

PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE ACCESOS AL NUEVO HOSPITAL DE ALCAÑIZ, (TERUEL)



ANEJO 9

RED DE ALUMBRADO PÚBLICO

Marzo 2012

Víctor de las Casas Zabala
Eduardo Fernández Inglada
Eduardo Merello Godino
Guillermo Merchán Domenech
Arquitectos

INDICE

1.	ANEJO 9 – RED DE ALUMBRADO PÚBLICO	3
1.1.	ANTECEDENTES Y FINALIDADES DE LA INSTALACIÓN	3
1.1.1.	OBJETO.....	3
1.1.2.	NORMATIVA TÉCNICA APLICABLE.....	3
1.1.3.	METODOLOGÍA DE DISEÑO	3
2.	NIVELES DE ILUMINACIÓN.....	4
2.1.	INTRODUCCIÓN	4
2.2.	DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS A ILUMINAR.....	5
2.3.	SITUACIONES DE PROYECTO.....	5
2.4.	DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ALUMBRADO	6
2.5.	LIMITACIONES DE LAS EMISIONES LUMINOSAS.....	8
3.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO	8
3.1.	TIPOS DE LUMINARIA Y LÁMPARA	8
3.1.1.	MODELO SPEEDSTAR	9
3.1.2.	LUMINARIA CITYSOUL MINI.....	9
3.1.3.	LUMINARIA SELENIUM.....	10
3.2.	TIPOS DE APOYOS	10
3.3.	DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS.....	11
3.4.	SISTEMA DE AHORRO ENERGÉTICO.....	12
4.	CÁLCULO LUMINOTÉCNICO	12
4.1.	METODOLOGÍA DE CÁLCULO	12
4.2.	FACTOR DE MANTENIMIENTO	13
4.3.	RESULTADOS DEL CÁLCULO LUMINOTÉCNICO	14
5.	CÁLCULO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN.....	14
5.1.	DEFINICIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	14
5.2.	REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	15
5.3.	CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO	16
5.4.	RESULTADOS DEL CÁLCULO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	17
6.	CÁLCULO ELÉCTRICO DE LA RED DE ALUMBRADO.....	17
6.1.	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL	17
6.2.	METODOLOGÍA DE CÁLCULO	18
6.3.	RESULTADOS DEL CÁLCULO ELÉCTRICO	19
7.	CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES.....	19
7.1.	TRAZADO DE LA RED Y CANALIZACIONES	19
7.2.	ARQUETAS.....	19
7.3.	TOMA DE TIERRA.....	20
7.4.	CUADRO DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL	20
7.5.	CONDUCTORES	20

1. ANEJO 9 – RED DE ALUMBRADO PÚBLICO

1.1. ANTECEDENTES Y FINALIDADES DE LA INSTALACIÓN

1.1.1. OBJETO

Se redacta el presente anejo, “Diseño y cálculo de la Red de Alumbrado Público” del Proyecto que nos ocupa, con la finalidad de estudiar las necesidades lumínicas de los espacios públicos del vial de acceso al nuevo hospital de Alcañiz (Teruel). Así como la elección del sistema de alumbrado a utilizar (tipo de luminarias, lámparas, disposición, altura, etc.) y su correspondiente sistema eléctrico de alimentación y control.

En este anejo se indicarán las características técnicas y de seguridad que habrán de reunir las instalaciones de alumbrado y eléctricas que se proyectan, de tal manera que su ejecución se realice conforme a la distinta normativa vigente que les afecte. En concreto el proyecto incluye la ejecución de las columnas, luminarias, cuadro de mando, equipos auxiliares, tendido de cables y conexionado de todos los puntos de luz; así como, zanjas, arquetas, cimentaciones de las columnas y red de toma de tierras.

1.1.2. NORMATIVA TÉCNICA APLICABLE

- Reglamento de Eficiencia Energética en las Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones Complementarias EA-01 a EA-07 (Real Decreto 1890/2008 de 19 de Noviembre de 2008).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Norma Técnica para Instalaciones de Media y Baja Tensión, orden de 20 de diciembre de 1991, de Consellería de Industria, Comercio y Turismo.
- Normas particulares de la empresa suministradora de energía eléctrica (Iberdrola).

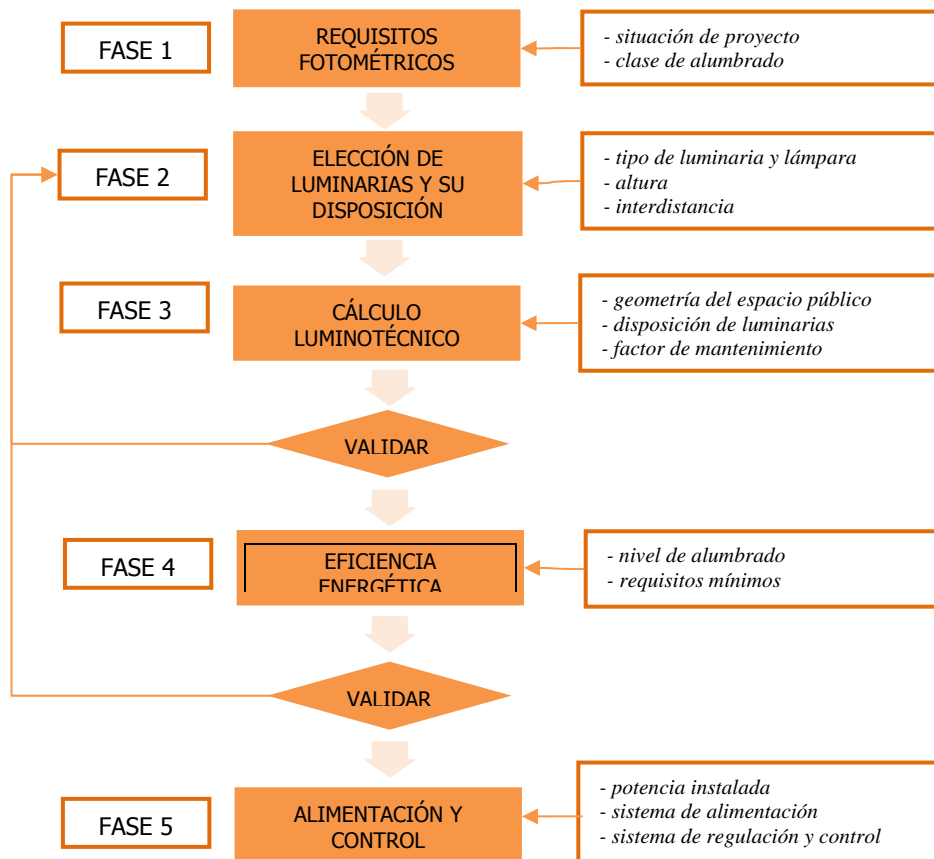
1.1.3. METODOLOGÍA DE DISEÑO

El diseño de un sistema de alumbrado público se puede dividir en las siguientes fases:

1. Establecer los requisitos fotométricos, mediante la elección de la situación de proyecto y la clase de alumbrado, ambos en base a las recomendaciones de la normativa (RD 1890/2008 y UNE-EN 13201-1). Para ello, la normativa vigente establece una clasificación de las vías mediante diversas situaciones de proyecto. Para cada una de las situaciones de proyecto se puede seleccionar diversas clases de alumbrado según diversos factores como: la complejidad del trazado, el control del tráfico, la IMD, etc.
2. Definir las luminarias y lámparas a emplear, así como su disposición en el espacio público. La elección dependerá principalmente de los requisitos fotométricos establecidos en la fase anterior, así como del empleo de las mejores técnicas disponibles (eficiencia, mantenimiento, coste, etc.). Un aspecto importante en esta fase, además de la propia geometría viaria, será la presencia de otros elementos urbanos, tales como arbolado o vados peatonales, y que condicionarán la disposición final a emplear.
3. Realizar el cálculo luminotécnico, para validar la disposición de luminarias definida, comprobando que se cumplen los requisitos fotométricos establecidos en la normativa vigente (RD 1890/2008). El cálculo se realizará con apoyo de un sistema informático avanzado, en este caso el programa de libre uso, Dialux 4.8.
4. Realizar el cálculo de la eficiencia energética de la instalación, con su correspondiente calificación energética de las instalaciones, comprobando que se cumplen los requisitos establecidos por la normativa vigente (RD 1890/2008). Se empleará la metodología del Reglamento de eficiencia energética mediante el apoyo de hojas de cálculo de elaboración propia.

5. Diseñar y calcular la red de alimentación del sistema de alumbrado, comprobando que se cumplen los requisitos de la normativa vigente (RD 842/2002). Para la comprobación de la caída de tensión en la red se emplearán hojas de cálculo de elaboración propia.

6. Resumen de la metodología de diseño del sistema de alumbrado.



2. NIVELES DE ILUMINACIÓN

2.1. INTRODUCCIÓN

Como se ha expuesto en el punto anterior, en primer lugar se estudiará las necesidades lumínicas que requieren las vías que son objeto de estudio. Para ello se utilizarán los criterios definidos en la norma “UNE-EN 13201-1. Iluminación en carreteras. Parte 1: Selección de las clases de iluminación”. Los criterios definidos en esta normativa también son recogidos en la “Propuesta de Modelo de Ordenanza Municipal de Alumbrado Exterior para la protección del Medio Ambiente mediante la mejora de la Eficiencia Energética” (2002), elaborada por el grupo de trabajo formado por el Comité Español de Iluminación (CEI) y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Asimismo, en noviembre de 2008 se publicó en el Reglamento de Eficiencia Energética en las Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones Complementarias EA-01 a EA-07 (Real Decreto 1890/2008 de 19 de Noviembre de 2008), donde también se recogen las recomendaciones de la “UNE-EN 13201.1”, concretamente en la instrucción técnica complementaria ITC EA-02.

Se entiende por nivel de iluminación o clase de alumbrado, al conjunto de requisitos fotométricos (luminancia, iluminancia, uniformidad, deslumbramiento, relación de entorno, etc.) que debe cumplir el sistema de iluminación diseñado para un espacio público exterior concreto.

En cuanto a las obligaciones establecidas en el reglamento RD 1890/2008 cabe destacar que:

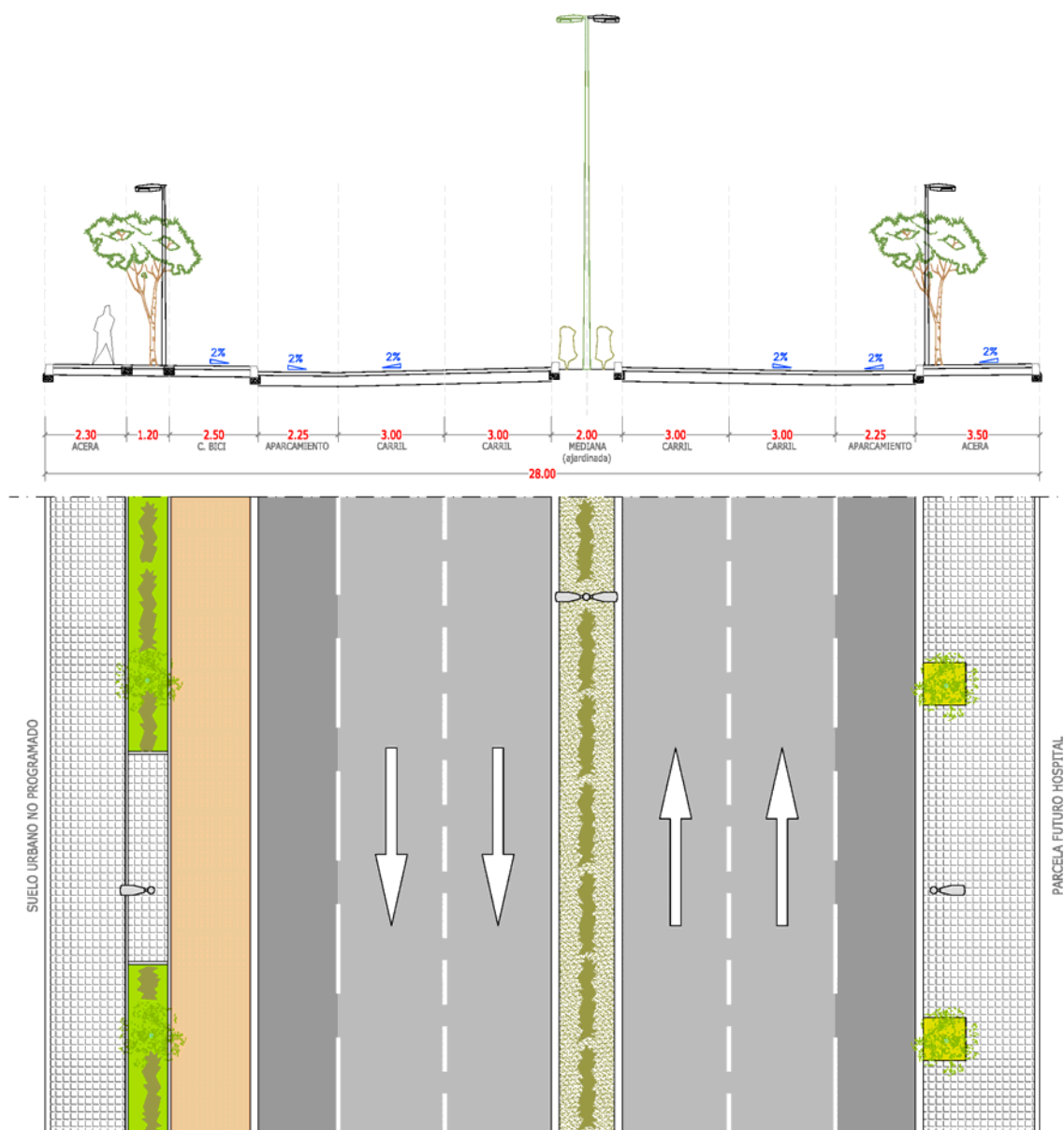
- Los niveles máximos de luminancia o de iluminancia media de las instalaciones de alumbrado no podrán superar en más de un 20% los niveles medios de referencia establecidos.
- El valor de la uniformidad mínima deberá garantizarse para cada clase de alumbrado.

- Los niveles medios de referencia no tendrán la consideración de valores mínimos obligatorios.
- Otros requisitos fotométricos, como por ejemplo el valor mínimo de iluminancia en un punto, deslumbramiento e iluminación de alrededores, etc., no tendrán la consideración de valores exigidos sino de referencia.

2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS A ILUMINAR

Los espacios a iluminar objeto de este documento son aquellos que forman el espacio viario del nuevo acceso al hospital de Alcañiz (Teruel).

Se trata de un vial de 28 metros de ancho, conformado por dos calzadas de 2 carriles por sentido, separadas por una mediana ajardinada de 2 metros. El en lado Sur, el vial dispone de una acera de 2,3 metros y un carril bici del 2,5 metros, ambos separados por una franja ajardinada de 1,2 metros. En el lado norte se dispone de una acera de 3,5 metros que dispone de arbolado de alineación con alcorques de 1,2 metros. Además a ambos lados del vial se dispone banda de aparcamiento en cordón de 2,25 metros.



2.3. SITUACIONES DE PROYECTO

El nivel de iluminación requerido por una vía depende de múltiples factores como son: el tipo de vía, la complejidad de su trazado, la intensidad y sistema de control de tráfico, o la separación entre carriles

destinados a distintos tipos de usuarios. En función de estos criterios las vías de circulación se clasifican en varios grupos o situaciones de proyecto.

Así, las diferentes situaciones de proyecto se pueden obtener en función de las características de la vía: velocidad de proyecto, tipo de vía, número de carriles, separación de calzadas, IMD, condiciones meteorológicas, nivel de iluminación ambiental, usuarios principales de la vía, etc.

El principal criterio para la clasificación de las vías es la velocidad de circulación del tráfico rodado. Así pues, se definen cinco grupos principales en función de la velocidad:

Tabla 1. Clasificación de las vías según la velocidad.

CLASIFICACIÓN	TIPO DE VÍA	VELOCIDAD DEL TRÁFICO RODADO (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v < 60$
C	carriles bici	-
D	de baja velocidad	$5 < v < 30$
E	vías peatonales	$v \leq 5$

En nuestro caso nos encontramos con una vía urbana de velocidad moderada (50 km/h). En la siguiente tabla se recogen diferentes situaciones de proyecto y su clase de alumbrado correspondiente para la clasificación de vías de velocidad moderada. Cuando para una determinada situación de proyecto e intensidad de tráfico se pueda seleccionar distintas clases de alumbrado, se elegirá la clase teniendo en cuenta la complejidad del trazado, el control del tráfico, la separación de los distintos tipos de usuarios y otros parámetros específicos.

Tabla 2. Clases de alumbrado para vías de tráfico rodado de moderada velocidad.

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VÍAS	CLASE DE ALUMBRADO
B1	Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante. Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas. * <u>Intensidad de tráfico</u> y complejidad del trazado de la carretera. Control de tráfico y separación de los distintos tipos de usuarios. Parámetros específicos $IMD \geq 7.000$ $IMD < 7.000$	ME 2 / ME 3c ME 4b / ME 5 / ME 6
B2	Carreteras locales en áreas rurales. * <u>Intensidad de tráfico</u> y complejidad del trazado de la carretera. Control de tráfico y separación de los distintos tipos de usuarios. Parámetros específicos $IMD \geq 7.000$ $IMD < 7.000$	ME 2 / ME 3b ME 4b / ME 5
(*)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.		

2.4. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ALUMBRADO

Una vez determinadas las clases de alumbrado para cada uno de los viales y espacios públicos a iluminar, se procede a determinar los valores luminotécnicos recomendables para cada una de ellas. Cabe recordar que, en general, estos niveles no tienen carácter de mínimos exigidos, pero que el nivel máximo de luminancia o iluminancia media no podrá superar en más de un 20% los niveles medios de referencia que aquí se exponen.

Por otra parte, existen zonas que tiene problemas específicos de visión por maniobras que tengan que realizar los vehículos que circulen por ellas, tales como intersecciones, rotondas, zonas de reducción del número de carriles, curvas, viales sinuosos en pendiente, zonas de incorporación a nuevos carriles. En estos casos, como norma general, se procurará que la clase de alumbrado sea un grado superior al de la vía que lo incluya o aquella más próxima con mayor clase de alumbrado.

En las siguientes tablas se recogen los niveles de iluminación recomendables para cada una de las clases de alumbrado definidas en el punto anterior.

Tabla 3. Valores luminotécnicos para situaciones de proyecto A, B y C con calzadas secas. Clases de alumbrado serie ME.

Clase de Alumbrado (*)	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia Media L_m (cd/m ²)	Uniformidad Global U_o	Uniformidad Longitudinal U_l	Incremento Umbral Tl (%) (**)	Relación Entorno SR (***)
ME 1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME 2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME 3	a	1,00	0,7	15	0,5
	b		0,6		
	c		0,5		
ME 4	a b	0,75 0,40	0,6 0,5	16	0,5
ME 5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME 6	0,30	0,35	0,40	15	-

(*) 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 (fm) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, el tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

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

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

En aquellos casos en los que no se pueda utilizar criterios de iluminancia, es decir cuando la distancia de visión sea menor que 60m, y cuando no se pueda situar adecuadamente al observador debido a la sinuosidad de la carretera, se aplicarán criterios de luminancia. En estos casos se tomará como criterio de calidad de iluminación la iluminancia media y su uniformidad, que corresponde con la clase de alumbrado de la serie CE. Se debe tener en cuenta que las clases ME y CE que tienen idéntica numeración (por ejemplo ME4 y CE4) son de similar nivel de iluminación.

Tabla 4. Valores luminotécnicos en casos de aplicación de criterios de iluminancia. Clases de alumbrado CE.

Clase de Alumbrado (*)	Iluminación horizontal	
	Iluminancia Media E_m (lux)	Uniformidad Media U_m
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

Nota: 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 depreciación no mayor de 0,8 dependiendo del tipo de luminaria y grado de contaminación del aire.

Tabla 5. Valores luminotécnicos para situaciones de proyecto C, D y E. Clases de alumbrado serie S.

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

En vista a la elección de la situación de proyecto realizada para cada vía objeto de estudio y a su correspondiente clase de alumbrado, se pueden obtener los valores luminotécnicos recomendables para la correcta iluminación de la vía, tanto de luminancia, iluminancia y resto de parámetros. **Estos valores se encuentran detallados en el apéndice de cálculo luminotécnico que se encuentra al final del presente anejo.**

2.5. LIMITACIONES DE LAS EMISIONES LUMINOSAS

El Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior limita las emisiones luminosas hacia el cielo. Esta luminosidad depende del flujo hemisférico superior instalado y es directamente proporcional a la superficie iluminada y su nivel de iluminancia, e inversamente proporcional a los factores de utilización y mantenimiento de la instalación.

Para una zona del tipo 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) según clasificación de zonas de protección contra la contaminación luminosa, y que encaja con las características del ámbito de estudio, el reglamento limita el valor del flujo hemisférico superior instalado (FHSinst) al 5%. Según los datos de las luminarias que se emplearán se cumplirá con este requisito.

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO

3.1. TIPOS DE LUMINARIA Y LÁMPARA

En los últimos tiempos se están experimentando diversos cambios relativos al ahorro y la eficiencia energética. En el ámbito del alumbrado exterior destaca el empleo de nuevas tecnologías como puede ser las luminarias LED. En este sentido, a fecha de redacción de este documento esta tecnología aún no ha alcanzado su punto óptimo de desarrollo, no obstante, la evolución de dicha tecnología está siendo muy rápida, y es más que probable que en el momento de ejecución de las obras la tecnología haya mejorado en cuanto a rendimiento y sobretodo en coste de implantación.

Las luminarias con tecnología LED presentan muchas ventajas respecto las lámparas convencionales, incluso respecto las lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión (VSAP). Entre ellas se puede destacar:

- Mayor vida útil, actualmente en torno a 50.000 horas frente a las 15.000h de lámparas convencionales.
- Calidad de la luz, independientemente de la de la temperatura de color elegida, blanco frío (8.000K), blanco natural (5.000K) o blanco cálido (3.000K), permite la mejor reproducción cromática actualmente disponible. De esta manera se obtienen colores intensos y claramente diferenciados, que afectan directamente en la percepción de cantidad de luz, seguridad, comodidad, etc.
- Buena eficacia de las luminarias, la relación entre el flujo luminoso y la potencia consumida por el sistema, incluyendo LED's y equipo, está en torno a los 100 lm/W, incluso la superan.
- Gran resistencia a golpes y vibraciones.
- Encendidos cuasi instantáneos.
- Con un factor de potencia superior al 0,9 y una distorsión armónica inferior al 20%, los LED superan cualquier combinación de lámpara + reactancia + condensador, incluso cuando se pueden utilizar balastos electrónicos.
- Reducción del consumo eléctrico a lo largo de toda la vida útil de la instalación. Con el consecuente ahorro económico y reducción de las emisiones de CO₂.

Otro punto a tener en cuenta es que aunque el LED como fuente de luz para Iluminación Exterior ya es una realidad con un futuro de enormes posibilidades y expectativas, el gran atractivo que tiene esta nueva tecnología y su rápida evolución ha motivado la aparición en el mercado de luminarias que posteriormente no cubren las expectativas del cliente. Es por este motivo que, como proyectistas, creemos que la luminaria debe ser de una marca de reconocido prestigio que garantice los resultados obtenidos con la luminaria.

Después de realizar un sondeo entre las distintas posibilidades que brinda el mercado, se han escogido dos luminarias de la casa PHILLIPS.

Por otra parte, el presente proyecto incluye la ejecución de un enlace, mediante rotonda, con la N211. Para su iluminación se ha optado por una solución convencional, luminarias tipo viario SELENIUM, equipadas con lámparas de vapor de sodio del alta presión.

3.1.1. MODELO SPEEDSTAR

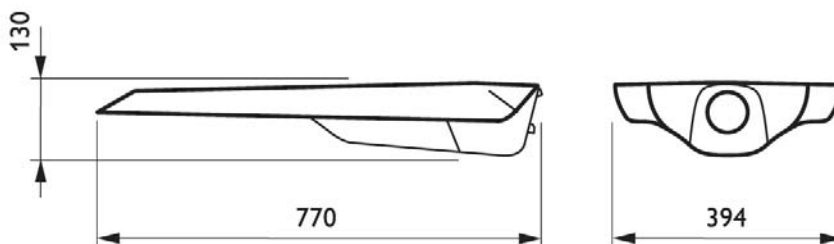
Luminaria tipo viario modelo SPEEDSTAR de la casa PHILLIPS, en concreto su modelo mediano BGP322. A ubicar en la mediana del vial, y en las aceras perimetrales de las rotondas del mismo.



SPEEDSTAR es una luminaria eficiente que apenas requiere mantenimiento e incorpora el sistema LEDGINE de fácil actualización, que se puede conectar a los sistemas de regulación de iluminación para ahorrar aún más energía.

La luminaria puede disponer de 16 a 80 LEDs de alta eficacia, pudiéndose escoger tres tipos de color de luz (blanco cálido – 300K, blanco neutro – 4000K y blanco frío - 5500K), asimismo se dispone de tres tipos de ópticas (media – DM, ancha – DW, extra ancha – DX y Confort – DC).

En cuanto a los materiales, la carcasa es de aluminio inyectado a alta presión, pintado, con junta de goma de silicona, resistente al calor. La óptica es de plástico y la cubierta es de vidrio endurecido térmicamente. La vida útil aproximada es de 60.000 horas, con un 86% de mantenimiento lumínico a $T_a=35^{\circ}\text{C}$.



BGP322

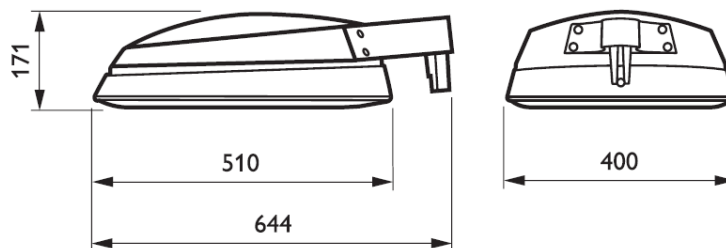
La luminaria escogida estará equipada con 80 LED del tipo Green. Siendo la referencia del modelo escogido BGP 322 80xGRN-1S/740 DW.

3.1.2. LUMINARIA CITYSOUL MINI

Luminaria tipo residencial modelo CITYSOUL Mini de la casa PHILLIPS, en concreto su modelo LED BGP430. A ubicar en las aceras del vial de acceso.



La carcasa es de fundición de aluminio, con componentes internos de polipropileno reforzado con vidrio. La vida útil aproximada es de 60.000 horas, con un 86% de mantenimiento lumínico a $T_a=35^{\circ}\text{C}$.



La luminaria escogida estará equipada con 32 LED del tipo Green. Siendo la referencia del modelo escogido BGP 430 32xGRN-1S/740 DX.

3.1.3. LUMINARIA SELENIUM

Luminaria tipo viario modelo SELENIUM de la casa PHILLIPS, a emplear en la iluminación del enlace con la N211.



Se trata de una luminaria eficiente y ergonómica destinada a alumbrado viario. Sus formas sencillas y redondeadas reducen su impacto visual durante el día y permiten su integración en cualquier tipo de entorno. Incorpora el reconocido reflector T-POT para obtener un gran rendimiento óptico. El ahorro energético también es posible gracias a la regulación mediante hilo de mando o el sistema autónomo Chronosense (sin hilo de mando).

Algunas de sus características son:

- La carcasa es de aluminio inyectado a alta presión.
- El bloque óptico está formado por un protector de vidrio plano (modelo FG) o de policarbonato (modelo PC), para este caso se ha escogido el modelo de vidrio plano. El reflector es de aluminio anodizado.
- Hermeticidad bloque óptico: IP 66.

Para este modelo de luminaria se emplearán lámparas de vapor de sodio alta presión (VSAP) de 150W. Se escoge este tipo de lámparas por tener una buena relación de rendimiento.

3.2. TIPOS DE APOYOS

Los apoyos a emplear dependerán del tipo de luminaria. Los apoyos para las luminarias SpeedStar, a ubicar en la mediana del vial, consistirán en una columna de 10 metros de altura de acero galvanizado y termolacado, resistente a la corrosión y a la radiación ultravioleta, con tratamiento superficial.

En el caso de las luminarias Mini CitySoul, a ubicar en las aceras, se emplearán columnas de iguales características a las anteriores, pero de altura 6m.

Para las luminarias Selenium, para iluminación del enlace con la N211, se emplearán columnas de iguales características a las anteriores, pero de altura 12m.

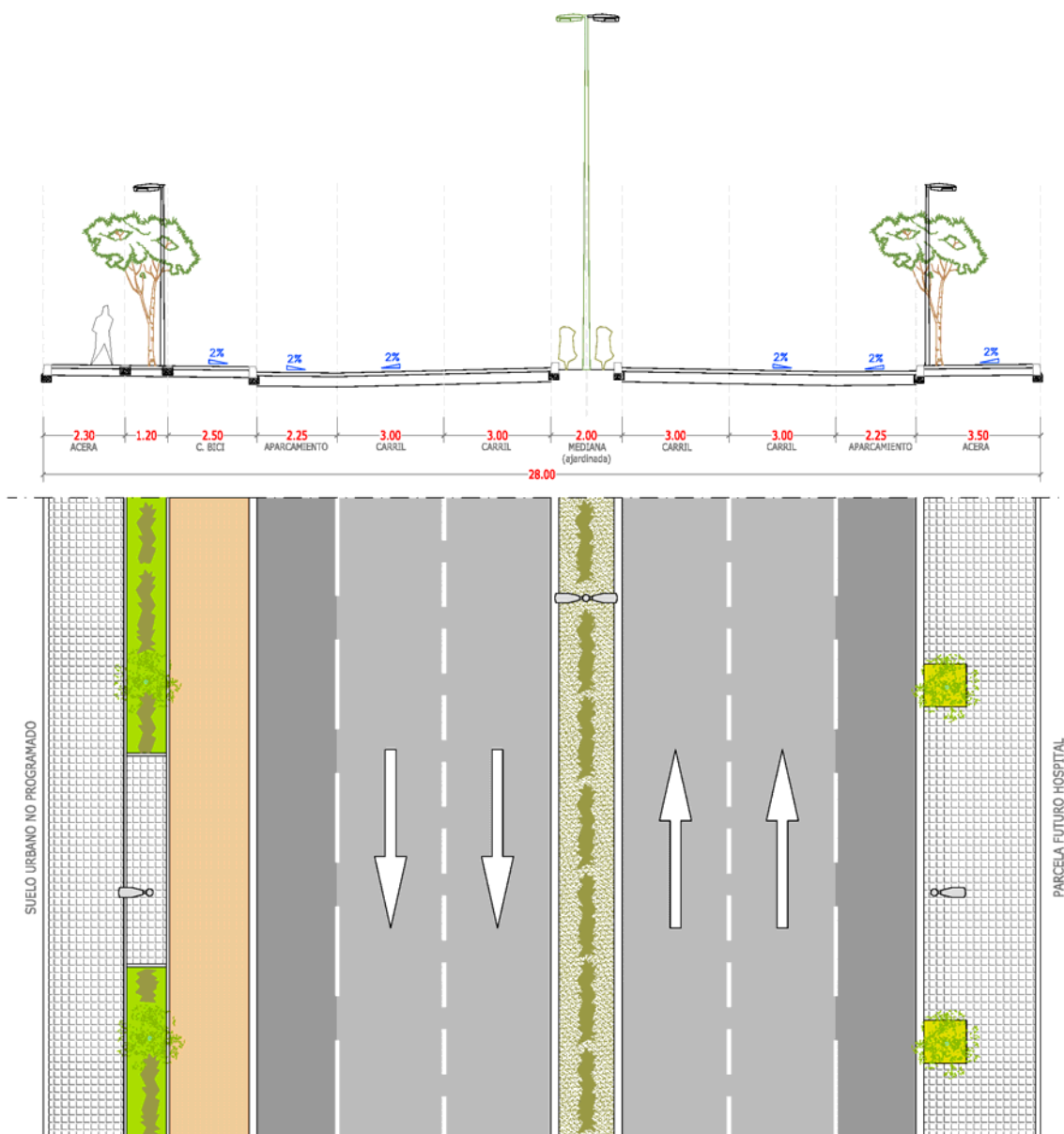
Por otra parte, en el caso de las luminarias SpeedStar a ubicar en la mediana, por cada apoyo se colocarán dos luminarias, por lo que será necesario el empleo de un brazo doble para su montaje.

Las cimentaciones, estarán formadas por un dado de hormigón en masa HM-20, donde quedarán embebidos los pernos de anclaje y placas correspondientes, así como el codo de conexión entre la columna y la correspondiente arqueta de registro.

Los dados de cimentación serán de 80x80cm y profundidad según la altura de la columna. Para las columnas de 6m serán de 80cm y para las de 10 y 12m serán de 100cm.

3.3. DISPOSICIÓN DE LAS LUMINARIAS

La disposición de las luminarias es la grafiada en la siguiente figura. Así, las luminarias de la mediana se colocarán cada 34 metros, y las de las aceras se colocarán pareadas con la misma interdistancia pero intercaladas con las anteriores.



No obstante, la disposición final, que incluye casos singulares como cruces, rotondas, pasos peatonales, y el enlace con la N211, puede consultarse en el plano "Planta General de la red de Alumbrado Público" recogido en el "Documento II. Planos".

3.4. SISTEMA DE AHORRO ENERGÉTICO

Se prevé la instalación de un sistema para el control de reducción de flujo. El sistema dispondrá de un circuito de control que partirá desde el cuadro de alumbrado hasta llegar a todas las luminarias, formado por un conductor bipolar de cobre 2,5mm² de sección.

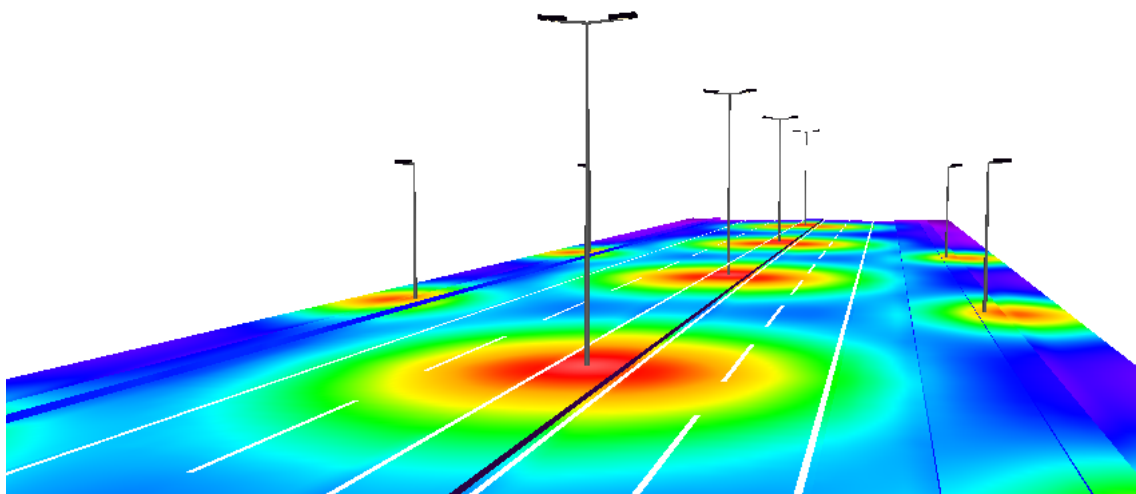
El sistema podrá controlar los “drivers” de control de los LEDs que se instalarán en cada luminaria, pudiéndose de este modo reducir sensiblemente el flujo en cada punto.

4. CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

4.1. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El proceso de cálculo luminotécnico suele ser un proceso iterativo. En primer lugar se escoge el modelo de luminaria a utilizar, y en función de las características geométricas de la vía, la altura del punto de luz, la potencia de la lámpara, etc., se obtiene una primera disposición de las luminarias. Esta primera disposición podrá ser calculada y optimizada con la ayuda de un software de cálculo luminotécnico.

En este caso todos los cálculos luminotécnicos se han realizado con el apoyo del programa informático DIALUX 4.9, empleando luminarias de idénticas características a las proyectadas.



El diseño del sistema de alumbrado se realiza fundamentalmente mediante el método de cálculo “punto por punto”, que consiste en obtener el nivel de iluminación en una malla de puntos de modo que pueda garantizarse la uniformidad de iluminación en el área de estudio, ofreciendo además, valores máximos y mínimos.



El método se basa en el principio de superposición: el nivel de iluminación de un punto es la suma aritmética de las aportaciones individuales de las diferentes luminarias. De este modo se obtienen los parámetros característicos del cálculo luminotécnico, que entre otros son los que se describen a continuación:

El nivel de iluminación (iluminancia), que se define como:

$$E_{med} = \frac{F_c \cdot \Phi_{total}}{A}$$

Siendo:

- E_{med} , nivel de iluminación medio (lux).
- F_c , factor de conservación o mantenimiento.
- Φ_{total} , flujo total emitido por la lámpara (lúmenes).
- A , superficie (m^2).

La luminancia, que se define como intensidad luminosa por superficie visible:

$$L = \frac{I}{A \cdot \cos \alpha}$$

Siendo:

- L , luminancia (cd/m^2).
- I , intensidad luminosa (cd).
- α , ángulo de inclinación de la luminaria respecto de la vertical.
- A , superficie (m^2).

La uniformidad, que se define como el valor mínimo por el valor medio del nivel de iluminación o luminancia.

4.2. FACTOR DE MANTENIMIENTO

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

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

El factor de mantenimiento será función fundamentalmente de:

- El tipo de lámpara, depreciación del flujo luminoso y su supervivencia en el transcurso del tiempo;

- La estanqueidad del sistema óptico de la luminaria mantenida a lo largo de su funcionamiento;
- La naturaleza y modalidad de cierre de la luminaria;
- La calidad y frecuencia de las operaciones de mantenimiento;
- El grado de contaminación de la zona donde se instale la luminaria.

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

$$f_m = FDFL \cdot FSL \cdot FDLU$$

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 la instrucción ITC-EA-06 del Reglamento de eficiencia se adjuntan diversas tablas para obtener los valores anteriores en funciones del tipo de lámpara empleada, periodo de funcionamiento o intervalo de limpieza, grado de protección del sistema óptico y el grado de contaminación del entorno.

Para el caso que nos ocupa, con luminarias tipo LED, la ITC-EA-06 no aporta valores para la obtención del factor de mantenimiento. No obstante, recientemente ANFALUM (Asociación española de fabricantes de iluminación) ha editado una la guía "Cómo seleccionar y comparar luminarias LED para aplicaciones de alumbrado exterior", citando este documento:

Para la realización de cálculos fotométricos con LED'S, se debe de exigir la utilización de un Factor de Mantenimiento. Si asimilamos la fuente LED a las lámparas tradicionales utilizadas en iluminación exterior, deberíamos escoger un valor recomendado que oscilaría entre 0,8-0,85 máximo, justificado siempre en la documentación suministrada por el fabricante de la luminaria. Si el Factor de Mantenimiento empleado es mayor, deberá estar justificado claramente con curvas de depreciación del flujo y mortalidad.

Para horas de vida muy superiores a las utilizadas con lámparas tradicionales, el factor de mantenimiento deberá ser cuidadosamente escogido para evitar sobredimensionamientos de las instalaciones de iluminación exterior, que podrían ser poco rentables y escasamente eficientes. En el caso de un LED tipo L70, el Factor de Mantenimiento sería de: $F_m = 1 - (30\%/2) = 85\%$

No obstante, y del lado de la seguridad, el valor de factor de mantenimiento a emplear para el cálculo luminotécnico de la instalación será de 0,80.

4.3. RESULTADOS DEL CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

Como se ha expuesto anteriormente, el cálculo luminotécnico se ha realizado con la ayuda del software DIALUX 4.9, al respecto, **al final del presente anejo se recoge un apéndice con los resultados obtenidos del cálculo fotométrico realizado**. En el mismo se recogen las necesidades lumínicas recomendables determinadas en función de la situación de proyecto, la disposición escogida y los resultados obtenidos del cálculo luminotécnico.

A la hora de interpretar los resultados obtenidos hay que tener en cuenta que para realizar el cálculo se ha empleado un factor mantenimiento bastante elevado, de valor 0,80. En todo caso, la iluminación obtenida en las calzadas se ajusta a las recomendaciones de la ITC-EA-02, no superándose en ningún caso niveles superiores al 20% de los indicados como niveles recomendables de servicio. En general los valores de iluminancia media para calzadas se encuentran entre los 10 y 20 lux.

5. CÁLCULO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN

5.1. DEFINICIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

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

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

Siendo:

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

Así mismo, la eficiencia energética se puede determinar mediante la siguiente expresión:

$$\varepsilon = \varepsilon_L \cdot f_m \cdot f_u \quad \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$$

Siendo:

- ε_L , eficiencia de las lámparas y equipos auxiliares ($lum/W = m^2 \cdot lux/W$). En concreto, es la relación entre el flujo emitido por una lámpara y la potencia total consumida por la lámpara más su equipo auxiliar.
- f_m , factor de mantenimiento de la instalación (en valores por unidad). Es la relación entre los valores de iluminancia que se pretenden mantener a lo largo de la vida de la instalación de alumbrado y los valores iniciales.
- f_u , factor de utilización de la instalación (en valores por unidad). Es la relación entre el flujo útil procedente de las luminarias que llega a la calzada o superficie a iluminar y el flujo emitido por las lámparas instaladas en las luminarias.

5.2. REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Los requisitos mínimos que deberán cumplir las instalaciones de alumbrado dependen del tipo de instalación. En concreto se distinguirá entre instalaciones de alumbrado vial funcional y ambiental. Las primeras serán las definidas en los apartados anteriores como situaciones de proyecto A y B e recogen autopistas, autovías, carreteras y vías urbanas. Por otra parte, las instalaciones de alumbrado vial ambiental recogen las situaciones de proyecto C, D y E; y en ellas estarían incluidas las instalaciones de alumbrado de vías peatonales y comerciales, aceras parques y jardines, etc.

A continuación se recogen dos tablas con los requisitos mínimos para cada uno de los dos tipos de instalaciones.

Tabla 6. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado funcional.

Iluminancia media en servicio E_m (lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

Tabla 7. Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado ambiental.

Iluminancia media en servicio E_m (lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA
≥ 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
≤ 5	3,5

5.3. CLASIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO

Las instalaciones de alumbrado se deben clasificar en función de su índice de eficiencia energética, que se define como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación y el valor de la eficiencia energética de referencia en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada.

$$I_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

En la siguiente tabla se recogen los valores de eficiencia energética de referencia, tanto para instalaciones de alumbrado vial funcional como ambiental y otras instalaciones.

Tabla 8. 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 $\varepsilon_R \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$	Iluminancia media en servicio proyectada E_m (lux)	Eficiencia energética de referencia $\varepsilon_R \left(\frac{m^2 \cdot lux}{W} \right)$
≥ 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

Por otra parte se define el índice de consumo energético (ICE) que será igual al inverso del índice de eficiencia energética.

$$ICE = \frac{1}{I_{\varepsilon}}$$

Este índice facilita la interpretación de la calificación energética de la instalación, al estar en consonancia con lo establecido en otras reglamentaciones. Además sirve para definir una etiqueta que caracterice el consumo de energía de la instalación mediante una escala de siete letras (desde la letra A, más eficiente, hasta la letra G). A continuación se recoge la tabla que sirve para establecer la calificación energética de una instalación de alumbrado en función de su índice de consumo energético.

Tabla 9. 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	$ICE \geq 5,00$	$I_e \leq 0,20$

5.4. RESULTADOS DEL CÁLCULO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para realizar los cálculos de eficiencia energética se utilizará la siguiente expresión.

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

Para poder aplicar esta expresión con los cálculos luminotécnicos realizados, se asumirán los siguientes supuestos:

- Los cálculos de eficiencia energética se obtendrán de manera independiente para los viales (de manera discretizada) y para las rotondas.
- Las luminarias están destinadas a la iluminación de aceras, calzada y en su caso del carril bici. Excluyendo así las zonas destinadas a aparcamiento a efectos de cálculo de la eficiencia energética.
- La iluminancia media de los viales se obtiene según una media ponderada de los resultados obtenidos para cada zona de estudio (aceras, calzada y carril bici).
- El cálculo se realiza para los rectángulos de cálculo propios del programa empleado para realizar el cálculo luminotécnico, a excepción de las rotondas donde se realiza un cálculo específico.

En el **apéndice nº2 “Resultados del cálculo de eficiencia energética de las instalaciones”** se adjuntan tablas resumen de los cálculos efectuados para cada uno de los viales objeto de proyecto.

6. CÁLCULO ELÉCTRICO DE LA RED DE ALUMBRADO

6.1. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL

El sistema de distribución se realizará mediante suministro trifásico, siendo la tensión de alimentación 400V entre fases y 230V entre fase y neutro.

La alimentación de los diferentes puntos de luz será monofásica, mediante conexión fase-neutro. Dado que el sistema de distribución será trifásico, la conexión de la alimentación de cada punto de luz se realizará alternando fases (R-S-T-R-S...), con el fin de obtener un sistema lo más equilibrado posible.

Se prevé la instalación de un único cuadro de mando y control, desde el cual partirán las líneas de alimentación y control de las luminarias. En la siguiente tabla se recoge un resumen de los datos de cada una de las líneas de alimentación proyectadas.

Potencia Nominal de Luminarias	11412 W			CPM1	
Intensidad máxima de la línea	16,5 A				
Modelo de Luminaria	SpeedStar	MiniCitySoul	Selenium		
Potencia Luminaria	96 W	39 W	150 W	Potencia (W)	Intensidad
Circuito 1.1	37	0	0	3552 W	5,13 A
Circuito 1.2	0	66	9	3924 W	5,66 A
Circuito 1.3	41	0	0	3936 W	5,68 A
	78	66	9	11412 W	16,47 A

El trazado de todas las líneas que conforman la red de alumbrado queda reflejado en el plano “Planta General de la red de Alumbrado Público” del “Documento II. Planos” del presente proyecto.

6.2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Para obtener las secciones necesarias de los conductores de la red de alimentación de alumbrado se realizará el siguiente proceso de cálculo:

- Comprobación por caída de tensión máxima del 3% en cualquier punto del circuito.
- Comprobación por calentamiento (intensidad máxima admisible del conductor).
- Comprobación por cortocircuito.
- Se debe tener en cuenta que la potencia de cálculo debe obtenerse a partir de la nominal de la lámpara y añadiendo los consumos necesarios por los equipos auxiliares de arranque y regulación. En este sentido el REBT, establece que la potencia de cálculo será 1,8 veces la potencia nominal.

Como se ha comentado en el punto anterior el sistema de distribución se realizará mediante suministro trifásico. A fin de simplificar los cálculos de caída de tensión se dividirá cada uno de los circuitos en tramos de tres luminarias, cada una de ellas conectadas a una fase diferente (R-S-T). De esta manera se realizará la suposición de que el consumo está ubicado al final del tramo y que se corresponde a una carga trifásica equilibrada de potencia igual a la suma de las tres luminarias. Por tanto se podrán utilizar las ecuaciones correspondientes a un sistema trifásico equilibrado (STE).

La intensidad demandada se determina aplicando la fórmula:

$$I = \frac{F \cdot P}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

- P, potencia de la luminaria (W).
- U, tensión compuesta de la línea en kilovoltios (kV).
- F, es un factor que se emplea para tener en cuenta la intensidad de arranque de las luminarias, los efectos de los armónicos, así como mayoración ante la simplificación que resulta de considerar el sistema de distribución como sistema trifásico equilibrado. En el REBT se recomienda un valor de 1,8, no obstante este valor es recomendado para instalaciones con luminarias de descarga, que requieren una mayor intensidad en el arranque. Dado que la instalación que aquí se proyecta contara con luminarias LED se ha optado por no considerar este factor.

La caída de tensión de una línea viene dada por la fórmula en un sistema trifásico equilibrado:

$$\Delta U(\%) = \frac{F \cdot P \cdot L}{\rho \cdot S \cdot U^2}$$

Siendo:

- ΔU , caída de tensión en tanto por cien de la tensión compuesta.

- F, es el factor de corrección para tener en cuenta la intensidad de arranque, los efectos de los armónicos, etc.
- P, potencia de la luminaria (W).
- U, tensión nominal en voltios (V).
- ρ , resistividad del conductor 40°C, en mm²·Ω/m; ρ : (Cu) = 56 mm²·Ω/m .
- S, sección del conductor (mm²).
- L, longitud de la línea (m).

En la comprobación por cortocircuito se debe obtener la sección necesaria del conductor para que la temperatura alcanzada en el cable no supere el valor máximo admisible por el aislamiento, dentro del intervalo de tiempo que corresponde al de actuación del dispositivo automático contra cortocircuito que protege la línea. La expresión que permite realizar este cálculo es:

$$s = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K}$$

Siendo:

- s, sección del conductor.
- I_{cc}, intensidad del cortocircuito (A).
- t, tiempo de corte (s).
- K, constante que depende del conductor y del aislante.
- 115 para PVC sobre Cu
- 74 para PVC sobre Al
- 140 para PE o Etileno propileno sobre Cu
- 92 para PE o Etileno propileno sobre Al

6.3. RESULTADOS DEL CÁLCULO ELÉCTRICO

Al final de este anejo, en el **apéndice nº3**, se adjunta las tablas de cálculo obtenidas, para cada una de las líneas proyectadas, comprobando que la caída de tensión admisible más desfavorable es inferior al 3% e indicando el mecanismo de protección a instalar en cabecera de dichas líneas, para proteger a las mismas de posibles cortocircuitos y sobrecargas.

7. CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

7.1. TRAZADO DE LA RED Y CANALIZACIONES

Por norma general las instalaciones de alumbrado se dispondrán en zanjas paralelas al eje del viario bajo acera.

En aceras, se colocarán 2 conductos de diámetro mínimo Ø110mm, exteriormente corrugados e interiormente lisos, de PE o PVC, con grado de aislamiento y resistencia según REBT.

Las canalizaciones irán hormigonadas y a una profundidad de 40cm, mínimo. En cualquier caso se cumplirá lo determinado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en concreto en su Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT-07 e ITC-BT-21 y en aquellas normas UNE a las que en las mismas se hace referencia. En el caso de cruces bajo calzada la profundidad mínima será de 80cm.

El trazado de la red de alumbrado se refleja en el plano “Planta General de la Red de Alumbrado” del “Documento II. Planos” del presente proyecto. Así mismo en el plano de Detalles correspondiente se adjunta modelo orientativo de las zanjas a emplear.

7.2. ARQUETAS

Las arquetas serán de dimensiones mínimas 40x40x60cm, a base de ladrillo enfoscado y bruñido y hormigón, con tapa y cerco de fundición.

Se instalará una arqueta por cada luminaria y en cada cambio de dirección, así como en los cruces de calzada.

7.3. TOMA DE TIERRA

Se realizará según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (RD 842/2002). Todas las columnas estarán dotadas de su correspondiente piqueta de puesta a tierra. La unión entre la pica y la columna se realizará rígidamente mediante conductor de cobre de 35mm² de sección. Con conexiones realizadas con soldadura aluminotécnica. Además se distribuirá un cable de protecciones por el mismo prisma de canalización subterránea de sección 16mm², y que conectará las diferentes tomas de tierra instaladas. Ambos cables serán de tensión asignada 450/750V, con recubrimiento color verde amarillo y conductores de cobre, por ejemplo cable H07V-K (norma UNE 21031-3).

Las piquetas quedarán enterradas en el fondo de la arqueta de registro que se instale junto a cada una de las columnas.

7.4. CUADRO DE PROTECCIÓN, MEDIDA Y CONTROL

El cuadro general de protección estará realizado bajo envolvente modular, prefabricada con accesorios normalizados para la ubicación de los interruptores de protección de los distintos circuitos interiores.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado.

7.5. CONDUCTORES

Los conductores a emplear en la alimentación de la red de alumbrado serán unipolares RV-K 0,6/1kV, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), con material conductor cobre de clase 5 (-K), según norma UNE 21123-2. Las secciones vendrán determinadas por los cálculos eléctricos, siendo en todo caso la sección mínima a instalar 6mm².

APÉNDICE Nº 1

CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

Se adjunta a continuación el cálculo luminotécnico donde se incluye para cada una de las situaciones de iluminación estudiadas, situación de proyecto y niveles recomendables, tipo y disposición de las luminarias empleadas, resultado del cálculo luminotécnico con los diversos parámetros de estudio.

APÉNDICE Nº 2

RESULTADOS DEL CÁLCULO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES

Luminarias empleadas				Descripción del vial				Vial Acceso			
SPEEDSTAR 80 LED (h=10m) CITYSOUL MINI 32 LED (h=6m)				Vial tipo B1, vías urbanas de conexión de tráfico importante, con IMD menor de 7000 veh/día. Con separación de los distintos tipos de usuario.							
Ancho de la vía				28m							
Tipo de disposición				Mediana 2xSPEEDSTAR cada 34m Aceras CITYSOUL pareadas cada 34m (interc. con mediana)							
Zona de estudio		Clase de Alumbrado	Ancho del rectángulo de estudio (m)	Superficie del rectángulo de estudio (m²)	Iluminancia Media (Em)	Iluminancia media del vial (lux)	Potencia lum. rectng. (W)	Eficiencia energética (m²·lux/W)	Valor mínimo de eficiencia	Índice de consumo energético (ICE)	Calificación Energética
Camino peatonal 1		CE5	3,50	119	11,9						
Calzada 1		ME4a	6,00	204	15						
Calzada 2		ME4a	6,00	204	14	13,2	270	33,8	13,9	1,593	A
Carril Bici		S3	2,50	85	10,7						
Camino peatonal 2		CE5	2,30	78,2	11,3						
Clase de alumbrado general del vial		CE4		Nivel de iluminancia media Em (lux)			Mínima según ITC-EA-02		Uniformidad Media Um	Mínimo según ITC-EA-02	Obtenido según cálculo
							10				
							Obtenido según cálculo				
										0,4	~0,5

Luminarias empleadas SPEEDSTAR 80 LED (h=10m) ~1875m ²				Descripción del vial Rotonda situada al Oeste del vial				Rotonda Central			
Tipo de disposición Distribuida Individualmente (7 lum)											
Zona de estudio		Clase de Alumbrado	Ancho del rectangulo de estudio (m)	Superficie del rectangulo de estudio (m ²)	Iluminancia Media (Em)	Iluminancia media del vial (lux)	Potencia lum. rectng. (W)	Eficiencia energética (m ² ·lux/W)	Valor mínimo de eficiencia	Índice de consumo energético (ICE)	Calificación Energética
Calzada de la rotonda de acceso			-	1875 m ²	20	20,0	1134	33,1	9,0	1,272	A
Clase de alumbrado general del vial		CE3	Nivel de iluminancia media Em (lux)			Mínima según ITC-EA-02		Obtenido según cálculo	Uniformidad Media Um	Mínimo según ITC-EA-02	Obtenido según cálculo
						15	20,0	0,4		~0,4	

Luminarias empleadas		SELENIUM 150W (h=1.2m)				Descripción del vial		Rotonda N211			
Superficie de calzada		~2900m²				Rotonda de enlace con N211					
Tipo de disposición		Distribuida Individualmente (9 lum)									
Zona de estudio		Clase de Alumbrado	Ancho del rectangulo de estudio (m)	Superficie del rectangulo de estudio (m²)	Iluminancia Media (Em)	Iluminancia media del vial (lux)	Potencia lum. rectng. (W)	Eficiencia energética (m²·lux/W)	Valor mínimo de eficiencia	Índice de consumo energético (ICE)	Calificación Energética
Calzada de la rotonda de acceso			-	2895 m²	20	20,0	1614	35,9	9,0	1,380	A
Clase de alumbrado general del vial		CE3	Nivel de iluminancia media Em (lux)			Mínima según ITC-EA-02		Obtenido según cálculo	Uniformidad Media Um	Mínimo según ITC-EA-02	Obtenido según cálculo
						15	20,0	0,4			

APÉNDICE Nº 3

RESULTADOS DEL CÁLCULO ELÉCTRICO DE LAS LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN DE ALUMBRADO

CPM 1													
Circuito 1.1													
Potencia Nominal de la línea			3552 W			Modelo Luminaria			Potencia	Num Lum	Pot. Total		
Potencia de cálculo de la línea			#iREFI						SpeedStar	96 W	37	3552 W	
Intensidad de cálculo de la línea			5,1 A						Total		37	3552 W	
Potencia Aparente													
Punto Inicial	Punto Final	Lum.	Tramo	Potencia Tramo (W)	Potencia Deriv. (W)	Potencia Línea (W)	Sección (mm²)	Longitud tramo (m)	Potencia Cálculo (VA)	Intens. max. (A)	C.D.T Tramo (%)	C.D.T Aguas Arriba (%)	C.D.T Acum. (%)
CAPE	3	3	288 W	0 W	0 W	3552 W	6 mm²	47,0 m	4440 VA	6,41 A	0,39%	0,00%	0,39%
3	6	3	288 W	0 W	0 W	3264 W	6 mm²	34,0 m	4080 VA	5,89 A	0,26%	0,39%	0,65%
6	9	3	288 W	0 W	0 W	2976 W	6 mm²	64,9 m	3720 VA	5,37 A	0,45%	0,65%	1,10%
9	12	3	288 W	0 W	0 W	2688 W	6 mm²	34,0 m	3360 VA	4,85 A	0,21%	1,10%	1,31%
12	15	3	288 W	0 W	0 W	2400 W	6 mm²	68,0 m	3000 VA	4,33 A	0,38%	1,31%	1,69%
15	18	3	288 W	0 W	0 W	2112 W	6 mm²	34,0 m	2640 VA	3,81 A	0,17%	1,69%	1,85%
18	21	3	288 W	0 W	0 W	1824 W	6 mm²	68,0 m	2280 VA	3,29 A	0,29%	1,85%	2,14%
21	24	3	288 W	0 W	0 W	1536 W	6 mm²	34,0 m	1920 VA	2,77 A	0,12%	2,14%	2,26%
24	27	3	288 W	0 W	0 W	1248 W	6 mm²	68,0 m	1560 VA	2,25 A	0,20%	2,26%	2,46%
27	30	3	288 W	0 W	0 W	960 W	6 mm²	34,0 m	1200 VA	1,73 A	0,08%	2,46%	2,54%
30	31	1	96 W	0 W	0 W	672 W	6 mm²	102,0 m	840 VA	1,21 A	0,16%	2,54%	2,70%
31	34	3	288 W	288 W	288 W	288 W	6 mm²	102,5 m	360 VA	0,52 A	0,07%	2,70%	2,77%
31	37	3	288 W	288 W	288 W	288 W	6 mm²	102,5 m	360 VA	0,52 A	0,07%	2,70%	2,77%
		37	3552 W			792,9 m							

CPM 1				
Circuito 1.2				
Potencia Nominal de la línea	3924 W	Modelo Luminaria	Potencia	Num Lum
Potencia de cálculo de la línea	# iREFI	MiniCitySoul	39 W	66
Intensidad de cálculo de la línea	5,7 A	Selenium	150 W	9
Total			66	3924 W

Punto Inicial	Punto Final	Lum.	Tramo	Potencia Tramo (W)	Potencia Deriv. (W)	Potencia Línea (W)	Sección (mm²)	Longitud tramo (m)	Potencia Aparente Cálculo (VA)				Intens. max. (A)	C.D.T Tramo (%)	C.D.T Aguas Arriba (%)	C.D.T Acum. (%)
CAPE	A		0	0 W	0 W	3924 W	6 mm²	5,0 m	4905 VA	7,08 A	0,05%	0,00%	0,00%	0,05%		0,05%
A	3		3	117 W	3339 W	585 W	6 mm²	86,6 m	731 VA	1,06 A	0,12%	0,05%	0,05%	0,16%		0,16%
3	6		3	117 W	0 W	468 W	6 mm²	101,8 m	585 VA	0,84 A	0,11%	0,16%	0,16%	0,27%		0,27%
6	9		3	117 W	0 W	351 W	6 mm²	101,4 m	439 VA	0,63 A	0,08%	0,27%	0,27%	0,36%		0,36%
9	12		3	117 W	0 W	234 W	6 mm²	102,7 m	293 VA	0,42 A	0,06%	0,36%	0,36%	0,41%		0,41%
12	15		3	117 W	0 W	117 W	6 mm²	101,9 m	146 VA	0,21 A	0,03%	0,41%	0,41%	0,44%		0,44%
A	18		3	117 W	3339 W	585 W	6 mm²	111,0 m	731 VA	1,06 A	0,15%	0,05%	0,05%	0,20%		0,20%
18	21		3	117 W	0 W	468 W	6 mm²	102,0 m	585 VA	0,84 A	0,11%	0,20%	0,20%	0,31%		0,31%
21	24		3	117 W	0 W	351 W	6 mm²	101,4 m	439 VA	0,63 A	0,08%	0,31%	0,31%	0,39%		0,39%
24	27		3	117 W	0 W	234 W	6 mm²	102,8 m	293 VA	0,42 A	0,06%	0,39%	0,39%	0,45%		0,45%
27	30		3	117 W	0 W	117 W	6 mm²	101,2 m	146 VA	0,21 A	0,03%	0,45%	0,45%	0,47%		0,47%
A	B		0	0 W	1170 W	2754 W	6 mm²	49,5 m	3443 VA	4,97 A	0,32%	0,05%	0,05%	0,36%		0,36%
B	33		3	117 W	1752 W	1002 W	6 mm²	78,5 m	1253 VA	1,81 A	0,18%	0,36%	0,36%	0,55%		0,55%
33	36		3	117 W	0 W	885 W	6 mm²	102,0 m	1106 VA	1,60 A	0,21%	0,55%	0,55%	0,76%		0,76%
36	39		3	117 W	0 W	768 W	6 mm²	103,6 m	960 VA	1,39 A	0,19%	0,76%	0,76%	0,94%		0,94%
39	42		3	117 W	0 W	651 W	6 mm²	102,0 m	814 VA	1,17 A	0,15%	0,94%	0,94%	1,09%		1,09%
42	45		3	117 W	0 W	534 W	6 mm²	102,8 m	668 VA	0,96 A	0,13%	1,09%	1,09%	1,22%		1,22%
45	48		3	117 W	0 W	417 W	6 mm²	99,8 m	521 VA	0,75 A	0,10%	1,22%	1,22%	1,32%		1,32%
48	50		2	300 W	0 W	300 W	6 mm²	35,3 m	540 VA	0,78 A	0,04%	1,32%	1,32%	1,35%		1,35%

Punto Inicial	Punto Final	Lum. Tramo	Potencia Tramo (W)	Potencia Deriv. (W)	Potencia Línea (W)	Sección (mm²)	Longitud tramo (m)	Potencia Anarente	Intens. max. (A)	C.D.T Tramo (%)	C.D.T Aguas Arriba (%)	C.D.T Acum. (%)
B	C	0	0 W	1002 W	1752 W	6 mm²	24,8 m	2190 VA	3,16 A	0,10%	0,36%	0,46%
C	53	3	117 W	0 W	1752 W	6 mm²	76,0 m	2190 VA	3,16 A	0,31%	0,46%	0,77%
53	56	3	117 W	0 W	1635 W	6 mm²	102,0 m	2044 VA	2,95 A	0,39%	0,77%	1,16%
56	59	3	117 W	0 W	1518 W	6 mm²	103,5 m	1898 VA	2,74 A	0,37%	1,16%	1,53%
59	62	3	117 W	0 W	1401 W	6 mm²	102,0 m	1751 VA	2,53 A	0,33%	1,53%	1,86%
62	65	3	117 W	0 W	1284 W	6 mm²	102,8 m	1605 VA	2,32 A	0,31%	1,86%	2,17%
65	68	3	117 W	0 W	1167 W	6 mm²	99,0 m	1459 VA	2,11 A	0,27%	2,17%	2,43%
68	69	1	150 W	900 W	150 W	6 mm²	13,8 m	270 VA	0,39 A	0,01%	2,43%	2,44%
68	72	3	450 W	150 W	900 W	6 mm²	65,0 m	1620 VA	2,34 A	0,20%	2,43%	2,63%
72	75	3	450 W	0 W	450 W	6 mm²	79,3 m	810 VA	1,17 A	0,12%	2,63%	2,75%
		75	3924 W	2459,5 m								

CPM 1													
Circuito 1.3													
Potencia Nominal de la línea				3936 W		Modelo Luminaria				Potencia	Num Lum	Pot. Total	
Potencia de cálculo de la línea				#iREFI						SpeedStar	96 W	41	3936 W
Intensidad de cálculo de la línea				5,7 A						Total		41	3936 W
Potencia Aparente													
Punto Inicial	Punto Final	Lum.	Tramo	Potencia Tramo (W)	Potencia Deriv. (W)	Potencia Línea (W)	Sección (mm²)	Longitud tramo (m)	Cálculo (VA)	Intens. max. (A)	C.D.T Tramo (%)	C.D.T Aguas Arriba (%)	C.D.T Acum. (%)
CAPE	4	4	384 W	0 W	0 W	3936 W	16 mm²	60,5 m	4920 VA	7,10 A	0,21%	0,00%	0,21%
4	7	3	288 W	3264 W	0 W	288 W	6 mm²	52,4 m	360 VA	0,52 A	0,04%	0,21%	0,24%
4	10	3	288 W	0 W	0 W	3552 W	6 mm²	63,1 m	4440 VA	6,41 A	0,52%	0,21%	0,73%
10	13	3	288 W	0 W	0 W	3264 W	6 mm²	34,0 m	4080 VA	5,89 A	0,26%	0,73%	0,99%
13	16	3	288 W	0 W	0 W	2976 W	6 mm²	68,0 m	3720 VA	5,37 A	0,47%	0,99%	1,46%
16	19	3	288 W	0 W	0 W	2688 W	6 mm²	34,0 m	3360 VA	4,85 A	0,21%	1,46%	1,67%
19	22	3	288 W	0 W	0 W	2400 W	6 mm²	69,5 m	3000 VA	4,33 A	0,39%	1,67%	2,06%
22	25	3	288 W	0 W	0 W	2112 W	6 mm²	34,0 m	2640 VA	3,81 A	0,17%	2,06%	2,22%
25	28	3	288 W	0 W	0 W	1824 W	6 mm²	68,0 m	2280 VA	3,29 A	0,29%	2,22%	2,51%
28	31	3	288 W	0 W	0 W	1536 W	6 mm²	34,0 m	1920 VA	2,77 A	0,12%	2,51%	2,63%
31	34	3	288 W	0 W	0 W	1248 W	6 mm²	68,0 m	1560 VA	2,25 A	0,20%	2,63%	2,83%
34	37	3	288 W	288 W	288 W	672 W	6 mm²	34,0 m	840 VA	1,21 A	0,05%	2,83%	2,88%
37	41	4	384 W	288 W	288 W	96 W	6 mm²	68,0 m	120 VA	0,17 A	0,02%	2,88%	2,90%
		41	3936 W		687,5 m								

Índice

Proy. Urb. accesos nuevo hospital de Alcañiz	
Índice	1
Philips SGP340 FG 1xSON-TPP150W TP P1	
Hoja de datos de luminarias	3
LKV (Polar)	4
CDL (Lineal)	5
Hoja de datos Deslumbramiento	6
Philips BGP430 32xGRN-1S/740 DX	
Hoja de datos de luminarias	7
LKV (Polar)	8
CDL (Lineal)	9
Hoja de datos Deslumbramiento	10
Philips BGP322 80xGRN-1S/740 DW	
Hoja de datos de luminarias	11
LKV (Polar)	12
CDL (Lineal)	13
Hoja de datos Deslumbramiento	14
Rotondas	
Datos de planificación	15
Lista de luminarias	16
Rendering (procesado) en 3D	17
Rendering (procesado) de colores falsos	18
Superficies exteriores	
Calzada Rot. Oeste	
Superficie 1	
Gráfico de valores (E)	19
Calzada Rot. Central	
Superficie 1	
Gráfico de valores (E)	20
Calzada Rot. N211	
Superficie 2	
Gráfico de valores (E)	21
Vial Acceso	
Datos de planificación	22
Lista de luminarias	25
Resultados luminotécnicos	26
Rendering (procesado) en 3D	29
Rendering (procesado) de colores falsos	30
Recuadros de evaluación	
Recuadro de evaluación Calzada 1	
Gama de grises (E)	31
Observador	
Observador 1	
Isolíneas (L)	32
Observador 2	
Isolíneas (L)	33
Recuadro de evaluación Calzada 2	
Gama de grises (E)	34
Observador	
Observador 3	
Isolíneas (L)	35

Índice

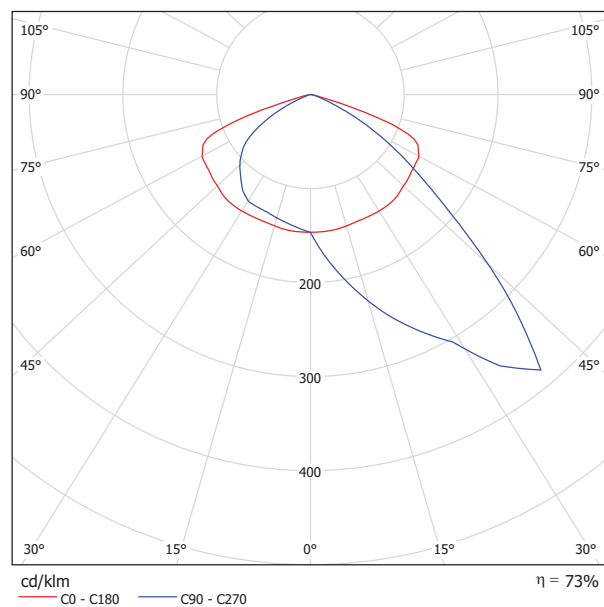
Observador 4	
Isolíneas (L)	36
Recuadro de evaluación Camino para bicicletas 1	
Gama de grises (E)	37
Recuadro de evaluación Camino peatonal 1	
Gama de grises (E)	38
Recuadro de evaluación Camino peatonal 2	
Gama de grises (E)	39

Philips SGP340 FG 1xSON-TPP150W TP P1 / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 40 81 99 100 73

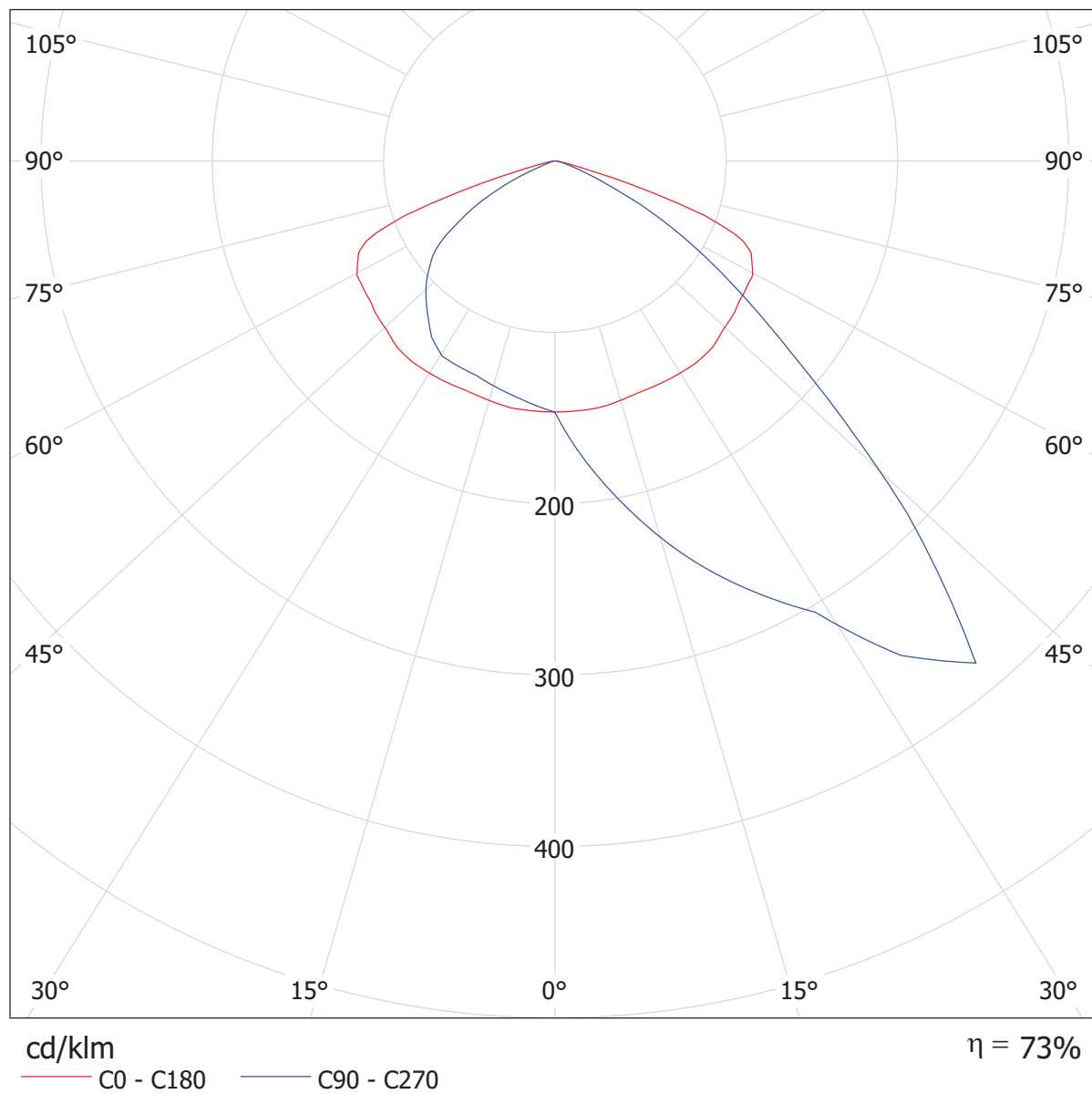
Emisión de luz 1:



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

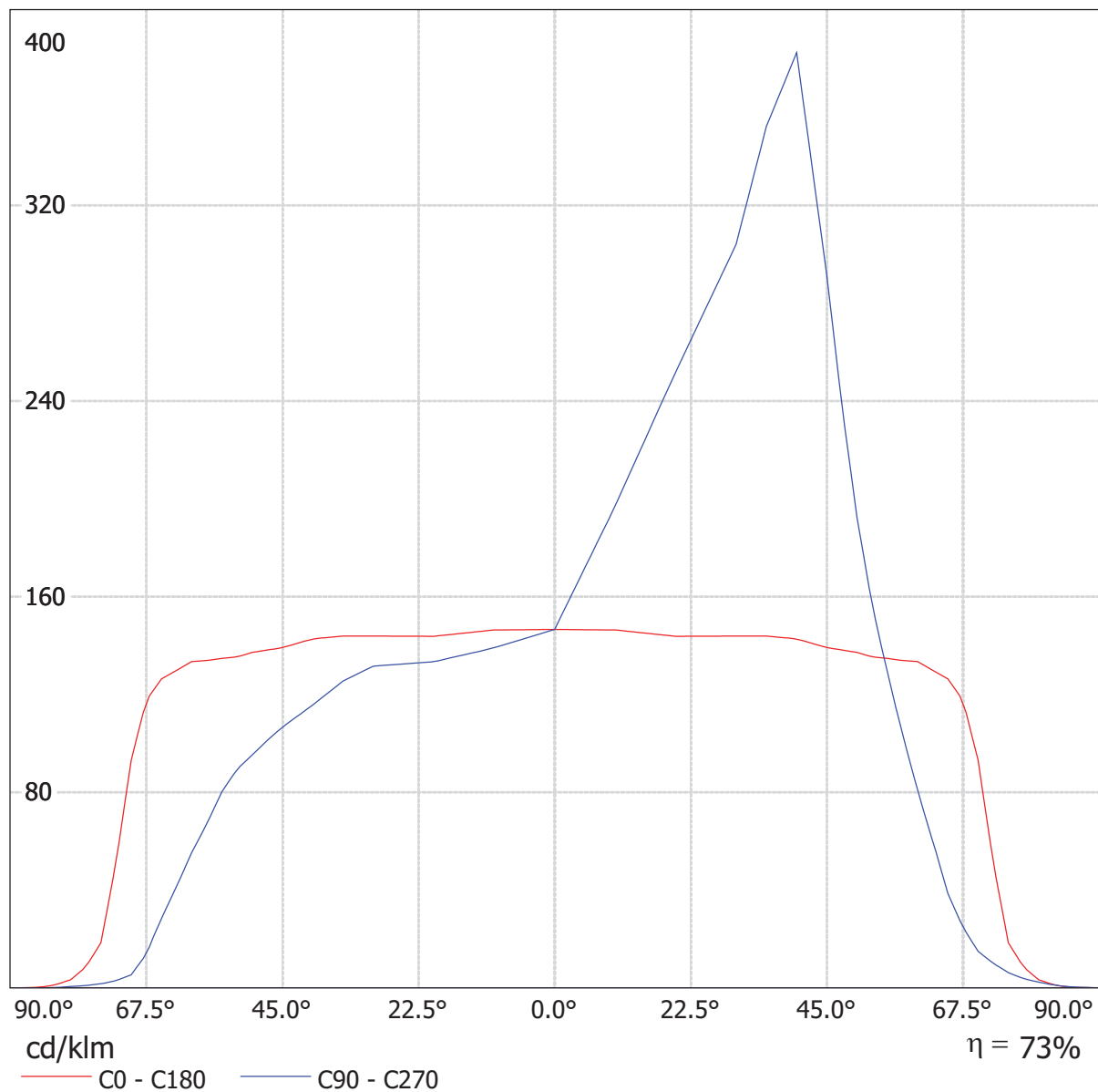
Philips SGP340 FG 1xSON-TPP150W TP P1 / LKV (Polar)

Luminaria: Philips SGP340 FG 1xSON-TPP150W TP P1
Lámparas: 1 x SON-TPP150W



Philips SGP340 FG 1xSON-TPP150W TP P1 / CDL (Lineal)

Luminaria: Philips SGP340 FG 1xSON-TPP150W TP P1
Lámparas: 1 x SON-TPP150W

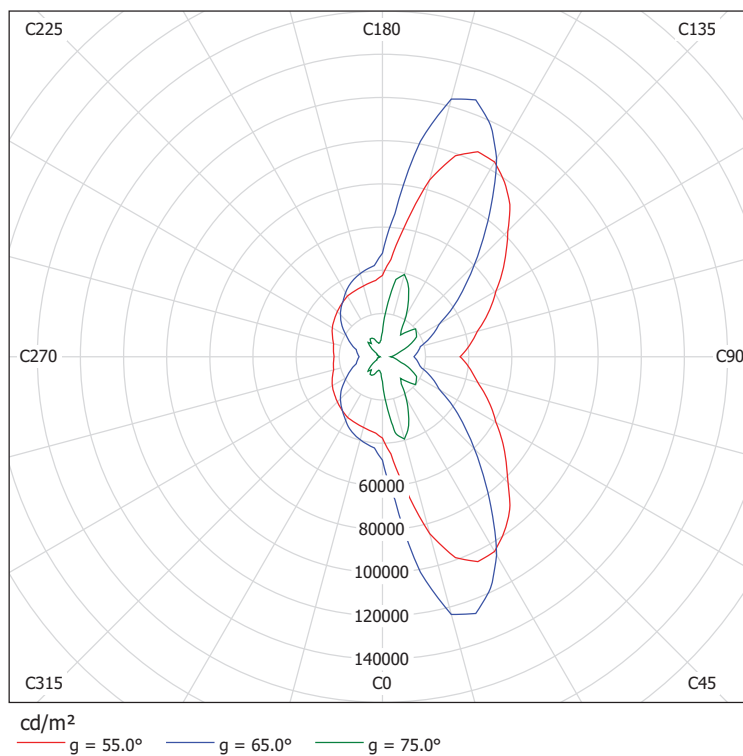


Philips SGP340 FG 1xSON-TPP150W TP P1 / Hoja de datos Deslumbramiento

Luminaria: Philips SGP340 FG
1xSON-TPP150W TP P1

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Lámparas: 1 x SON-TPP150W

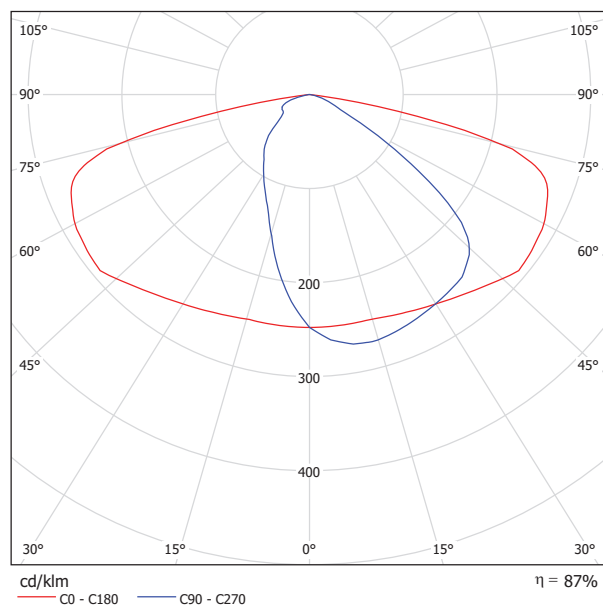


Philips BGP430 32xGRN-1S/740 DX / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



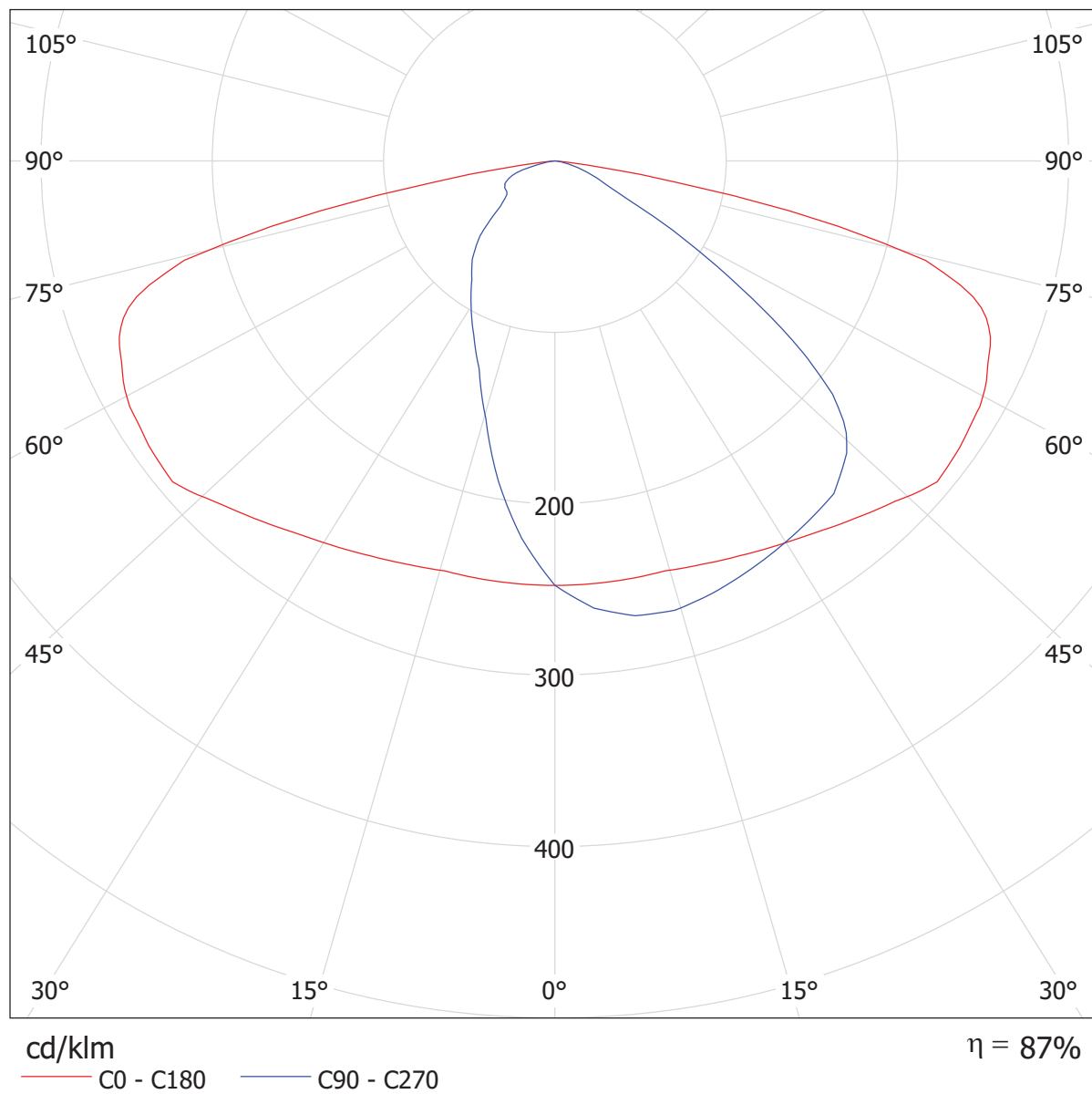
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 39 72 97 100 87



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

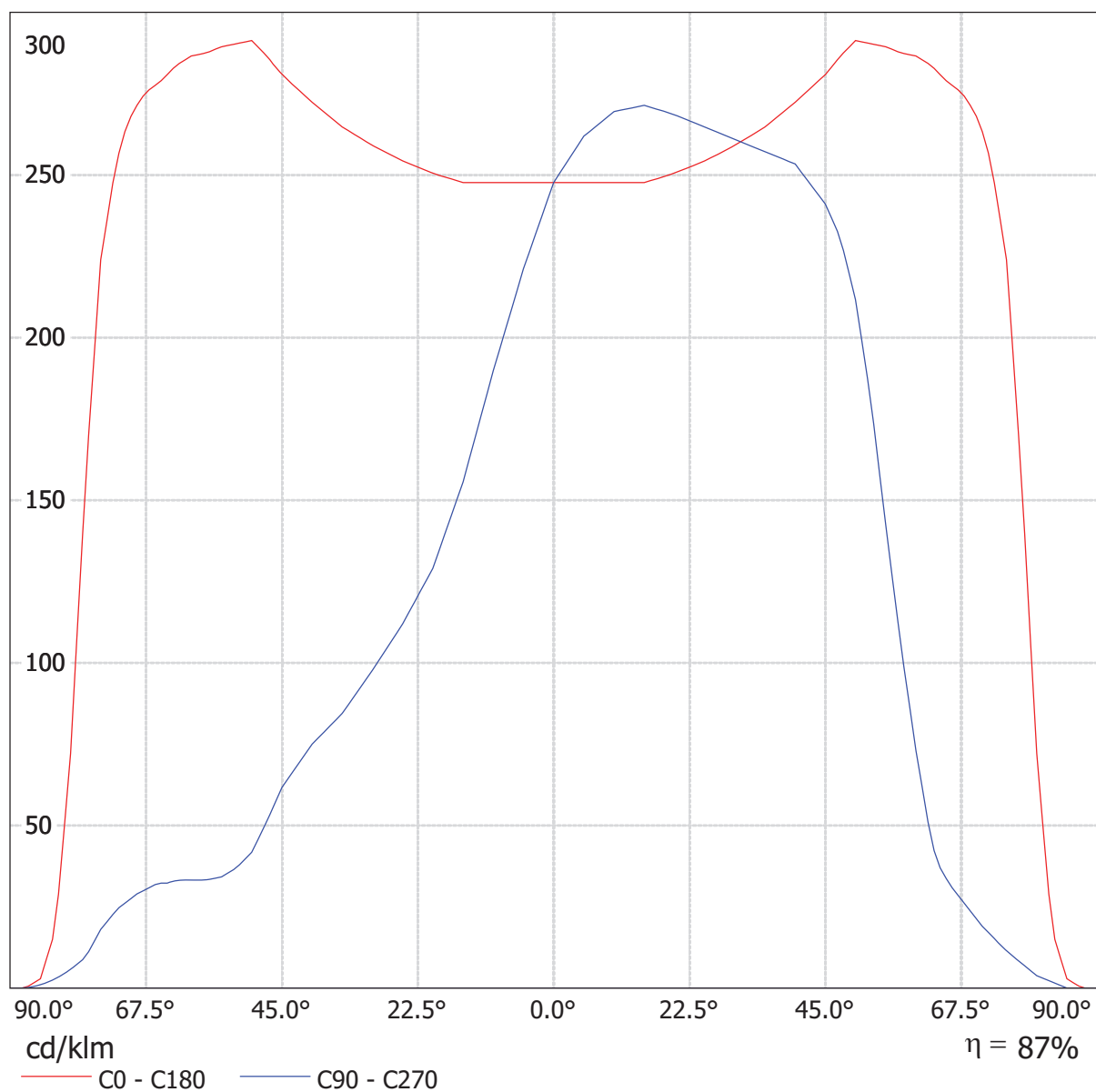
Philips BGP430 32xGRN-1S/740 DX / LKV (Polar)

Luminaria: Philips BGP430 32xGRN-1S/740 DX
Lámparas: 32 x GRN-1S/740



Philips BGP430 32xGRN-1S/740 DX / CDL (Lineal)

Luminaria: Philips BGP430 32xGRN-1S/740 DX
Lámparas: 32 x GRN-1S/740

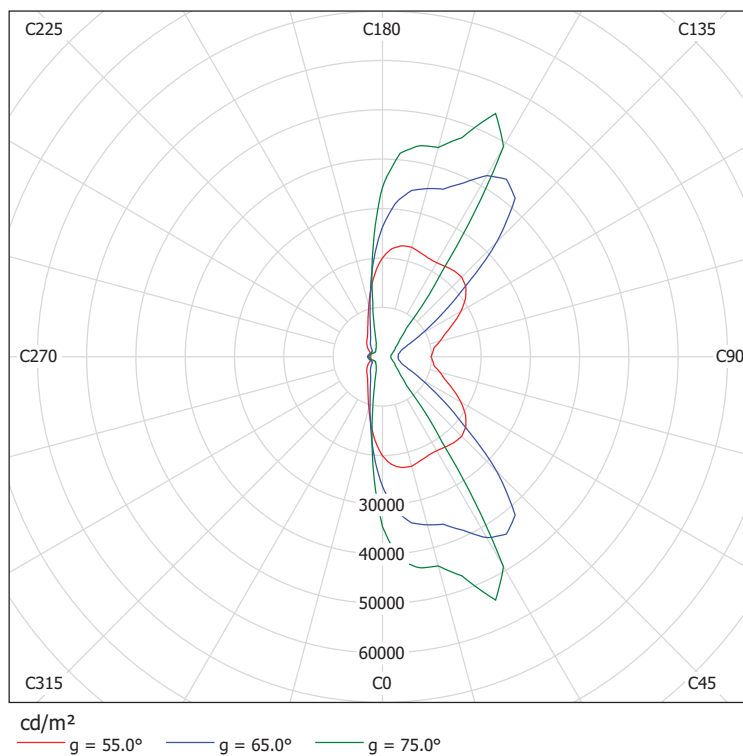


Philips BGP430 32xGRN-1S/740 DX / Hoja de datos Deslumbramiento

Luminaria: Philips BGP430
32xGRN-1S/740 DX

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Lámparas: 32 x GRN-1S/740

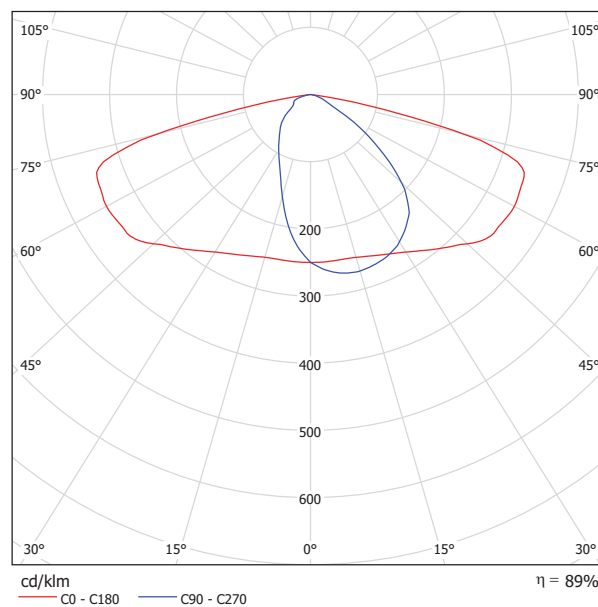


Philips BGP322 80xGRN-1S/740 DW / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



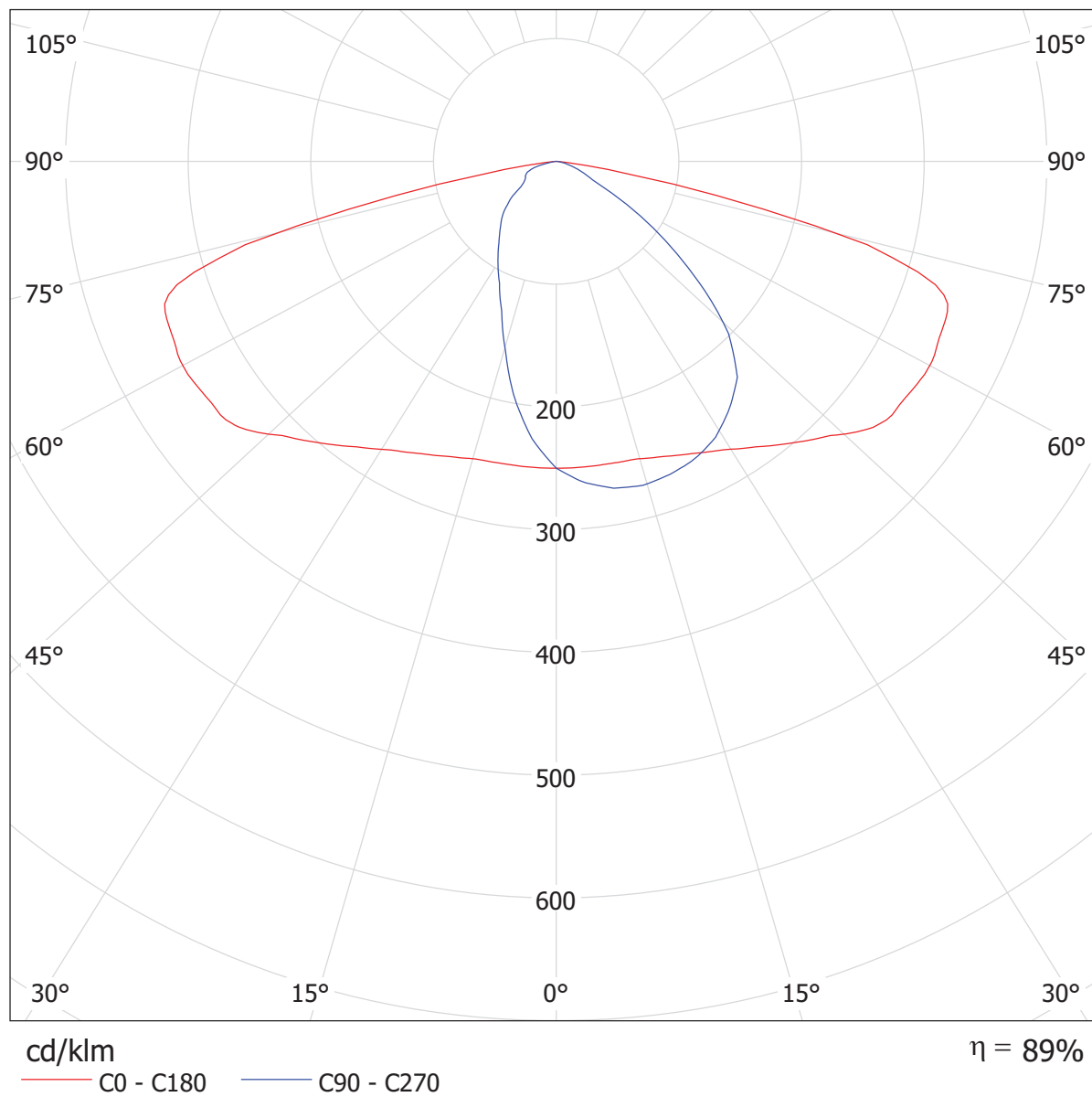
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 43 81 100 92 88



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

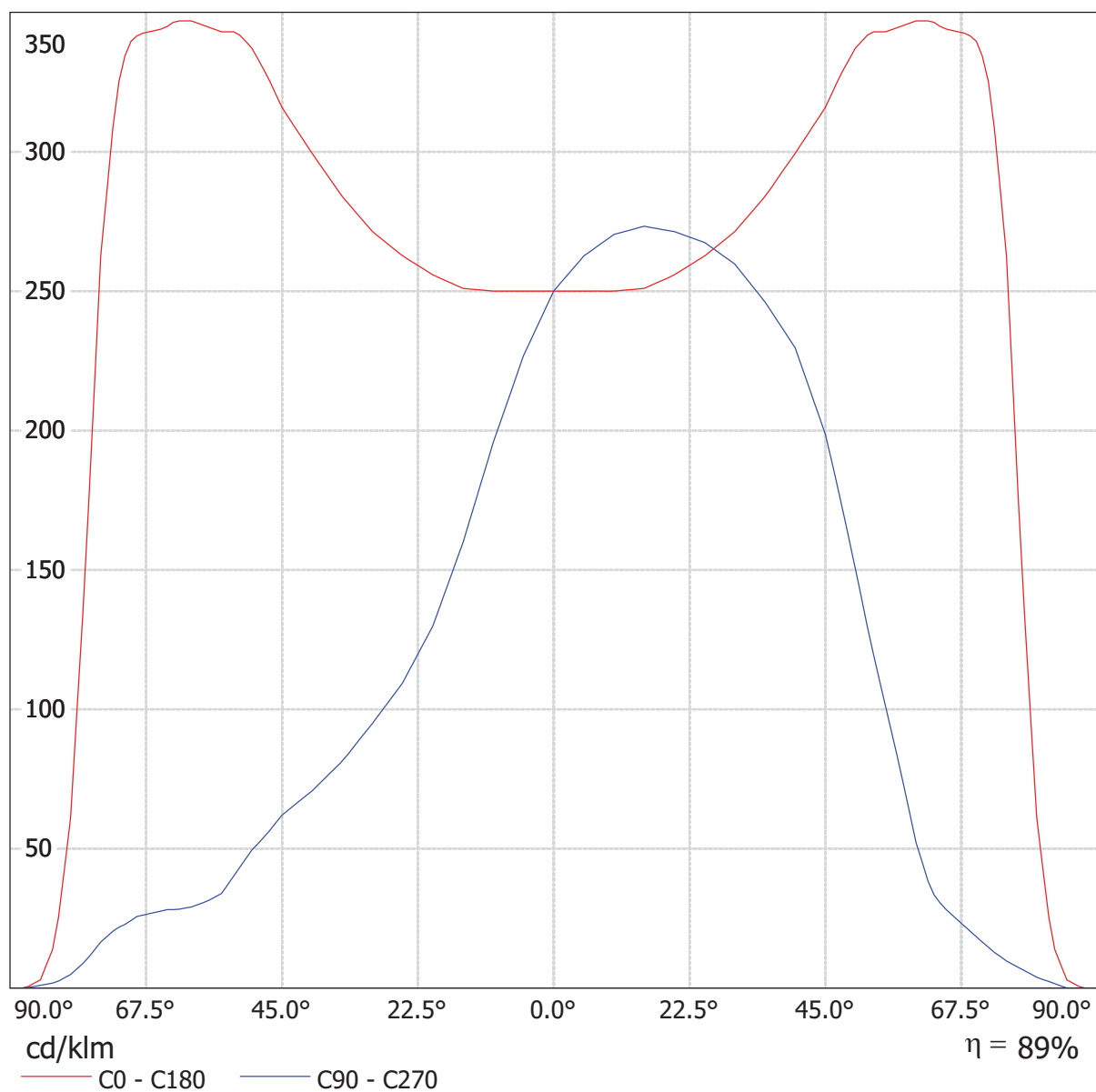
Philips BGP322 80xGRN-1S/740 DW / LKV (Polar)

Luminaria: Philips BGP322 80xGRN-1S/740 DW
Lámparas: 80 x GRN-1S/740



Philips BGP322 80xGRN-1S/740 DW / CDL (Lineal)

Luminaria: Philips BGP322 80xGRN-1S/740 DW
Lámparas: 80 x GRN-1S/740

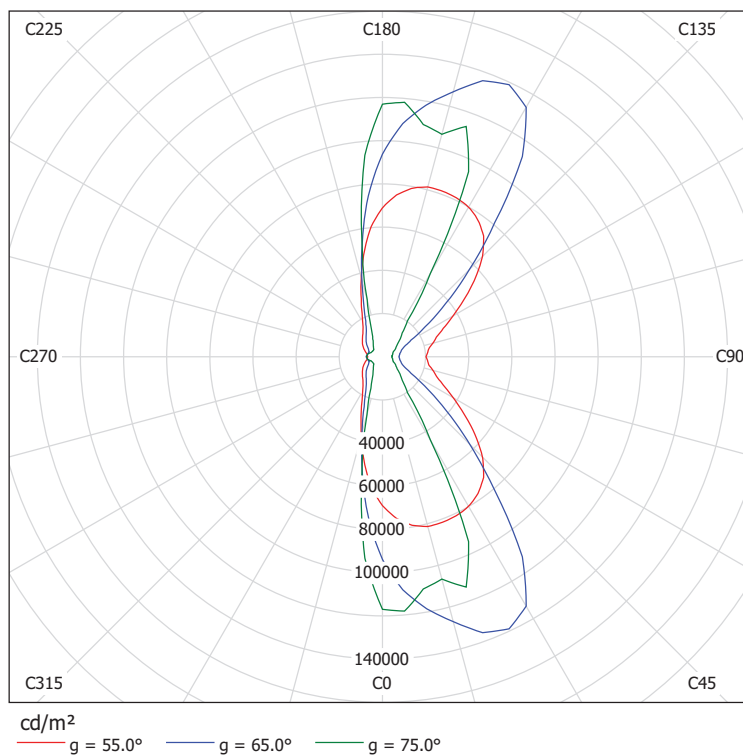


Philips BGP322 80xGRN-1S/740 DW / Hoja de datos Deslumbramiento

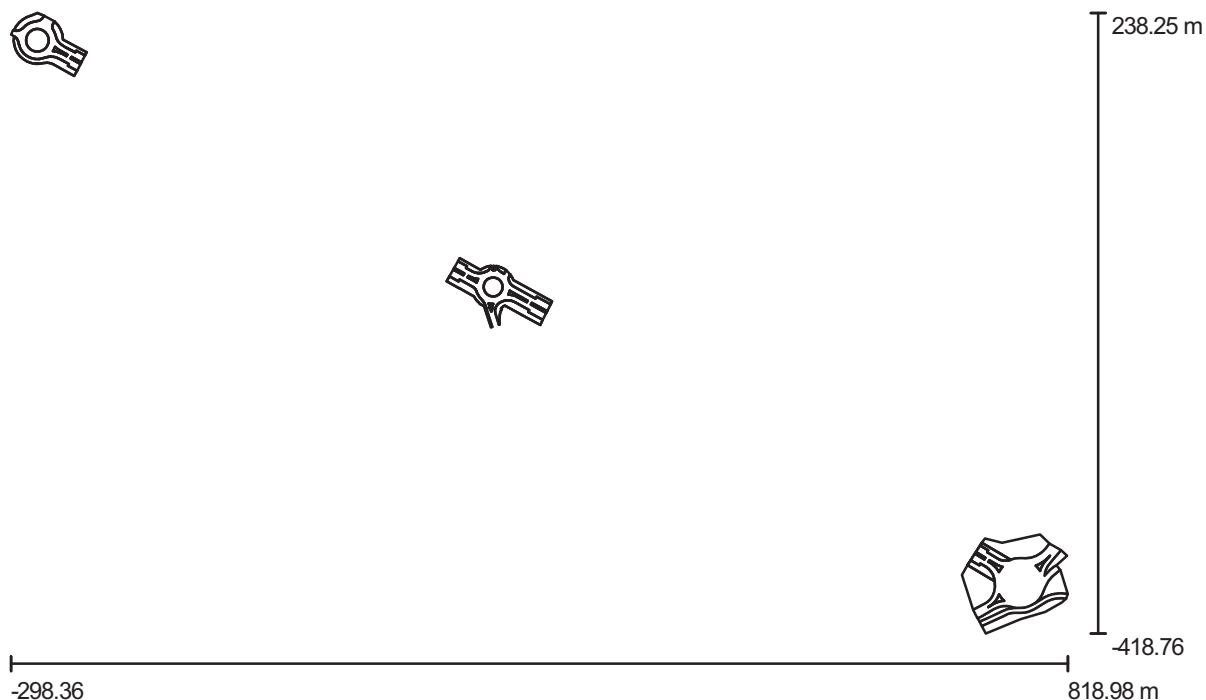
Luminaria: Philips BGP322
80xGRN-1S/740 DW

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Lámparas: 80 x GRN-1S/740



Rotondas / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:7989

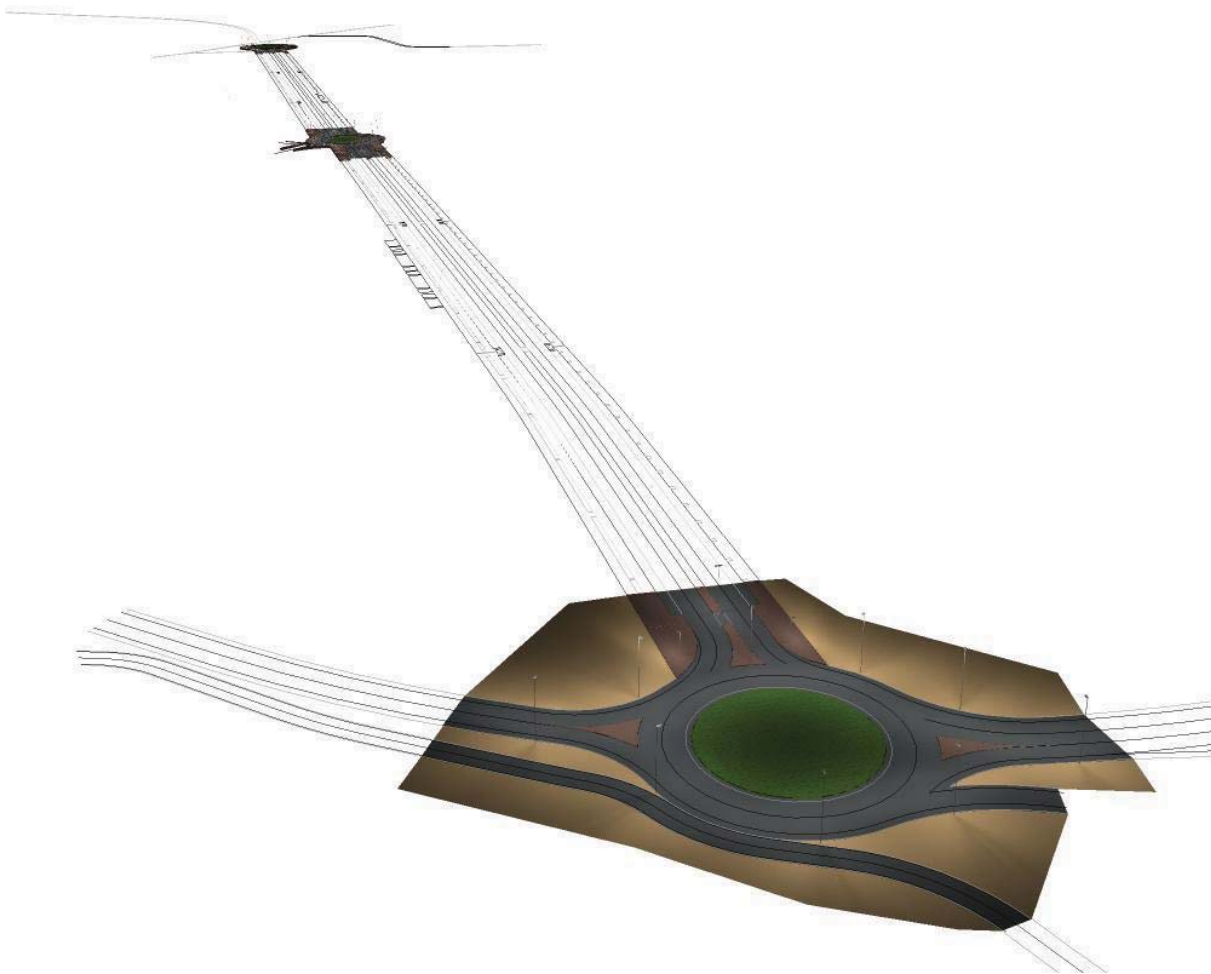
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ [lm]	P [W]
1	26	Philips BGP322 80xGRN-1S/740 DW (1.000)	8400	96.0
2	12	Philips BGP430 32xGRN-1S/740 DX (1.000)	3360	39.0
3	9	Philips SGP340 FG 1xSON-TPP150W TP P1 (1.000)	17500	169.0
Total:			416220	4485.0

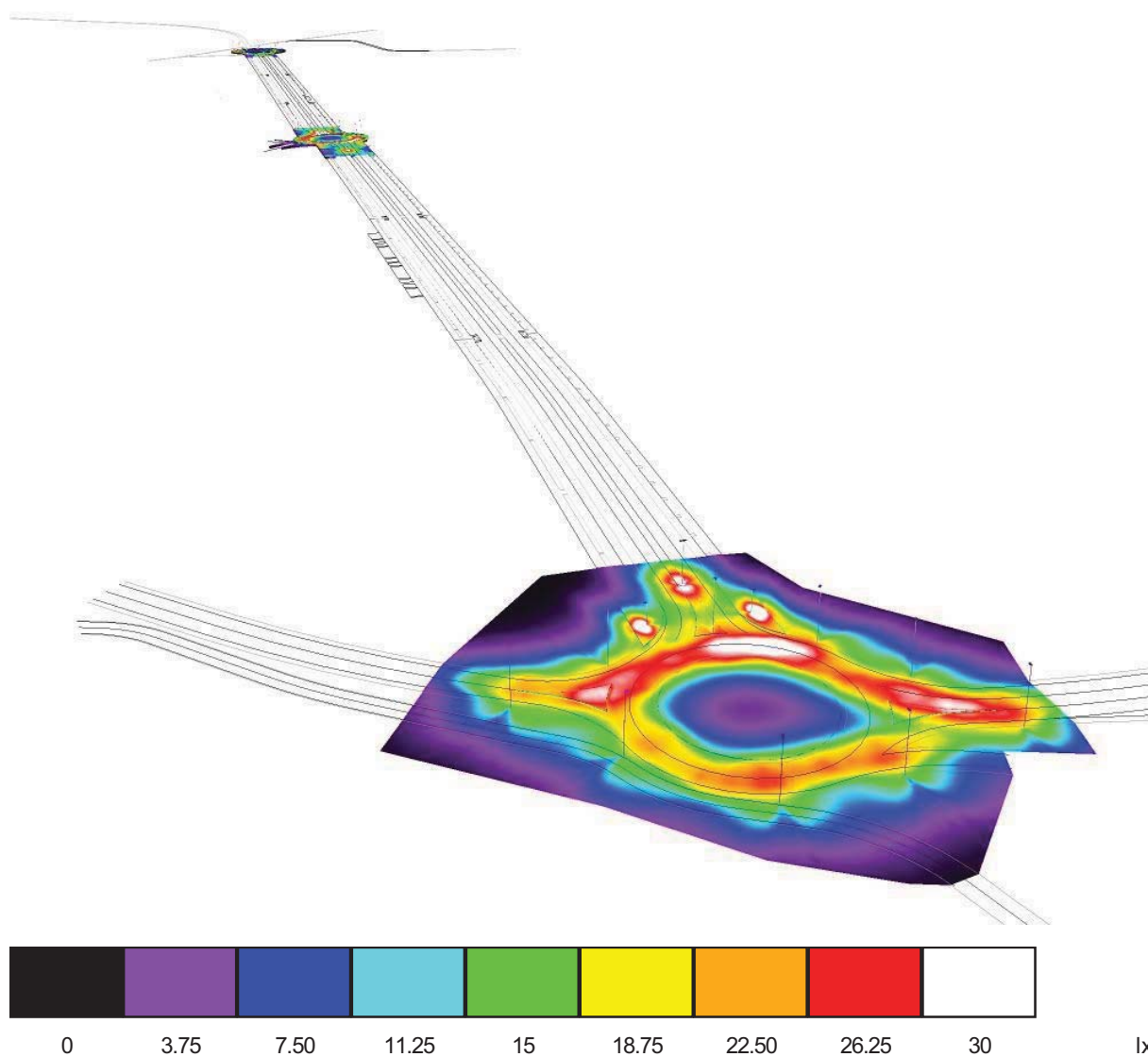
Rotondas / Lista de luminarias

26 Pieza	<p>Philips BGP322 80xGRN-1S/740 DW N° de artículo: Flujo luminoso de las luminarias: 8400 lm Potencia de las luminarias: 96.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 43 81 100 92 88 Lámpara: 80 x GRN-1S/740 (Factor de corrección 1.000).</p>		
12 Pieza	<p>Philips BGP430 32xGRN-1S/740 DX N° de artículo: Flujo luminoso de las luminarias: 3360 lm Potencia de las luminarias: 39.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 39 72 97 100 87 Lámpara: 32 x GRN-1S/740 (Factor de corrección 1.000).</p>		
9 Pieza	<p>Philips SGP340 FG 1xSON-TPP150W TP P1 N° de artículo: Flujo luminoso de las luminarias: 17500 lm Potencia de las luminarias: 169.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 40 81 99 100 73 Lámpara: 1 x SON-TPP150W (Factor de corrección 1.000).</p>		

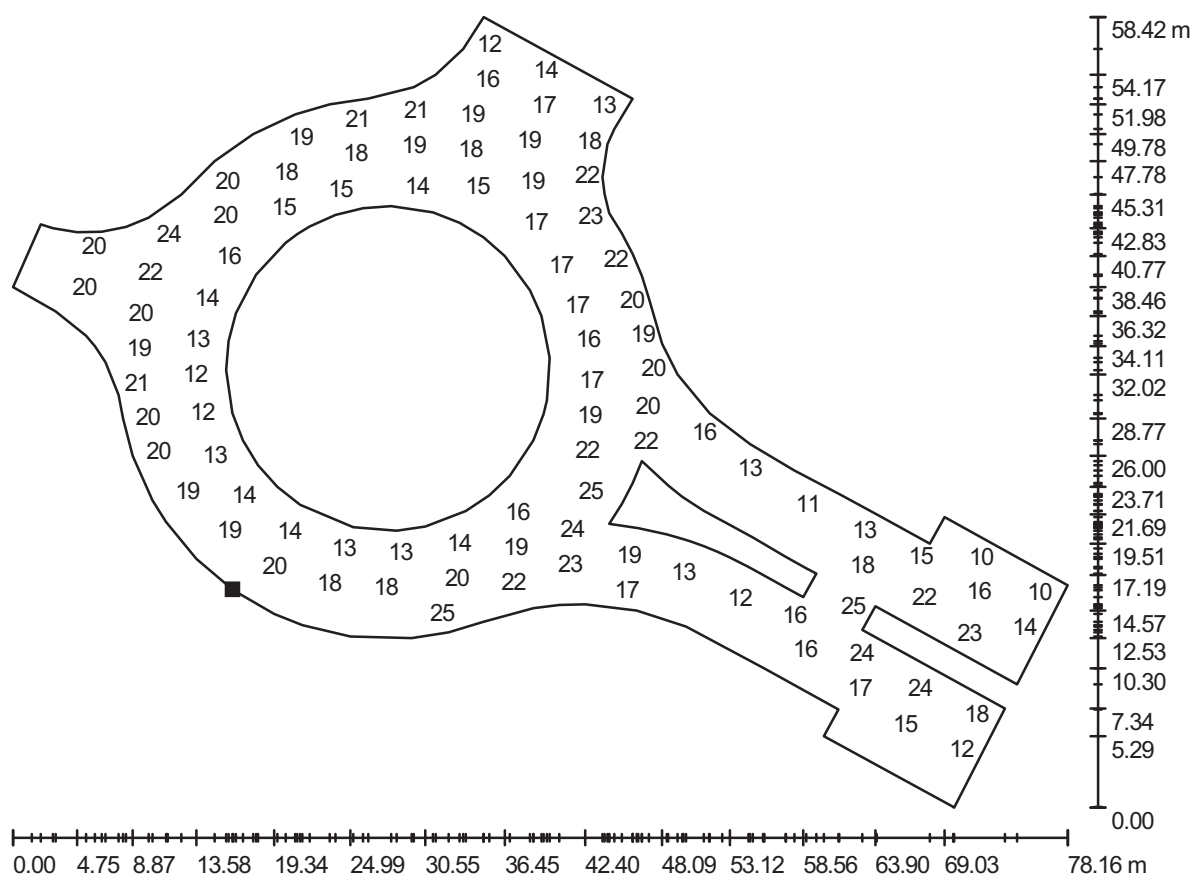
Rotondas / Rendering (procesado) en 3D



Rotondas / Rendering (procesado) de colores falsos



Rotondas / Calzada Rot. Oeste / Superficie 1 / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 559

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la
escena exterior:

Punto marcado:
(-282.040 m, 193.122 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
17

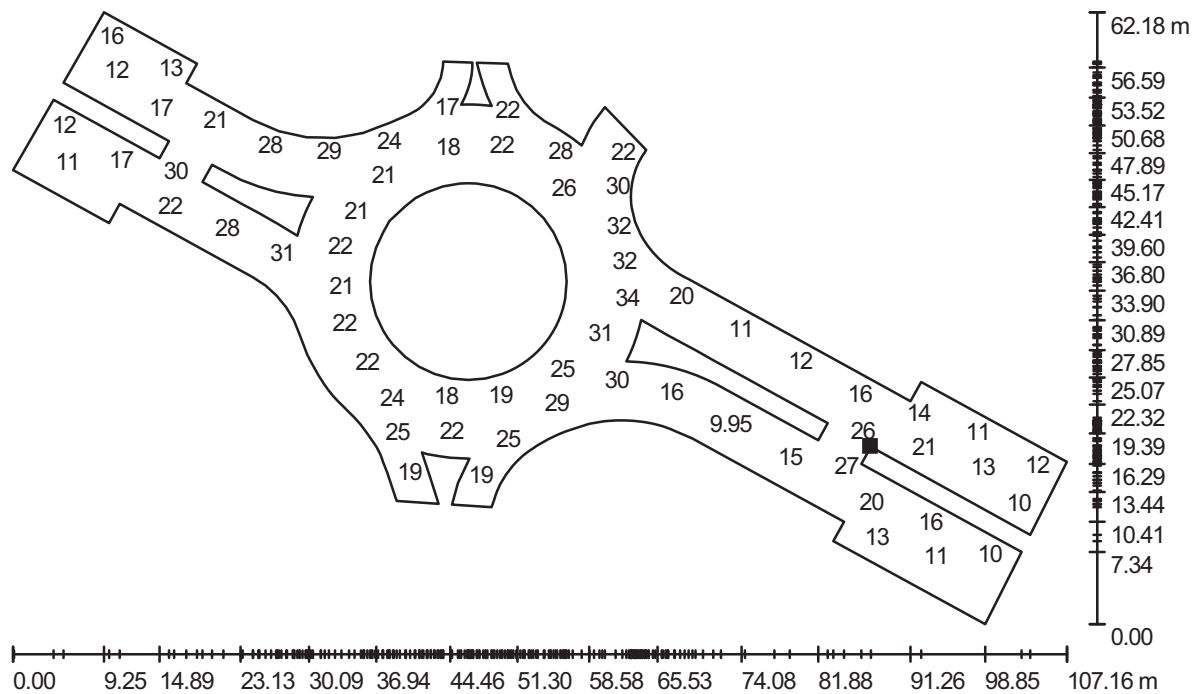
E_{min} [lx]
7.50

E_{max} [lx]
29

E_{min} / E_m
0.437

E_{min} / E_{max}
0.255

Rotondas / Calzada Rot. Central / Superficie 1 / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 767

No pudieron representarse todos los valores calculados.

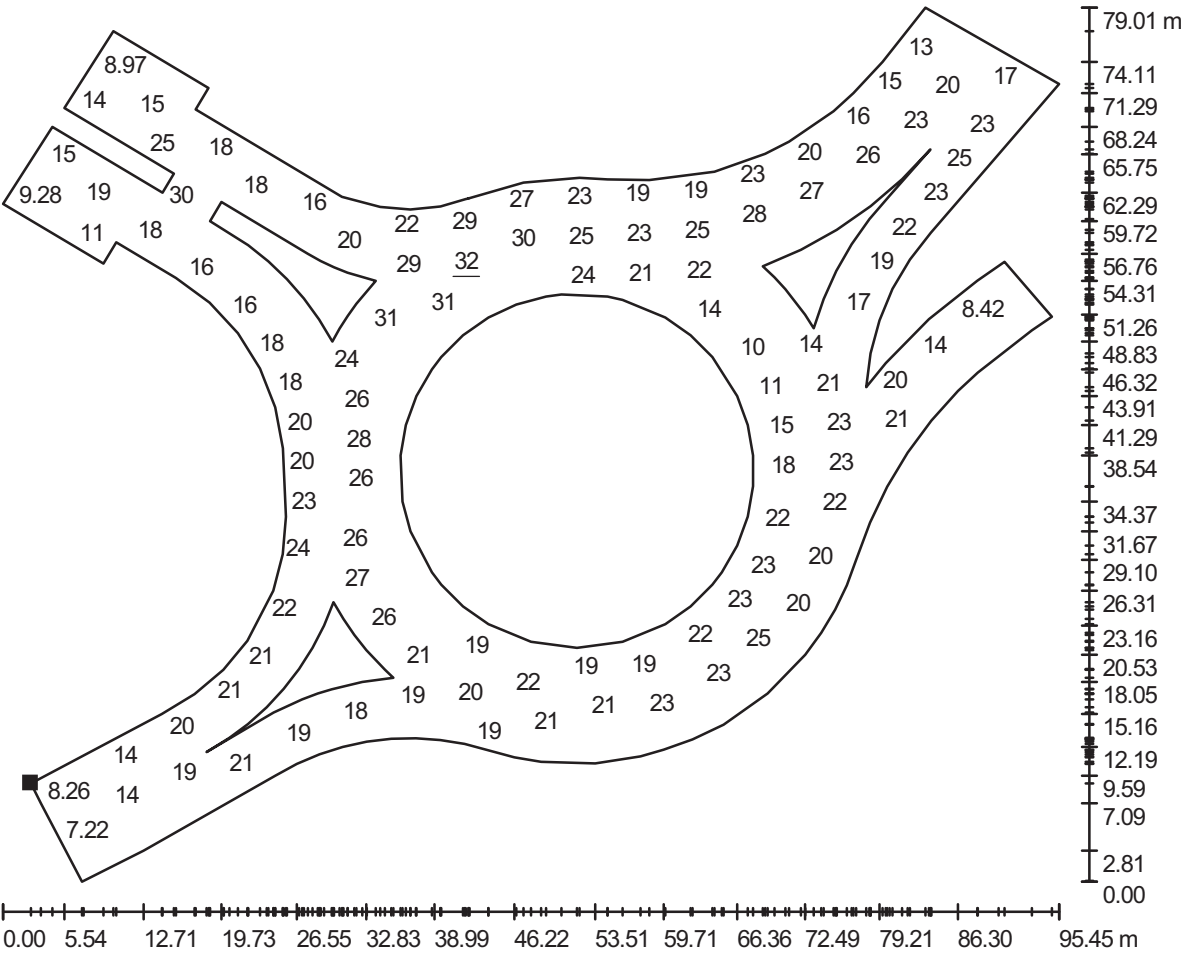
Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(252.233 m, -68.526 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	7.10	38	0.356	0.186

Rotondas / Calzada Rot. N211 / Superficie 2 / Gráfico de valores (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 683

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(718.945 m, -393.535 m, 0.000 m)

Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	3.05	32	0.153	0.094

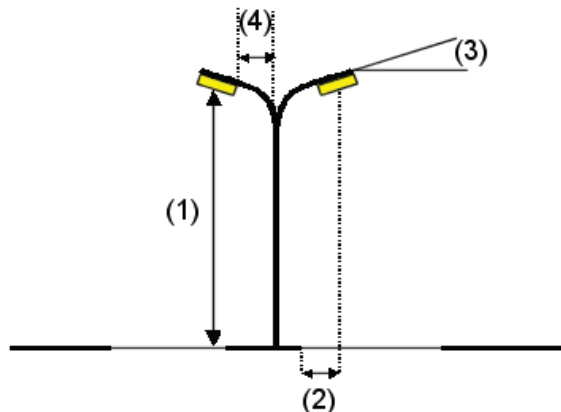
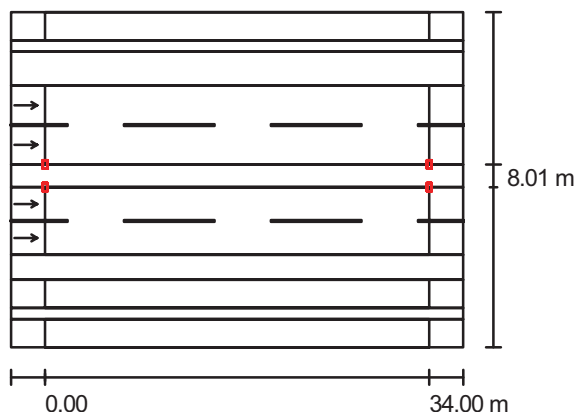
Vial Acceso / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1	(Anchura: 2.500 m)
Línea verde 2	(Anchura: 1.000 m)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 3.000 m)
Calzada 2	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Arcén central 1	(Anchura: 2.000 m, Altura: 0.150 m)
Calzada 1	(Anchura: 6.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.200 m)
Camino para bicicletas 1	(Anchura: 2.500 m)
Línea verde 1	(Anchura: 1.000 m)
Camino peatonal 2	(Anchura: 2.500 m)

Factor mantenimiento: 0.80

Disposiciones de las luminarias



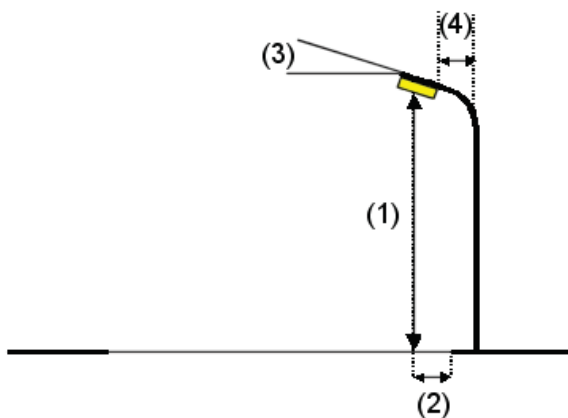
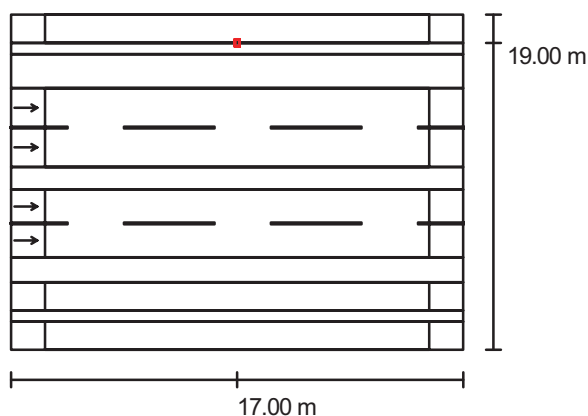
Luminaria:	Philips BGP322 80xGRN-1S/740 DW
Flujo luminoso de las luminarias:	8400 lm
Potencia de las luminarias:	96.0 W
Organización:	sobre arcén central
Distancia entre mástiles:	34.000 m
Altura de montaje (1):	9.870 m
Altura del punto de luz:	10.000 m
Saliente sobre la calzada (2):	0.000 m
Inclinación del brazo (3):	5.0 °
Longitud del brazo (4):	1.011 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
con 70°: 524 cd/klm
con 80°: 64 cd/klm
con 90°: 0.75 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°. La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.



Luminaria:	Philips BGP430 32xGRN-1S/740 DX
Flujo luminoso de las luminarias:	3360 lm
Potencia de las luminarias:	39.0 W
Organización:	unilateral abajo
Distancia entre mástiles:	34.000 m
Altura de montaje (1):	6.000 m
Altura del punto de luz:	6.171 m
Saliente sobre la calzada (2):	19.000 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °

Valores máximos de la intensidad lumínica
con 70°: 526 cd/klm
con 80°: 72 cd/klm
con 90°: 0.00 cd/klm

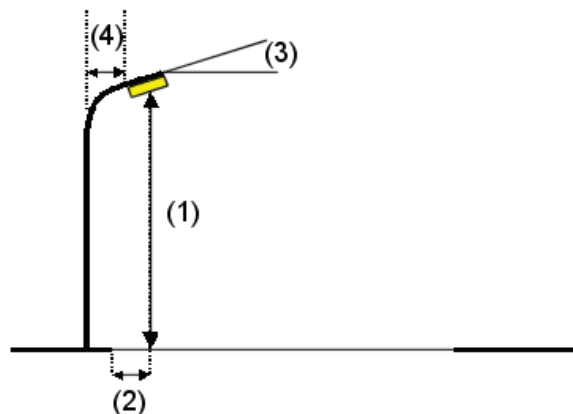
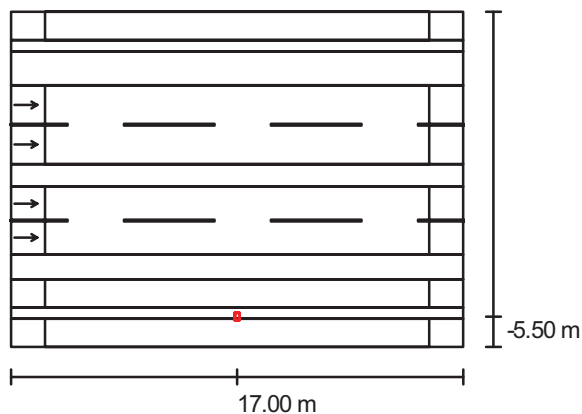
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°. La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.

La disposición cumple con la clase del índice de

Vial Acceso / Datos de planificación

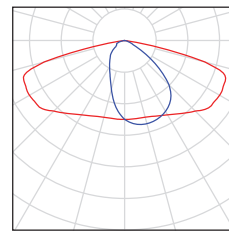
Disposiciones de las luminarias



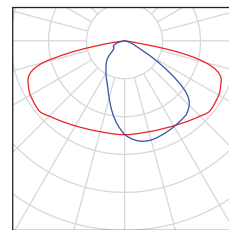
Luminaria:	Philips BGP430 32xGRN-1S/740 DX	
Flujo luminoso de las luminarias:	3360 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Potencia de las luminarias:	39.0 W	con 70°: 526 cd/klm
Organización:	unilateral arriba	con 80°: 72 cd/klm
Distancia entre mástiles:	34.000 m	con 90°: 0.00 cd/klm
Altura de montaje (1):	6.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Altura del punto de luz:	6.171 m	Ninguna intensidad lumínica por encima de 90°.
Saliente sobre la calzada (2):	20.500 m	La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.
Inclinación del brazo (3):	0.0 °	La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.
Longitud del brazo (4):	0.500 m	

Vial Acceso / Lista de luminarias

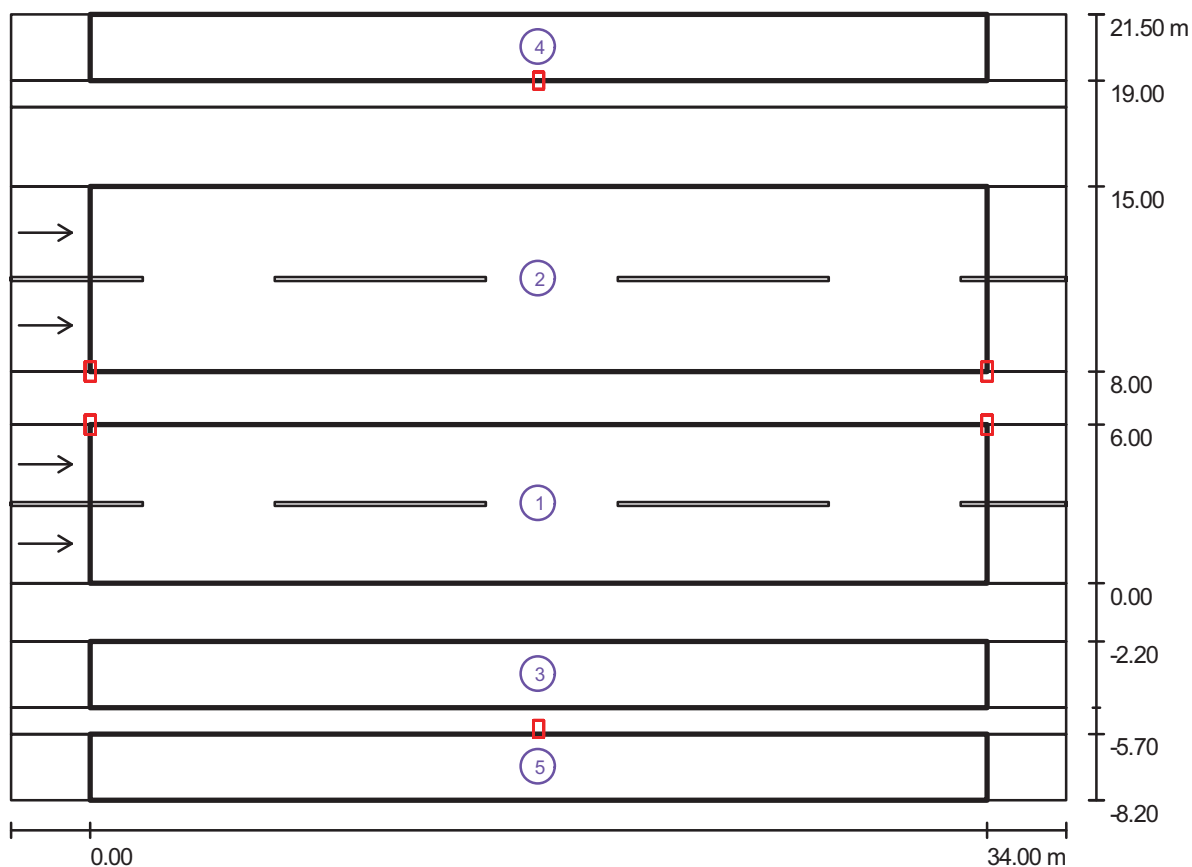
Philips BGP322 80xGRN-1S/740 DW
 N° de artículo:
 Flujo luminoso de las luminarias: 8400 lm
 Potencia de las luminarias: 96.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 43 81 100 92 88
 Lámpara: 80 x GRN-1S/740 (Factor de corrección 1.000).



Philips BGP430 32xGRN-1S/740 DX
 N° de artículo:
 Flujo luminoso de las luminarias: 3360 lm
 Potencia de las luminarias: 39.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 39 72 97 100 87
 Lámpara: 32 x GRN-1S/740 (Factor de corrección 1.000).



Vial Acceso / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:286

Lista del recuadro de evaluación

- Recuadro de evaluación Calzada 1
Longitud: 34.000 m, Anchura: 6.000 m
Trama: 12 x 6 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.00	0.6	0.9	8	1.0
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.4	≥ 0.6	≤ 15	≥ 0.5
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Vial Acceso / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

2 Recuadro de evaluación Calzada 2

Longitud: 34.000 m, Anchura: 7.000 m

Trama: 12 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 2.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.95	0.5	0.9	9	1.0
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.4	≥ 0.6	≤ 15	≥ 0.5
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

3 Recuadro de evaluación Camino para bicicletas 1

Longitud: 34.000 m, Anchura: 2.500 m

Trama: 12 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino para bicicletas 1.

Clase de iluminación seleccionada: S3

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	E_{min} [lx]
Valores reales según cálculo:	10.7	7.9
Valores de consigna según clase:	≥ 7.5	≥ 1.5
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

4 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 34.000 m, Anchura: 2.500 m

Trama: 12 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	11.9	0.5
Valores de consigna según clase:	≥ 7.5	≥ 0.4
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Vial Acceso / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

5 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 34.000 m, Anchura: 2.500 m

Trama: 12 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

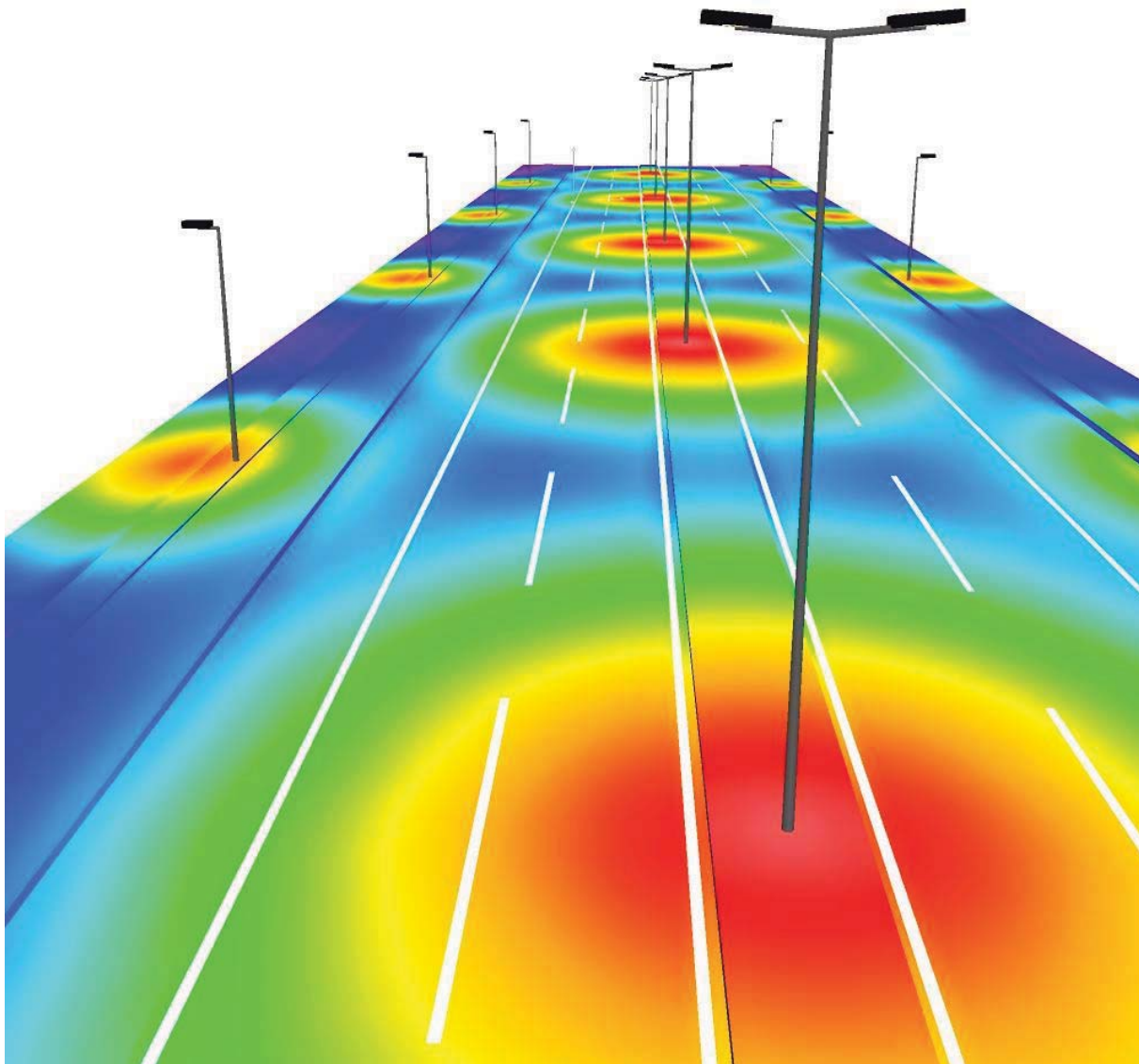
Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	11.3	0.5
Valores de consigna según clase:	≥ 7.5	≥ 0.4
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Vial Acceso / Rendering (procesado) en 3D

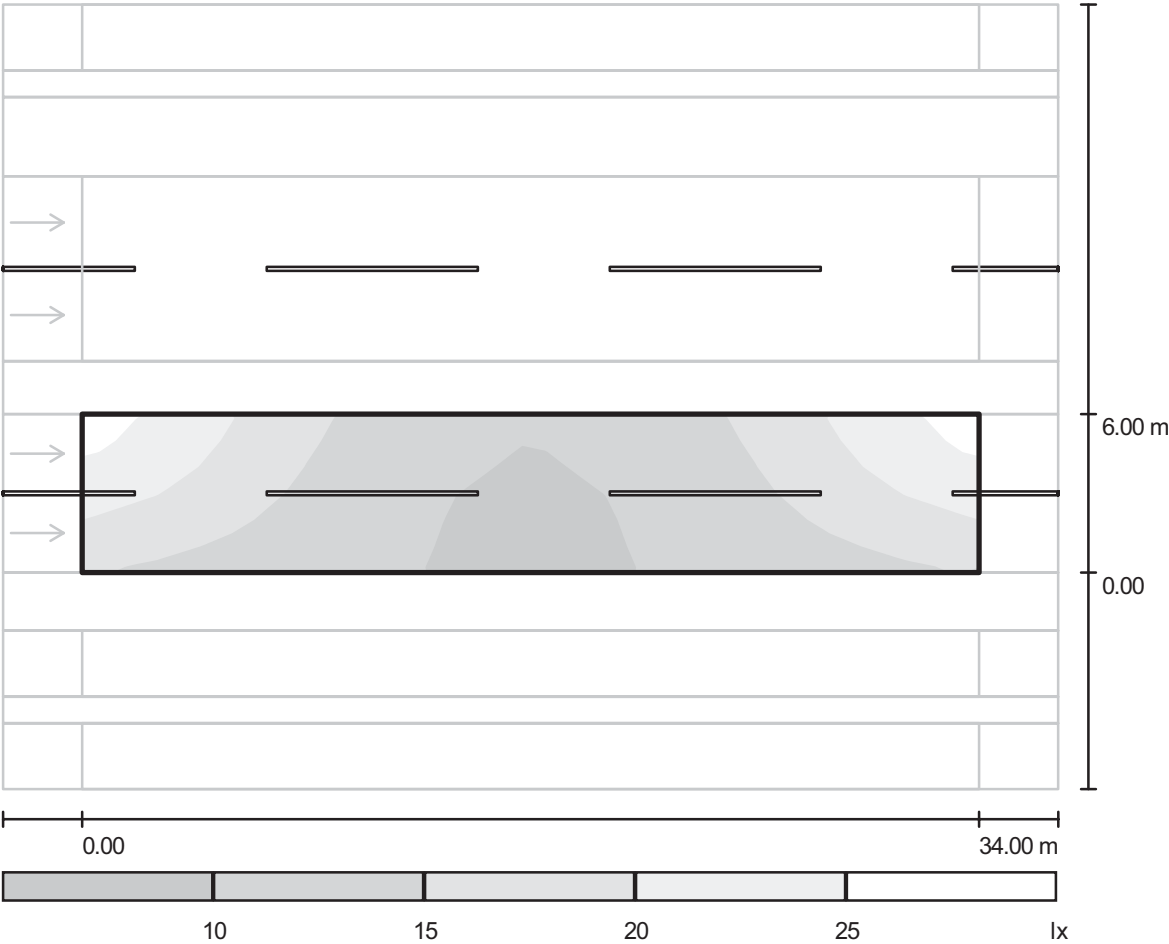


Vial Acceso / Rendering (procesado) de colores falsos



0 3.75 7.50 11.25 15 18.75 22.50 26.25 30 lx

Vial Acceso / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)

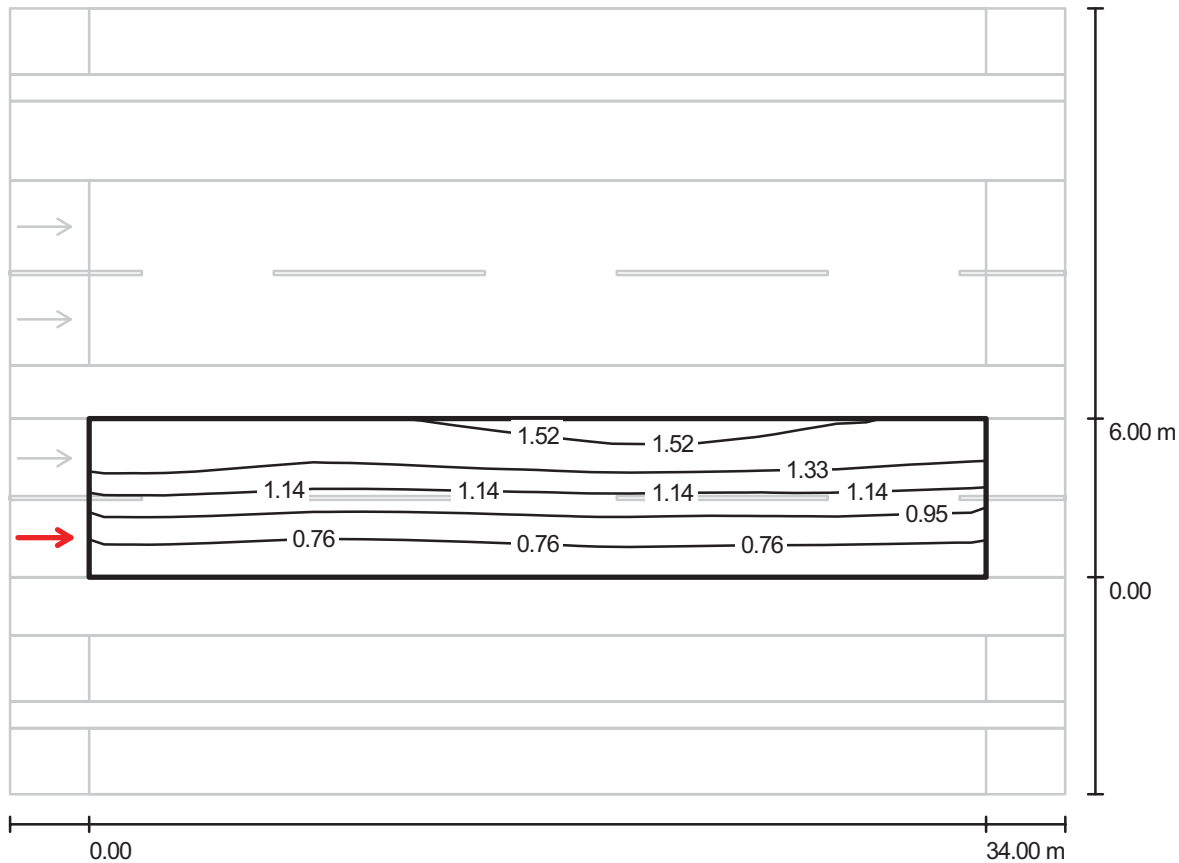


Escala 1 : 286

Trama: 12 x 6 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
15	9.25	25	0.632	0.363

Vial Acceso / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 286

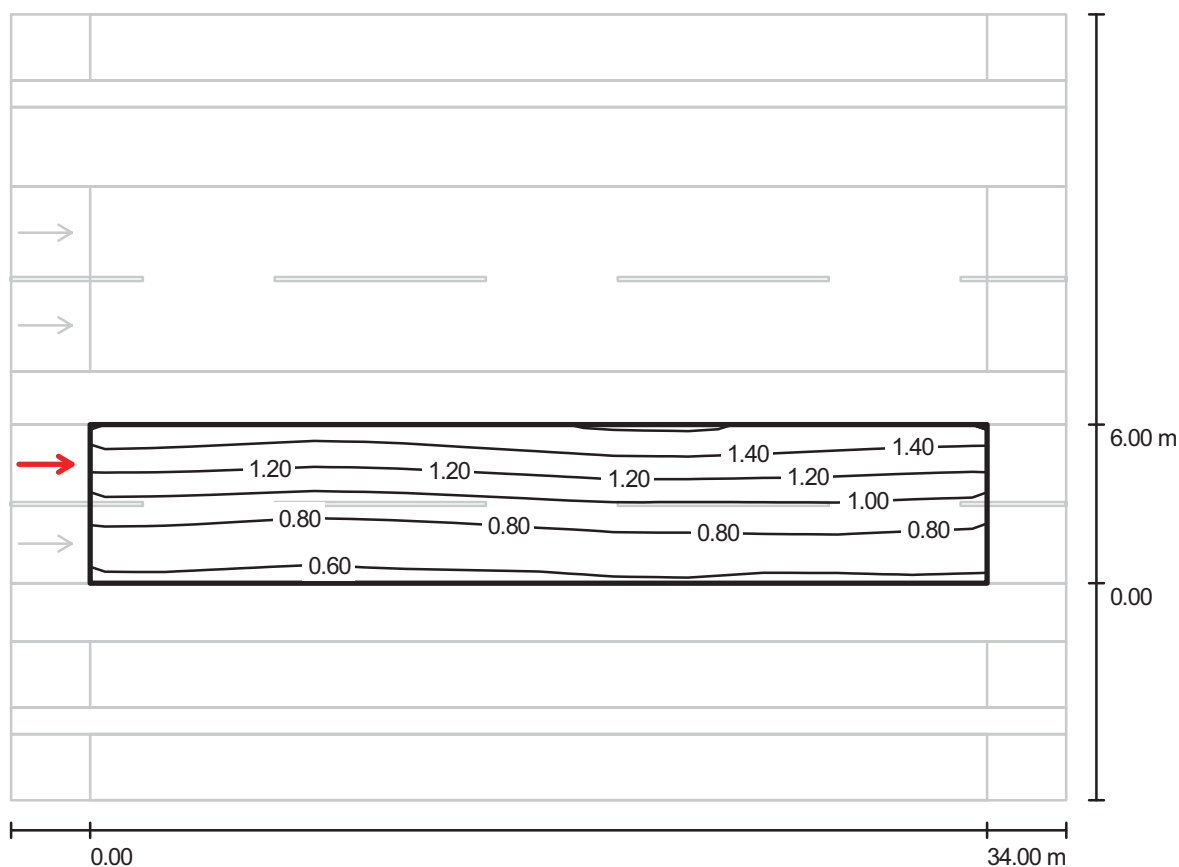
Trama: 12 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 1.500 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.09	0.6	0.9	6
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.4	≥ 0.6	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Vial Acceso / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 2 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 286

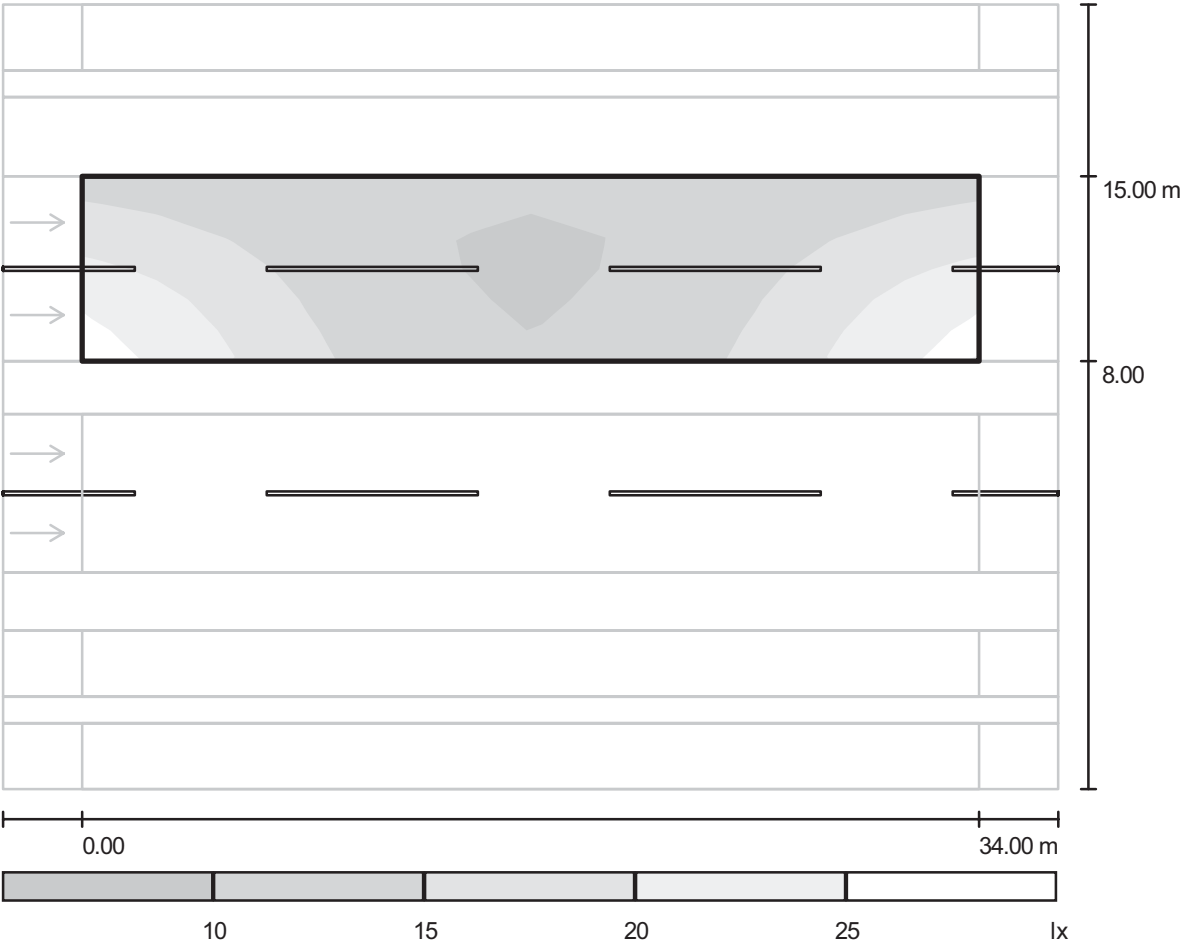
Trama: 12 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 4.500 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.00	0.6	0.9	8
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.4	≥ 0.6	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Vial Acceso / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Gama de grises (E)

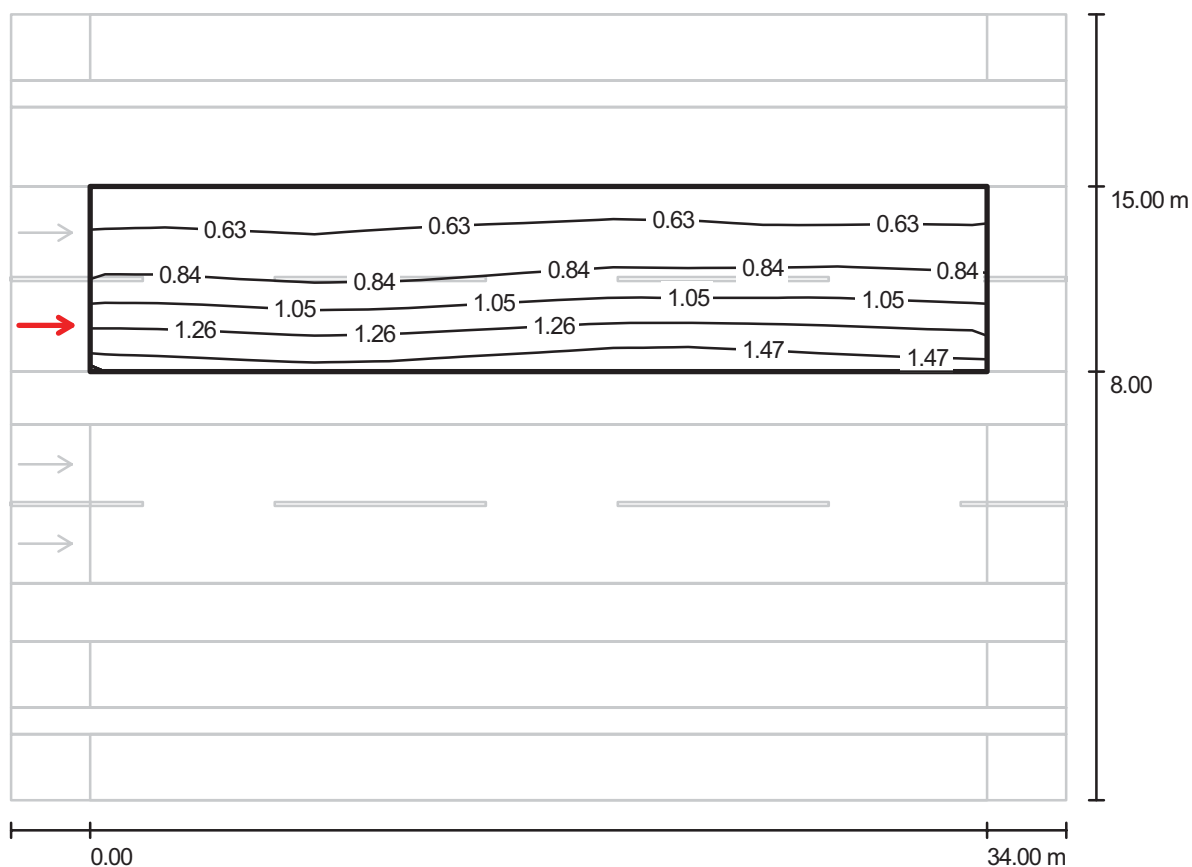


Escala 1 : 286

Trama: 12 x 6 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
14	9.47	25	0.664	0.373

Vial Acceso / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 3 / Isolíneas (L)



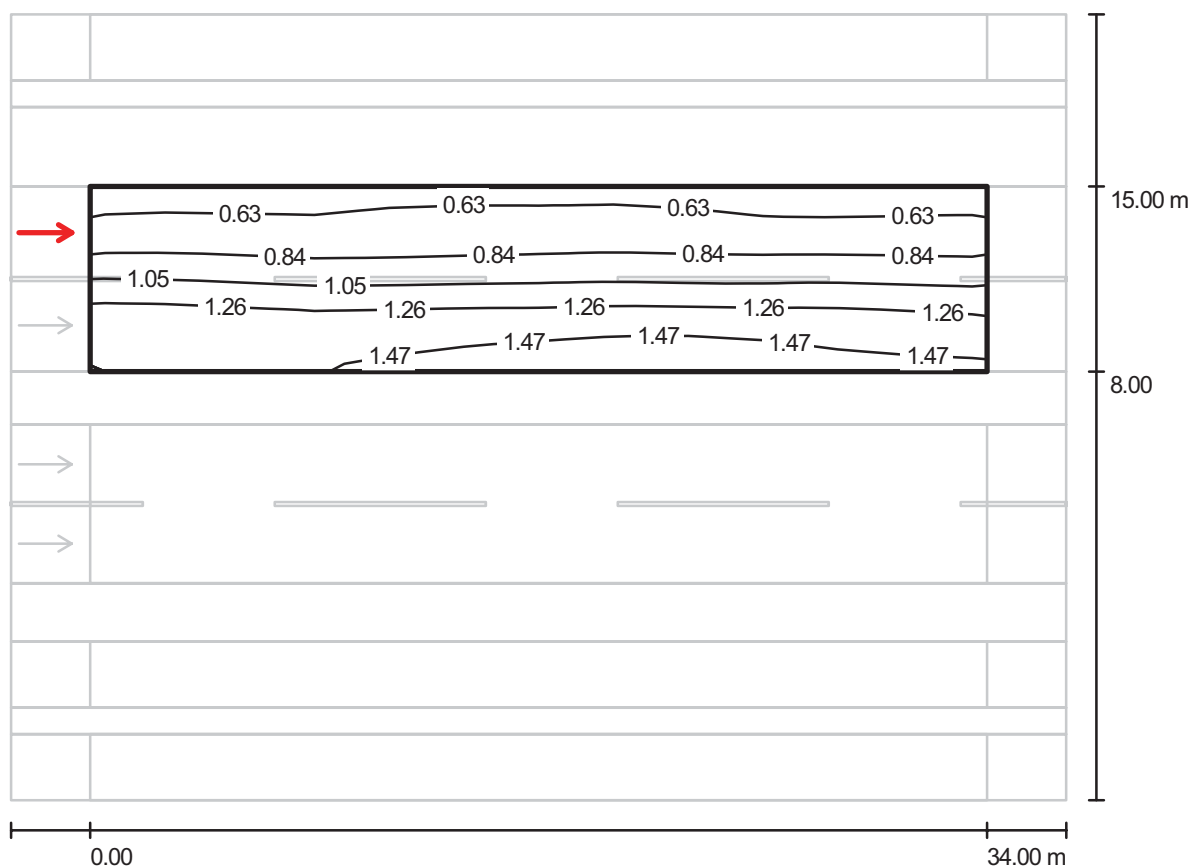
Valores en Candela/m², Escala 1 : 286

Trama: 12 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 9.750 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.95	0.6	0.9	9
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.4	≥ 0.6	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Vial Acceso / Recuadro de evaluación Calzada 2 / Observador 4 / Isolíneas (L)


Valores en Candela/m², Escala 1 : 286

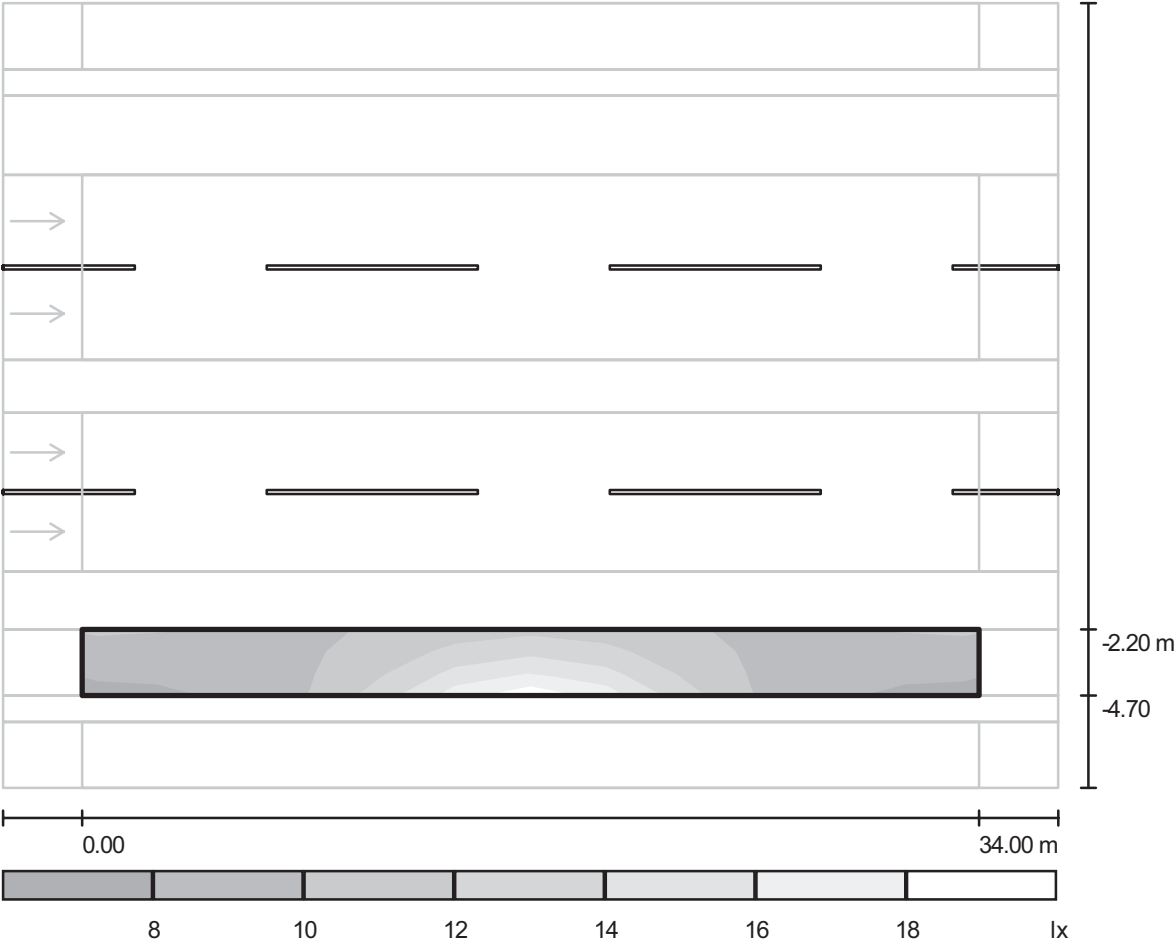
Trama: 12 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 13.250 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.04	0.5	0.9	6
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.4	≥ 0.6	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Vial Acceso / Recuadro de evaluación Camino para bicicletas 1 / Gama de grises (E)

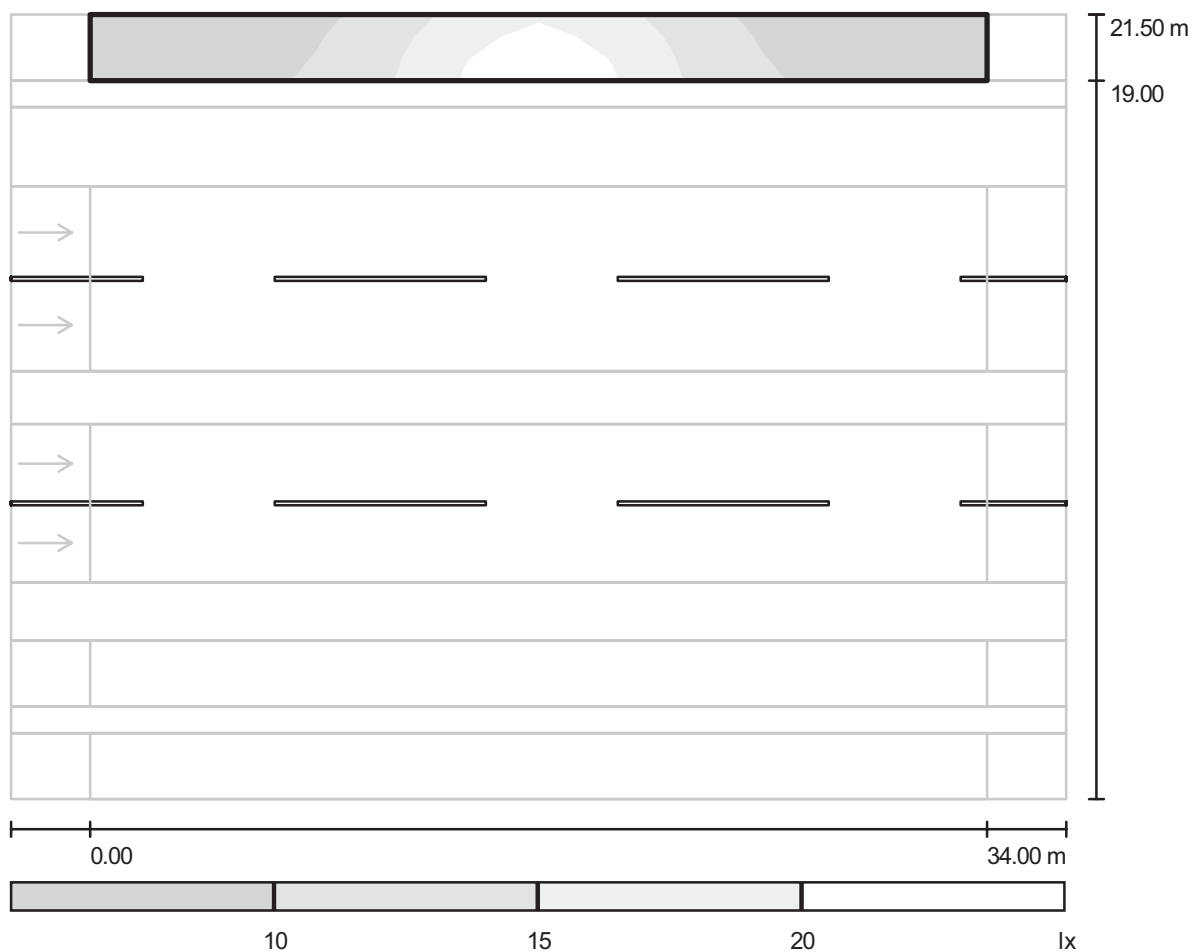


Escala 1 : 286

Trama: 12 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
11	7.89	18	0.734	0.445

Vial Acceso / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 286

Trama: 12 x 3 Puntos

E_m [lx]
12

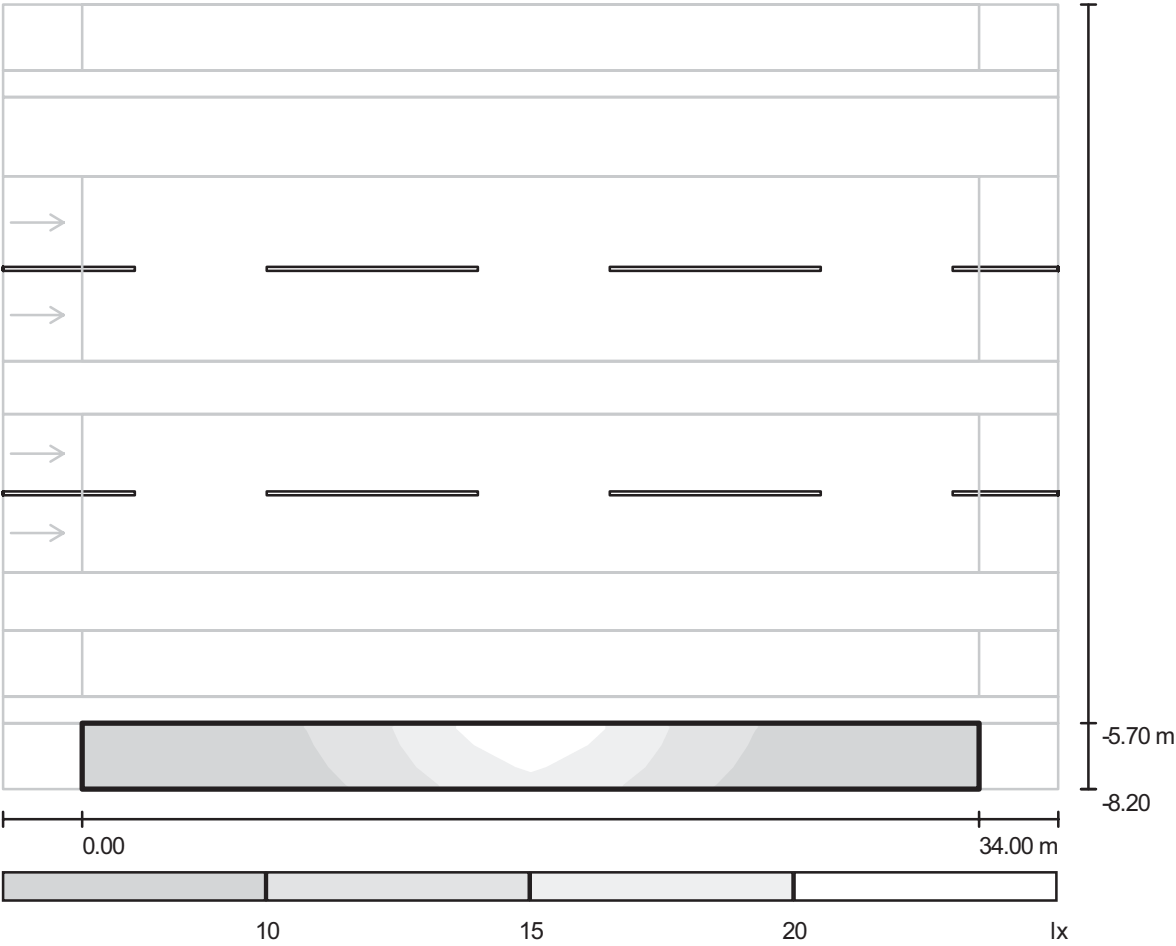
E_{min} [lx]
5.95

E_{max} [lx]
23

E_{min} / E_m
0.501

E_{min} / E_{max}
0.255

Vial Acceso / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 286

Trama: 12 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
11	5.46	23	0.483	0.237