimensiones exteriores de: 2000 x 1790 x 500 mm (alto, ancho y hondo), será accesible frontalmente mediante 2 o 3 puertas, la ubicada en la parte izquierda dará acceso al compartimento destinado a alojar el contador eléctrico, lo cierto de esta puerta será la normalizada para llave de la compañía eléctrica.

Las otras dos puertas darán acceso a las salidas y protecciones de la iluminación, estas puertas dispondrán de un sistema de cierre que permite el acceso exclusivamente al personal autorizado.

La envolvente del cuadro proporciona un grado de protección mínima IP55, por lo tanto todos los elementos albergados bajo esta proporcionan este grado de protección.

### 8.3. CANALIZACIÓN ELÉCTRICA

La canalización eléctrica general será subterránea y se realizará con conductores de cobre con aislamiento de polietileno reticulado XLPE para 1KV alojados en tubos de PVC corrugado de doble pared interior lisa y exterior corrugada colocados en zanjias.

La distribución será trifásica con cuatro conductores de cobre unipolares (3F + N) entubados en PVC.

La red de tierras discurrirá por todas las canalizaciones y será común a todos los circuitos y centros de mando. Se realizará con conductor de cobre de 16 mm<sup>2</sup> de tierra, y se realizará la derivación la pica de tierra con conductor de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección enterrado. De este cable principal saldrán las derivaciones a los apoyos y a los centros de mando con conductor de cobre aislado de 35 mm<sup>2</sup> y soldadura aluminotérmica.

### 8.4. PROTECCIÓN DE LOS CIRCUITOS

En los centros de mando se proyectan relés diferenciales de alta sensibilidad (30 mA), para la protección frente a contactos indirectos, de forma que ninguna masa pueda dar lugar a tensiones superiores a 24 V.

Se dispondrá una pica en cada centro de mando y como mínimo cada 5 apoyos de los soportes de luminarias. Todos los elementos de puesta a tierra irán ubicados en las arquetas. La unión del conductor de tierra con las placas o picas se realizará mediante soldaduras de alto punto de fusión.

### 8.5. ACOMETIDAS A LUMINARIAS

Las acometidas a las luminarias en columnas se realizarán sin elementos de empalme, derivando los conductos haciendo entrada y salida directamente a las columnas. Los conductores de alimentación se conectarán a las bornas de la caja que para tal efecto se instalarán en la columna. La alimentación a la luminaria se hará con cable de cobre 2 x 2,5 mm<sup>2</sup> 0,6/1 KV más conductor de protección mediante cable de color verde-amarillo 1x2,5mm<sup>2</sup> 450/750V.

## 9. EFICIENCIA ENERGÉTICA

El reglamento indica que se debe cumplir unos requisitos mínimos de eficiencia energética a través del cálculo de un parámetro llamado "eficiencia energética de la instalación de iluminación exterior", que se calcula con la siguiente fórmula:

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

La tabla siguiente indica el mínimo valor que se tiene que alcanzar:

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

Iluminancia media en servicio $E_m(lux)$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left( \frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$
$\geq 30$	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	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

Es otra obligación del reglamento calcular la clasificación energética de la instalación, según las tablas e índices siguientes:

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



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 $E_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada $E_m$ (lux)	Eficiencia energética de referencia $E_R$ $\left(\frac{m^2 \cdot lux}{W}\right)$
$\geq 30$	32	--	--
25	29	--	--
20	26	$\geq 20$	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	$\leq 5$	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

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 $\geq 5,00$	$I_E \leq 0,20$

A continuación se indican los resultados obtenidos de eficiencia energética:

Sección:	VIAL NORTE-SUR
Longitud:	600
Anchura:	29
Superficie:	17400
Tipo de alumbrado:	Vial funcional
Potencia Instalada	9846
Ratio de potencia	0.566
Iluminancia media en servicio:	22
Eficiencia energética E	38.88
Eficiencia energética mínima Emin	18.23
Eficiencia energética de referencia Er	26.79
Indice de eficiencia energética Ie	1.451
Indice de Consumo energético ICE	0.689
Calificación energética:	<b>A</b>

Por lo tanto la calificación energética de la instalación es "A"

## 10. CALCULOS ELECTRICOS

Para los cálculos pertinentes, se atenderá en todo momento a las MI-BT 009 y MI-BT 032, teniendo siempre en cuenta, al tratarse de lámparas de descarga, el factor 1,8 sobre la potencia nominal de la lámpara.

### 10.1. FORMULACIÓN EMPLEADA

Para la ejecución de los cálculos se han tenido en cuenta las Recomendaciones para la iluminación de carreteras, y la formulación y condiciones definidas en esta, que listamos a continuación. La previsión de cargas cumplirá lo establecido en la Instrucción MI-Bt-009, siendo la carga por punto de luz la nominal de la lámpara multiplicada por 1,8, debido a que se trata de lámparas de descarga con su correspondiente equipo auxiliar.

En el cálculo de secciones debe contemplarse lo dispuesto por la Instrucción MI-BT-017, considerando que la máxima caída de tensión admisible será de un 3% de la tensión nominal de la red. La expresión de la caída de tensión es la siguiente:

$$\delta = \frac{\sqrt{3}LI \cos \varphi}{KS}$$

siendo:  $\delta$  = Caída de tensión en voltios.

L = Longitud del circuito en metros.

I = Intensidad en Amperios.



$\cos \rho$  = Factor de potencia.

K = conductividad.

S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

La expresión anterior puede simplificarse multiplicando el numerador y el denominador del segundo miembro por la tensión V, considerando que la potencia viene definida por  $W = \sqrt{3} V I \cos \rho$ , la conductividad del cobre es K = 56, la tensión V = 380 V. y que la potencia nominal debe multiplicarse por 1,8, llegando a la siguiente fórmula:

$$S \delta = \frac{1,8WL}{21.280}$$

Datos de calculo	
Potencia del punto de luz	91 w
Cos $\rho$	0,9
Potencia de cálculo.	450 w
tensión de alimentación	220/380 V
Conductividad del Cu.	56

La red eléctrica se efectuará en baja tensión, constituida por tres fases y neutro, con una tensión de 380V entre fases y 220V entre fase y neutro.

Debido al desconocimiento de la red de iluminación que se proyectará en el proyecto de urbanización del sector, se ha tomado como hipótesis que ambas líneas continúen (C2 y C4) en una longitud de 210 m, ubicando luminarias de VSAP de 250 W pareadas cada 30 m.

Las fórmulas empleadas en el cálculo de la instalación han sido:

Fórmulas:		
Tramos:	Potencia:	Caída de tensión:
Trifásicos:	$P = \sqrt{3} \cdot V_c \cdot I \cdot \cos \rho$	$E = \frac{P \cdot l}{v \cdot s \cdot V_c}$
Monofásicos:	$P = V_s \cdot I \cdot \cos \rho$	$E = \frac{2 \cdot P \cdot l}{v \cdot s \cdot V_s}$

Realizados los cálculos eléctricos por caída de tensión, se comprueba la densidad de la corriente en los circuitos que se prevean sobrecargados.

La intensidad viene dada por la expresión:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} V \cos \rho (1 - \Sigma)}$$

siendo  $\Sigma$  el desequilibrio entre fases cuyo valor a adoptar es 0,10 y considerando  $\cos \rho = 0,90$ , resulta:

$$I = \frac{W}{0,9 \times 0,9 \times 380 \sqrt{3}}$$

La potencia a considerar es la nominal más la debida al equipo auxiliar, para puntos de luz de 91 W será 163.8W.

Puede comprobarse que en todos los casos la intensidad obtenida está muy por debajo de las máximas admisibles, haciendo constar que la acometida se han sobredimensionado con el objeto de poder realizar futuras ampliaciones sin necesidad de reformarla.

Se presentan adjuntas las tablas correspondientes.





## APENDICE Nº1. CALCULOS LUMINOTECNICOS



## PLISAN

Contacto:  
Nº de encargo:  
Empresa:  
Nº de cliente:

Fecha: 16.03.2015  
Proyecto elaborado por:

## PLISAN

# DIALux

16.03.2015

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

## Índice

<b>PLISAN</b>	
Portada del proyecto	1
Índice	2
<b>EIXOS 1,2,3</b>	
Datos de planificación	3
Lista de luminarias	4
Resultados luminotécnicos	5
<b>Recuadros de evaluación</b>	
<b>Recuadro de evaluación Calzada 1</b>	
<b>Observador</b>	
<b>Observador 1</b>	
Isolíneas (L)	7
<b>Observador 2</b>	
Isolíneas (L)	8
<b>Recuadro de evaluación Calzada 2</b>	
<b>Observador</b>	
<b>Observador 3</b>	
Isolíneas (L)	9
<b>Observador 4</b>	
Isolíneas (L)	10
<b>EIXOS 6,7,8,9,11,12,13,14</b>	
Datos de planificación	11
Lista de luminarias	12
Resultados luminotécnicos	13



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

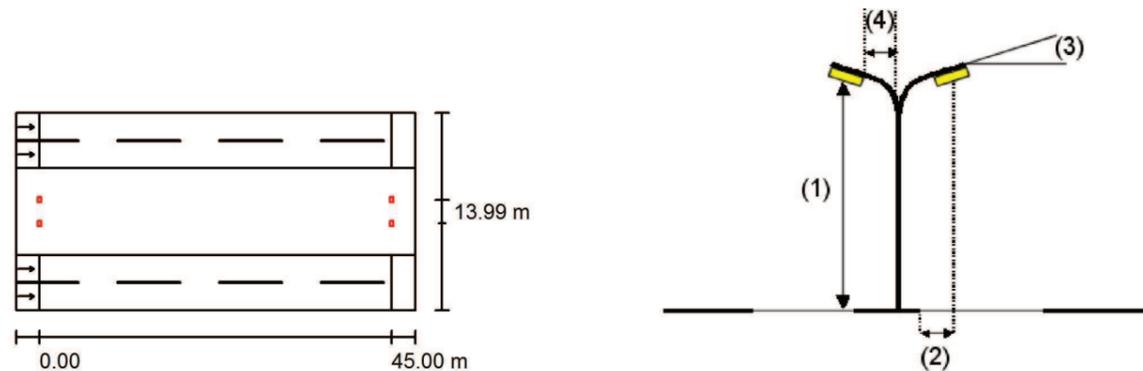
### EIXOS 1,2,3 / Datos de planificación

#### Perfil de la vía pública

Calzada 2	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Arcén central	(Anchura: 11.000 m, Altura: 0.000 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.80

#### Disposiciones de las luminarias

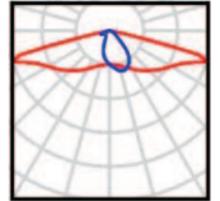


Luminaria:	PHILIPS BGP623 80xLED-HB/NW OFR7	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Luminaria):	18473 lm	con 70°: 729 cd/klm
Flujo luminoso (Lámparas):	20300 lm	con 80°: 386 cd/klm
Potencia de las luminarias:	179.0 W	con 90°: 8.48 cd/klm
Organización:	sobre arcén central	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Distancia entre mástiles:	45.000 m	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.
Altura de montaje (1):	12.120 m	
Altura del punto de luz:	12.001 m	
Saliente sobre la calzada (2):	-3.993 m	
Inclinación del brazo (3):	10.0 °	
Longitud del brazo (4):	1.490 m	

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

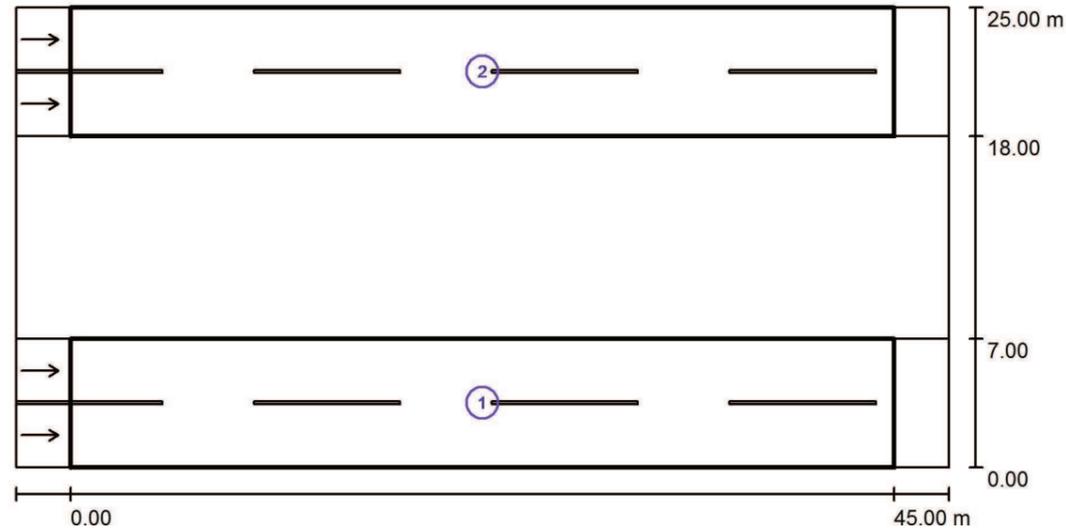
### EIXOS 1,2,3 / Lista de luminarias

PHILIPS BGP623 80xLED-HB/NW OFR7 (Tipo 1)  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 18473 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 20300 lm  
Potencia de las luminarias: 179.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 42 73 96 100 91  
Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

EIXOS 1,2,3 / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:365

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1  
Longitud: 45.000 m, Anchura: 7.000 m  
Trama: 15 x 6 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
Clase de iluminación seleccionada: ME3b

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.01	0.45	0.70	15	1.02
Valores de consigna según clase:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

EIXOS 1,2,3 / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

- 2 Recuadro de evaluación Calzada 2  
Longitud: 45.000 m, Anchura: 7.000 m  
Trama: 15 x 6 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 2.  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070  
Clase de iluminación seleccionada: ME3b

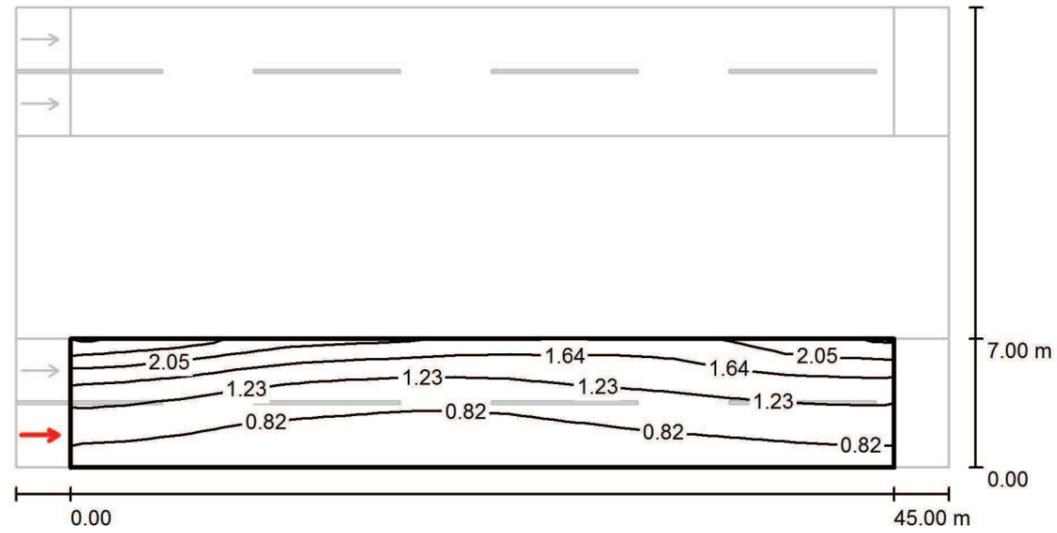
(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.01	0.45	0.70	15	1.02
Valores de consigna según clase:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

EIXOS 1,2,3 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L)



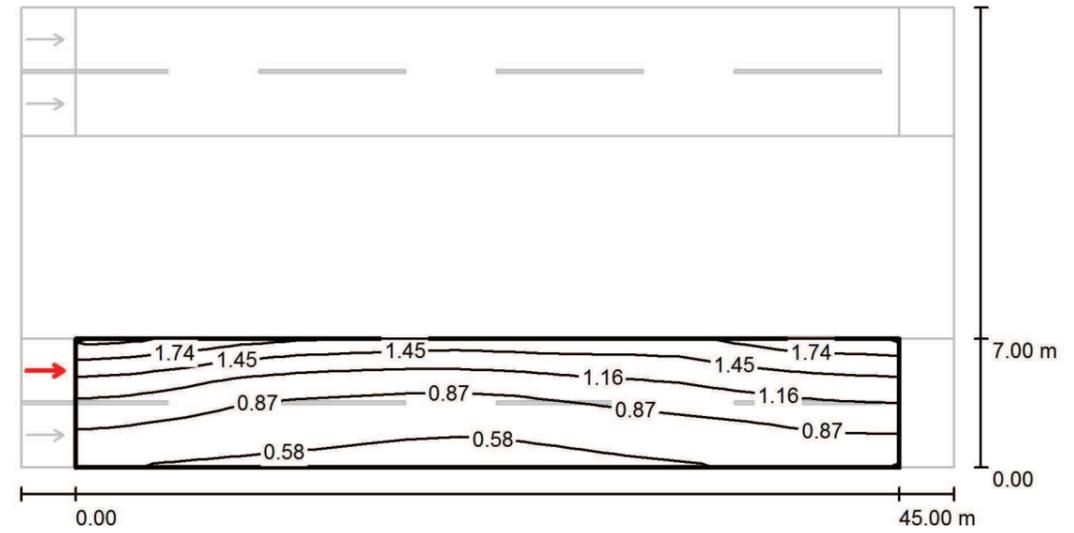
Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 365

Trama: 15 x 6 Puntos  
Posición del observador: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.18	0.45	0.70	9
Valores de consigna según clase ME3b:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

EIXOS 1,2,3 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 2 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 365

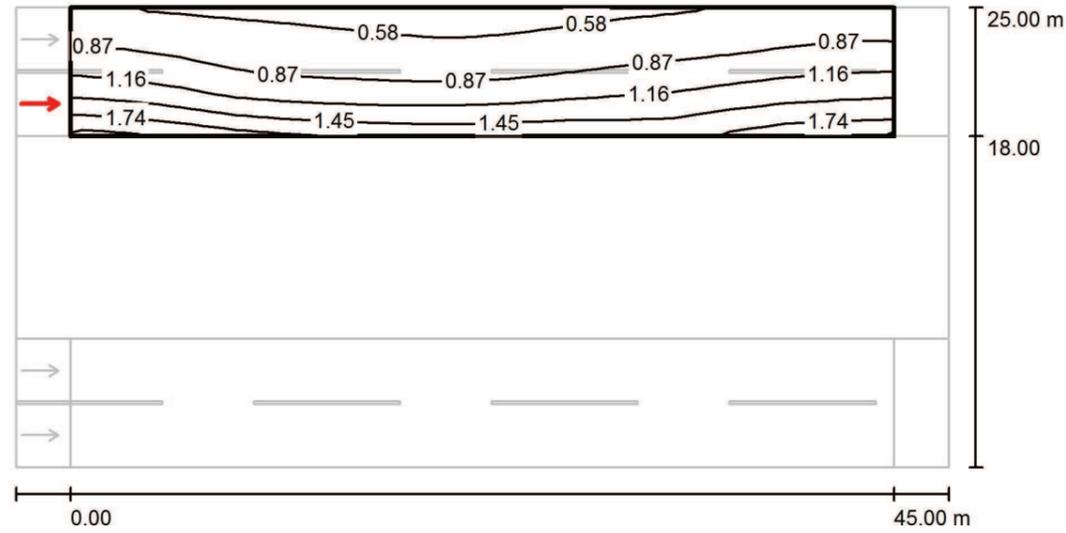
Trama: 15 x 6 Puntos  
Posición del observador: (-60.000 m, 5.250 m, 1.500 m)  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.01	0.49	0.73	15
Valores de consigna según clase ME3b:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

EIXOS 1,2,3 / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 3 / Isolíneas (L)



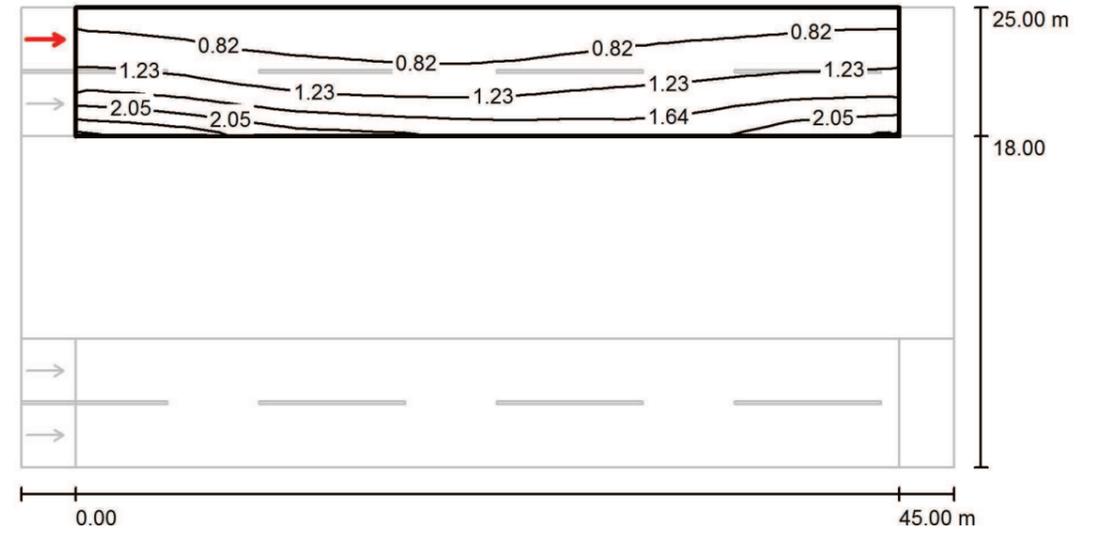
Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 365

Trama: 15 x 6 Puntos  
Posición del observador: (-60.000 m, 19.750 m, 1.500 m)  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.01	0.49	0.73	15
Valores de consigna según clase ME3b:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

EIXOS 1,2,3 / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 4 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m<sup>2</sup>, Escala 1 : 365

Trama: 15 x 6 Puntos  
Posición del observador: (-60.000 m, 23.250 m, 1.500 m)  
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	$L_m$ [cd/m <sup>2</sup> ]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.18	0.45	0.70	8
Valores de consigna según clase ME3b:	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

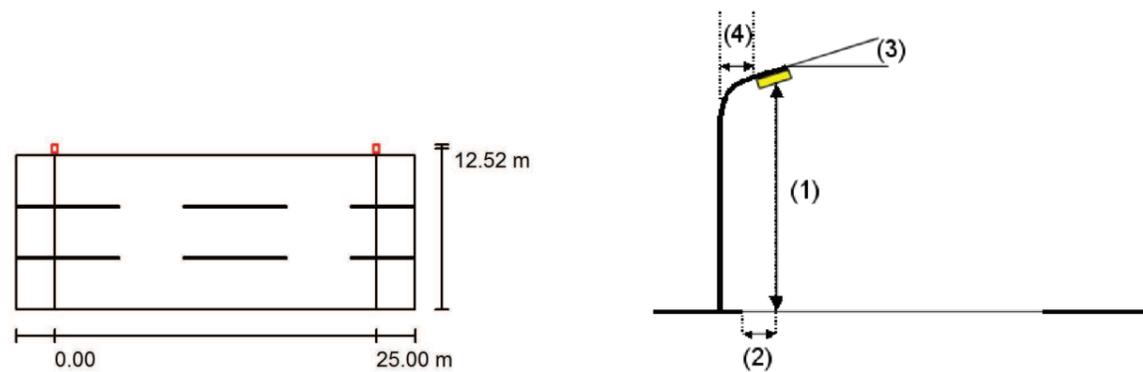
### EIXOS 6,7,8,9,11,12,13,14 / Datos de planificación

#### Perfil de la vía pública

Calzada 1 (Anchura: 12.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 3, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)

Factor mantenimiento: 0.80

#### Disposiciones de las luminarias

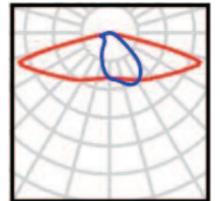


Luminaria:	PHILIPS BGP623 80xLED-HB/NW OFR4	
Flujo luminoso (Luminaria):	18676 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	20300 lm	con 70°: 523 cd/klm
Potencia de las luminarias:	179.0 W	con 80°: 480 cd/klm
Organización:	unilateral arriba	con 90°: 20 cd/klm
Distancia entre mástiles:	25.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados
Altura de montaje (1):	12.120 m	con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el
Altura del punto de luz:	12.004 m	funcionamiento).
Saliente sobre la calzada (2):	-0.490 m	La disposición cumple con la clase del índice de
Inclinación del brazo (3):	15.0 °	deslumbramiento D.4.
Longitud del brazo (4):	1.500 m	

Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

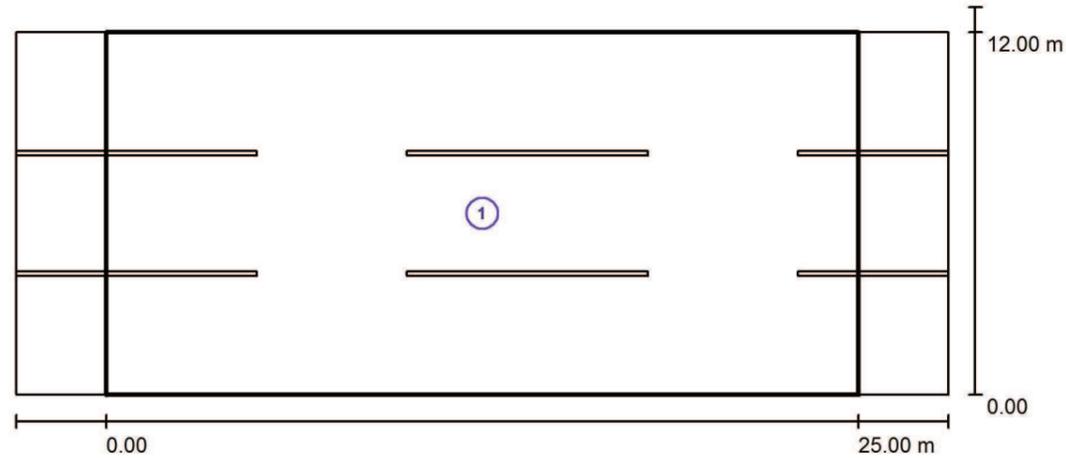
### EIXOS 6,7,8,9,11,12,13,14 / Lista de luminarias

PHILIPS BGP623 80xLED-HB/NW OFR4 (Tipo 1)  
N° de artículo:  
Flujo luminoso (Luminaria): 18676 lm  
Flujo luminoso (Lámparas): 20300 lm  
Potencia de las luminarias: 179.0 W  
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 39 72 96 100 92  
Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por  
Teléfono  
Fax  
e-Mail

EIXOS 6,7,8,9,11,12,13,14 / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:222

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1  
Longitud: 25.000 m, Anchura: 12.000 m  
Trama: 10 x 8 Puntos  
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.  
Clase de iluminación seleccionada: CE2 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:	$E_m$ [lx]	U0
Valores de consigna según clase:	25.10	0.64
Cumplido/No cumplido:	$\geq 20.00$	$\geq 0.40$
	✓	✓





## APENDICE Nº2. CALCULOS ELECTRICOS DE LA LINEA

**CALCULO DE LINEA ELECTRICA. TERMINAL FERROVIARIA PLISAN**

V=380V Cable de Cobre: c=56 LUMINARIA PPAL DOBLE 358 W VIARIO SENCILLA 179 W

**CIRCUITO 0. VIAL NORTE-SUR Y GLORIETA**

**Comprobación de la caída de potencial**

RAMAL	POTENCIA W	1.1-W	L (m)	S-δ	S (mm2)	δ	Σδ	%δ
CM-A114	9845	10829.5	10	5.089	25	0.204		
A1 1	9845	10829.5	36	18.321	25	0.733	0.733	0.19%
A1 2	9666	10632.6	36	17.987	25	0.719	1.452	0.38%
A1 3	9487	10435.7	36	17.654	25	0.706	2.158	0.57%
A1 4	9129	10041.9	36	16.988	25	0.680	2.838	0.75%
A1 5	8771	9648.1	36	16.322	25	0.653	3.491	0.92%
A1 6	8413	9254.3	36	15.656	25	0.626	4.117	1.08%
A1 7	8055	8860.5	36	14.990	25	0.600	4.717	1.24%
A1 8	7697	8466.7	36	14.323	25	0.573	5.290	1.39%
A1 9	7339	8072.9	36	13.657	25	0.546	5.836	1.54%
A1 10	6981	7679.1	36	12.991	25	0.520	6.356	1.67%
A1 11	6623	7285.3	36	12.325	25	0.493	6.849	1.80%
A1 12	6265	6891.5	36	11.659	25	0.466	7.315	1.92%
A1 13	5907	6497.7	36	10.992	25	0.440	7.755	2.04%
A1 14	5549	6103.9	36	10.326	25	0.413	8.168	2.15%
A1 15	5191	5710.1	36	9.660	25	0.386	8.554	2.25%
A1 16	4833	5316.3	36	8.994	25	0.360	8.914	2.35%
A1 17	4475	4922.5	36	8.328	25	0.333	9.247	2.43%
A1 18	4117	4528.7	36	7.661	25	0.306	9.553	2.51%
A1 19	3759	4134.9	36	6.995	25	0.280	9.833	2.59%
A1 20	3401	3741.1	35	6.153	25	0.246	10.079	2.65%
A1 21	3043	3347.3	78	12.269	25	0.491	10.570	2.78%
A1 22	2685	2953.5	21	2.915	25	0.117	10.687	2.81%
A1 23	2327	2559.7	40	4.811	25	0.192	10.879	2.86%
A1 24	1969	2165.9	55	5.598	25	0.224	11.103	2.92%

9845 923

**Comprobación de la intensidad de corriente**

RAMAL	POTENCIA	POTENCIA MAYORADA	INTENSIDAD (A)	SECCION (mm2)	INTENSIDAD ADMISIBLE (A)
CIRCUITO 1	9845	11814	22.160	6	37

CUMPLE

**CALCULO DE LINEA ELECTRICA. TERMINAL FERROVIARIA PLISAN**

V=380V Cable de Cobre: c=56 LUMINARIA PPAL DOBLE 358 W VIARIO SENCILLA 83.4 W

**CIRCUITO 1a. CAMINO MANTENIMIENTO A NAVE TALLER**

**Comprobación de la caída de potencial**

RAMAL	POTENCIA W	1.1-W	L (m)	S-δ	S (mm2)	δ	Σδ	%δ
CM-A114	1167.6	1284.36	10	0.604	6	0.101		
A1a.1	1167.6	1284.36	30	1.811	6	0.302	0.302	0.08%
A1a.2	1084.2	1192.62	30	1.681	6	0.280	0.582	0.15%
A1a.3	1000.8	1100.88	30	1.552	6	0.259	0.841	0.22%
A1a.4	917.4	1009.14	30	1.423	6	0.237	1.078	0.28%
A1a.5	834	917.4	30	1.293	6	0.216	1.293	0.34%
A1a.6	750.6	825.66	30	1.164	6	0.194	1.487	0.39%
A1a.7	667.2	733.92	30	1.035	6	0.172	1.660	0.44%
A1a.8	583.8	642.18	30	0.905	6	0.151	1.811	0.48%
A1a.9	500.4	550.44	30	0.776	6	0.129	1.940	0.51%
A1a.10	417	458.7	30	0.647	6	0.108	2.048	0.54%
A1a.11	333.6	366.96	30	0.517	6	0.086	2.134	0.56%
A1a.12	250.2	275.22	30	0.388	6	0.065	2.199	0.58%
A1a.13	166.8	183.48	30	0.259	6	0.043	2.242	0.59%
A1a.14	83.4	91.74	30	0.129	6	0.022	2.263	0.60%

430

**CIRCUITO 1b. CAMINO ACCESO A OBRA Y MANTENIMIENTO**

**Comprobación de la caída de potencial**

RAMAL	POTENCIA W	1.1-W	L (m)	S-δ	S (mm2)	δ	Σδ	%δ
CM-A114	3502.8	3853.08	10	1.811	16	0.113		
A1b.1	3502.8	3853.08	30	5.432	16	0.339	0.339	0.09%
A1b.2	3419.4	3761.34	30	5.303	16	0.331	0.671	0.18%
A1b.3	3336	3669.6	30	5.173	16	0.323	0.994	0.26%
A1b.4	3252.6	3577.86	30	5.044	16	0.315	1.309	0.34%
A1b.5	3169.2	3486.12	30	4.915	16	0.307	1.617	0.43%
A1b.6	3085.8	3394.38	30	4.785	16	0.299	1.916	0.50%
A1b.7	3002.4	3302.64	30	4.656	16	0.291	2.207	0.58%
A1b.8	2919	3210.9	30	4.527	16	0.283	2.490	0.66%
A1b.9	2835.6	3119.16	30	4.397	16	0.275	2.764	0.73%
A1b.10	2752.2	3027.42	30	4.268	16	0.267	3.031	0.80%
A1b.11	2668.8	2935.68	30	4.139	16	0.259	3.290	0.87%
A1b.12	2585.4	2843.94	30	4.009	16	0.251	3.540	0.93%
A1b.13	2502	2752.2	30	3.880	16	0.242	3.783	1.00%
A1b.14	2418.6	2660.46	30	3.751	16	0.234	4.017	1.06%
A1b.15	2335.2	2568.72	30	3.621	16	0.226	4.244	1.12%
A1b.16	2251.8	2476.98	30	3.492	16	0.218	4.462	1.17%
A1b.17	2168.4	2385.24	30	3.363	16	0.210	4.672	1.23%
A1b.18	2085	2293.5	30	3.233	6	0.539	5.211	1.37%
A1b.19	834	917.4	30	1.293	6	0.216	5.427	1.43%
A1b.20	750.6	825.66	30	1.164	6	0.194	5.621	1.48%
A1b.21	667.2	733.92	30	1.035	6	0.172	5.793	1.52%
A1b.22	583.8	642.18	30	0.905	6	0.151	5.944	1.56%
A1b.23	500.4	550.44	30	0.776	6	0.129	6.073	1.60%
A1b.24	417	458.7	30	0.647	6	0.108	6.181	1.63%
A1b.25	333.6	366.96	30	0.517	6	0.086	6.267	1.65%
A1b.26	250.2	275.22	30	0.388	6	0.065	6.332	1.67%
A1b.27	166.8	183.48	30	0.259	6	0.043	6.375	1.68%
A1b.28	83.4	91.74	30	0.129	6	0.022	6.397	1.68%

850

**CIRCUITO 1C. APARCAMIENTO ZONA OFICINAS**

**Comprobación de la caída de potencial**

RAMAL	POTENCIA W	1.1-W	L (m)	S-δ	S (mm2)	δ	Σδ	%δ
CM-A114	583.8	642.18	10	0.302	6	0.050		
A1C.1	583.8	642.18	30	0.905	6	0.151	0.151	0.04%
A1C.2	500.4	550.44	30	0.776	6	0.129	0.280	0.07%
A1C.3	417	458.7	30	0.647	6	0.108	0.388	0.10%
A1C.4	333.6	366.96	30	0.517	6	0.086	0.474	0.12%
A1C.5	250.2	275.22	30	0.388	6	0.065	0.539	0.14%
A1C.6	166.8	183.48	30	0.259	6	0.043	0.582	0.15%
A1C.7	83.4	91.74	30	0.129	6	0.022	0.604	0.16%

220

**Comprobación de la intensidad de corriente**

RAMAL	POTENCIA	POTENCIA MAYORADA	INTENSIDAD (A)	SECCION (mm2)	INTENSIDAD ADMISIBLE (A)
CIRCUITO 1	1167.6	1401.12	2.628	6	37

CUMPLE

