ANEJO Nº 18: OBRAS COMPLEMENTARIAS

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN 5
2.- ALUMBRADO 5
2.1.- PETICIONARIO 5
2.2.- OBJETO 5
2.3.- EMPLAZAMIENTO 5
2.4.- NORMATIVA APLICABLE 5
2.5.- CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y REQUISITOS FOTOMÉTRICOS 5
2.5.1.- ALUMBRADO VIAL 5
2.5.2.- ALUMBRADOS ESPECÍFICOS 7
2.5.3.- ALUMBRADO ORNAMENTAL 7
2.5.4.- ALUMBRADO PARA VIGILANCIA Y SEGURIDAD NOCTURNA 7
2.5.5.- ALUMBRADO DE SEÑALES Y ANUNCIOS LUMINOSOS. 7
2.5.6.- ALUMBRADO FESTIVO Y NAVIDEÑO. 8
2.6.- DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA 8
2.6.1.- COLUMNAS. DESCRIPCIÓN 8
2.6.2.- BÁCULOS. DESCRIPCIÓN 8
2.6.3.- LUMINARIAS 10
2.7.- EFICIENCIA ENERGÉTICA 11
2.7.1.- REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (E) 11
2.7.2.- CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO. 11
2.8.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA 11
2.8.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN 11
2.8.2.- SUMINISTRO DE ENERGÍA 11
2.8.3.- POTENCIAS 11
2.8.4.- DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN 12
2.8.5.- REDUCCIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN 12
2.8.6.- CUADROS DE MANDO 12
2.8.7.- ALIMENTACIÓN A LOS PUNTOS DE LUZ 13
2.8.8.- ACOMETIDA A LOS PUNTOS DE LUZ 13
2.8.9.- SOPORTES DE LUMINARIAS 13
2.8.10.- LUMINARIAS 13
2.8.11.- PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS 14
2.8.12.- PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN 14
2.8.13.- OBRA CIVIL 15
2.8.14.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS 15
3.- PASATUBO EN LAS GLORIETAS 24
4.- APÉNDICE Nº 1. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS DEL ALUMBRADO VIARIO 25
5.- APÉNDICE Nº 2. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS DEL PASO INFERIOR PEATONAL 53

1.- INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es el de definir todas aquellas obras complementarias a la ejecución de las actividades principales pero que se consideran indispensables para la correcta funcionalidad de la misma. Así, en los apartados siguientes se detallan las características e implantación de los siguientes elementos:

- Alumbrado de la intersección y el paso inferior peatonal.
- Pasatubos en las glorietas proyectadas para posible futura red de riego.

2.- ALUMBRADO

2.1.- PETICIONARIO

Se redacta el presente **PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BT PARA ALUMBRADO DE GLORIETAS Y RAMALES DE ACCESO A EJECUTAR EN LA INTERSECCIÓN DE LA CTRA. N-435 CON LA EX-105, P.K. 33+800. T.M. DE ALMENDRAL (BADAJOZ)** a petición de la Demarcación de Carreteras del Estado en Extremadura, Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

2.2.- OBJETO

El objeto del presente proyecto es el de exponer ante los Organismos Competentes que la instalación que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la puesta en servicio de la misma, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

Se proyectará la instalación eléctrica para dotar de alumbrado las dos nuevas glorietas en la ubicación indicada, así como todos los ramales de acceso a dichas glorietas, además de un paso inferior para peatones.

2.3.- EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento del Alumbrado Público objeto de este proyecto está formado por las glorietas y ramales de acceso a ejecutar en la intersección de la CTRA. N-435 con la EX-105, P.K. 33+800 del T.M. de Almendral (Badajoz).

2.4.- NORMATIVA APLICABLE

En la redacción del proyecto, se han tenido en cuenta las siguientes Normas y Recomendaciones actualmente en vigor:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 (BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2002) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética y por la que se deroga la Directiva 89/336/CEE.
- Directiva 2011/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de junio de 2011, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se instaura un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.
- Reglamento (UE) nº 1194/2012 de la Comisión, de 12 de diciembre de 2012, por el que se aplica la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que atañe a los requisitos de diseño ecológico aplicables a las lámparas direccionales, a las lámparas LED y a sus equipos.
- RD 154/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el RD 7/1988, de 8 de enero, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión, y su Guía de interpretación.
- Reglamento Delegado UE nº 874/2012 de la Comisión, de 12 de julio de 2012, por el se complementa la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo al etiquetado energético de las lámparas eléctricas y las luminarias.
- RD 1890/2008, que se aprueba el Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de alumbrado exterior, sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07 y su Guía de Interpretación.
- Orden circular 36/2015 sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles. Tomo I Recomendaciones para la iluminación de carreteras a cielo abierto.
- Materiales homologados y certificados adecuadamente del suministro.
- Garantía de posibles defectos fabricación y/o incorrecta manipulación durante el montaje y utilización del suministro

2.5.- CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y REQUISITOS FOTOMÉTRICOS

A continuación, se refleja la clasificación de los distintos tipos clases de alumbrado en función del tipo de vía:

2.5.1.- ALUMBRADO VIAL

Clasificación de las vías y selección de las clases de alumbrado

El criterio principal de clasificación de las vías es la velocidad de circulación, según se establece a continuación:

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

Mediante otros criterios, tales como el tipo de vía y la intensidad media de tráfico diario (IMD), se establecen subgrupos dentro de la clasificación anterior. En las tablas siguientes se definen las clases de alumbrado para las diferentes situaciones de proyecto.

Clases de alumbrado para vías tipo A

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de alumbrado
A1	Autopistas y autovías:	
	IMD > 25.000	ME1
	IMD > 15.000 y < 25.000	ME2
	IMD < 15.000	ME3a
	Vías rápidas:	
	IMD > 15.000	ME1
	IMD < 15.000	M2
A2	Interurbanas sin separac. aceras:	
	Ctras. locales zonas rurales:	
	IMD > 7.000	ME1/ME2
	IMD < 7.000	ME3a/ME4a

A3	Colectoras y rondas circunvalación:	
	Interurbanas accesos no restringidos:	
	Urbanas tráfico importante:	
	Principales ciudad y travesías poblac:	
	IMD > 25.000	ME1
	IMD > 15.000 y < 25.000	ME2
	IMD > 7.000 y < 15.000	ME3b
	IMD < 7.000	ME4a/ME4b

Clases de alumbrado para vías tipo B

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

Clases de alumbrado para vías tipo C y D

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de alumbrado
C1	Carriles bici independientes:	
	Flujo ciclistas Alto	S1/S2
	Flujo ciclistas Normal	S3/S4
D1 - D2	Áreas aparcam. autopistas y autovías:	
	Aparcamientos en general:	
	Estaciones de autobuses:	
	Flujo peatones Alto	CE1A/CE2
	Flujo peatones Normal	CE3/CE4
D3 - D4	Resid. suburb. con aceras para peatones:	
	Zonas velocidad muy limitada:	
	Flujo peatones y ciclistas Alto	CE2/S1/S2
	Flujo peatones y ciclistas Normal	S3/S4

Clases de alumbrado para vías tipo E

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

Niveles de Iluminación de los viales

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

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

Clase de Alumbrado	Luminancia Media Lm (cd/m²)	Uniformidad Global Uo	Uniformidad Longitudinal Ul	Incremento Umbral TI (%)	Relación Entorno SR
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1.00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	--

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

Clase de Alumbrado	Calz. seca Luminancia Media Lm (cd/m²)	Calz. seca Uniformidad Global Uo	Calz. seca Uniformidad Longitudinal Ul	C.húm. Uniform. Glob. Uo	Incremento Umbral TI (%)	Relación Ent. SR
MEW1	2,00	0,40	0,60	0,15	10	0,50
MEW2	1,50	0,40	0,60	0,15	10	0,50
MEW3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,50
MEW4	0,75	0,40	--	0,15	15	0,50
MEW5	0,50	0,35	--	0,15	15	0,50

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

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

Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E *

Clase de Alumbrado	Ilumin. horiz. Media Em (lux)	Uniformidad Media (Um)
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

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

2.5.2.- ALUMBRADOS ESPECÍFICOS

Alumbrado de Pasarelas Peatonales, Escaleras y Rampas.

La clase de alumbrado será CE2 y, en caso de riesgo de inseguridad ciudadana, podrá adoptarse la clase CE1. Cuando existan escaleras y rampas de acceso, la iluminancia en el plano vertical no será inferior al 50 % del valor en el plano horizontal de forma que se asegure una buena percepción de los peldaños.

Alumbrado de Pasos Subterráneos Peatonales.

La clase de alumbrado será CE1, con una uniformidad media de 0,5 pudiendo elevarse, en el caso de que se estime un riesgo de inseguridad alto, a CE0 y la misma uniformidad. Asimismo, en el supuesto de que la longitud del paso inferior peatonal así lo exija, deberá preverse un alumbrado diurno con un nivel luminoso de 100 lux y una uniformidad media de 0,5.

Alumbrado Adicional de Pasos de Peatones.

En el alumbrado adicional de los pasos de peatones, cuya instalación será prioritaria en aquellos pasos sin semáforo, la iluminancia de referencia mínima en el plano vertical será de 40 lux, y una limitación en el deslumbramiento G2 en la dirección de circulación de vehículos y G3 en la dirección del peatón. La clase de alumbrado será CE1 en áreas comerciales e industriales y CE2 en zonas residenciales.

Alumbrado de Parques y Jardines.

Los viales principales, tales como accesos al parque o jardín, sus paseos y glorietas, áreas de estancia y escaleras, que estén abiertos al público durante las horas nocturnas, deberán iluminarse como las vías de tipo E.

Alumbrado de Pasos a Nivel de Ferrocarril.

El nivel de iluminación sobre la zona de cruce, comenzando a una distancia mínima de 40 m y finalizando 40 m después, será CE2, recomendándose una clase de alumbrado CE1.

Alumbrado de Fondos de Saco.

El alumbrado de una calzada en fondo de saco se ejecutará de forma que se señalen con exactitud a los conductores los límites de la calzada. El nivel de iluminación de referencia será CE2.

Alumbrado de Glorietas.

Además de la iluminación de la glorieta el alumbrado deberá extenderse a las vías de acceso a la misma, en una longitud adecuada de al menos 200 m en ambos sentidos.

Los niveles de iluminación para glorietas serán un 50 % mayores que los niveles de los accesos o entradas, con los valores de referencia siguientes:

- Iluminancia media horizontal: Em > 40 lux
- Uniformidad media: Um > 0,5
- Deslumbramiento máximo: GR = 45

Alumbrado de Túneles y Pasos Inferiores.

Se considerarán como valores de referencia, los niveles de iluminación especificados en la Publicación CIE 88:2004 "Guía para alumbrado de túneles de carretera y pasos inferiores".

Aparcamientos de vehículos al aire libre.

El alumbrado de aparcamientos al aire libre cumplirá con los requisitos fotométricos de las clases de alumbrado correspondientes a la situación de proyecto D1-D2.

Alumbrado de Áreas de Trabajos Exteriores.

Se considerarán como valores de referencia, los niveles de iluminación especificados en la norma EN 12464-2007.

2.5.3.- ALUMBRADO ORNAMENTAL

Los valores de referencia de los niveles de iluminancia media en servicio, con mantenimiento de la instalación, del alumbrado ornamental serán los establecidos en la ITC-EA-02.

2.5.4.- ALUMBRADO PARA VIGILANCIA Y SEGURIDAD NOCTURNA

Los valores de referencia de los niveles de iluminancia media vertical en fachada del edificio y horizontal en las inmediaciones del mismo, en función de la reflectancia o factor de reflexión de la fachada, serán:

Factor de reflexión Fachada Edificio	Iluminancia Media Em (lux) Vertical en Fachada	Horizontal en Inmediaciones
Muy clara	1	1
Normal	2	2
Oscura	4	2
Muy oscura	8	4

* Los valores indicados son mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado.

En las áreas destinadas a actividades industriales, comerciales, de servicios, deportivas, recreativas, etc. los niveles de referencia medios de iluminancia serán los siguientes:

- Áreas de riesgo normal: 5 lux.

- Áreas de riesgo elevado: 20 lux.

- Áreas de alto riesgo: 50 lux.

2.5.5.- ALUMBRADO DE SEÑALES Y ANUNCIOS LUMINOSOS.

Los valores de referencia de niveles máximos de luminancia, para señales y anuncios luminosos e iluminados en función de la superficie, serán:

Superficie (m²)	Luminancia Máxima (cd/m²)
S < 0,5	1.000
0,5 < S < 2	800
2 < S < 10	600
S > 10	400

2.5.6.- ALUMBRADO FESTIVO Y NAVIDEÑO.

a potencia máxima instalada, en función de la anchura de la calle y del número de horas de funcionamiento por año del alumbrado festivo o navideño, no sobrepasarán los valores siguientes:

	Potencia máx. instalada (W/m²)	
Anchura calle	Nº horas año > 200	Entre 100 y 200 horas año
Hasta 10 m²	10	15
Entre 10 y 20 m	8	12
Más de 20 m	6	9

No se establece límite de potencia cuando el periodo de funcionamiento sea inferior a 100 horas anuales.

Se hace necesario distinguir en este punto entre la iluminación de las glorietas y la necesaria en la vía. La clasificación y las necesidades derivadas de ella para cada caso que nos ocupa ha sido resaltado en las anteriores tablas.

Una vía de este tipo queda englobada en la Clase ME4a designada en la UNE EN13201, al tratarse de una vía de tipo A (circulación rápida). Más concretamente, atendiendo a la clasificación expuesta en la tabla 2 de la ITC – EA – 02, se trata de una carretera interurbana con accesos no restringidos, con una Intensidad Media de tráfico Diario inferior a 7.000. Según la mencionada tabla, a esta vía le corresponde una Clase de alumbrado ME4a.

El alumbrado del vial en el que se sitúa la glorieta debe extenderse en una longitud adecuada de al menos de 200 m, que permita a los conductores disponer del tiempo suficiente para identificar la glorieta y, en sentido contrario, facilitar a los conductores que se alejan de la misma acostumbrarse a la oscuridad.

En cuanto a las glorietas, estas se clasifican dentro de los denominados “Alumbrados Específicos” del Reglamento.

Para el paso inferior de peatones se considerará, debido a sus casi 50 m de longitud, un alumbrado diurno. Por tanto, se exige un nivel luminoso de 100 lux y una uniformidad media de 0,5.

En el estudio luminotécnico justificativo anexo se especifican los valores realmente alcanzados por cada zona, justificando el cumplimiento de los valores exigidos aquí expuestos.

2.6.- DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Se ha realizado un diseño de la instalación de alumbrado teniendo en cuenta toda la normativa de obligado cumplimiento, esto es, fundamentalmente:

- RD 1890/2008, que se aprueba el Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de alumbrado exterior, sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07 y su Guía de Interpretación. Orden circular 36/2015 sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles. Tomo I Recomendaciones para la iluminación de carreteras a cielo abierto.

Se propone la siguiente solución:

- 1.- Glorieta “Grande” de 61,5 m de diámetro, que consta de 2 carriles de 4,30 m, y arcenes interior y exterior de 0,50 m cada uno, a iluminar mediante 8 luminarias LED de 156 W, montadas sobre báculos galvanizados tipo 12x1,5/60/4, con 12 m de altura y 1,5 m de saliente, 60 mm de diámetro del brazo, y 4 mm de espesor. Esto supone una potencia total instalada en la glorieta de 1200 W.
- 2.- Glorieta “Pequeña” de 41,5 m de diámetro, que consta de 2 carriles de 4,00 m, y arcenes interior y exterior de 0,50 m cada uno, a iluminar mediante 6 luminarias LED de 126 W, montadas sobre columnas galvanizadas tipo 10/60/3, con 10 m de altura, 60 mm de diámetro final, y 3 mm de espesor. Esto supone una potencia total instalada en la glorieta de 700 W.
- 3.- Tramo de calzada previo y posterior a cada glorieta. Se dispondrán luminarias tipo LED de 58 W dispuestas sobre columnas galvanizadas del tipo 10/60/3, con 10 m de altura, 60 mm de diámetro final de la columna, y 3 mm de espesor. Se dispondrán tal cantidad de ellas que permitan alumbrar al menos 200 m a la entrada y salida de cada glorieta. De esta forma, será necesario instalar 21 unidades en el total de las distintas calzadas de aproximación y salida de las glorietas.
- 4.- Paso inferior de peatones. Se dispondrán pantallas estancas IP67 de 24 W. Para conseguir los niveles exigidos y anteriormente expuestos para un uso de este tipo, será necesario disponer 10 luminarias en total.

La solución propuesta cumple lo exigido en el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y la Orden circular 36/2015, así como el resto de normas de obligado cumplimiento para el presente caso que en ella se citan, de acuerdo a los resultados que arroja el estudio luminotécnico adjunto.

A continuación, se muestran las características de las distintas luminarias y soportes proyectados.

2.6.1.- COLUMNAS. DESCRIPCIÓN

Para el alumbrado en los viales y en la glorieta pequeña (reordenación de accesos) se proponen columnas fabricadas con chapa de acero galvanizada de la marca Jovir modelo Europeo 10/60/3 o similar.

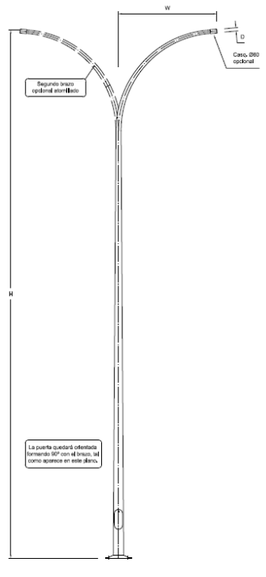
El acero será de calidad mínima S-235 JR según la UNE-EN 10025-1:2006, y su fabricación se realizará conforme a la UNE-EN 40-5:2003.

El galvanizado de la chapa de acero cuenta con un espesor medio de recubrimiento de 70 micras, y realizado según UNE-EN ISO 1461:2010.

La columna tendrá 10 m de altura, y el diámetro en punta será de 60 mm. Por su parte, el espesor de la chapa será de 3 mm.

La cimentación se ejecutará mediante zapata de hormigón en masa de 60x60 cm y 95 cm de profundidad, con 4 pernos de 70 cm para el anclaje cimentación-columna.

2.6.2.- BÁCULOS. DESCRIPCIÓN



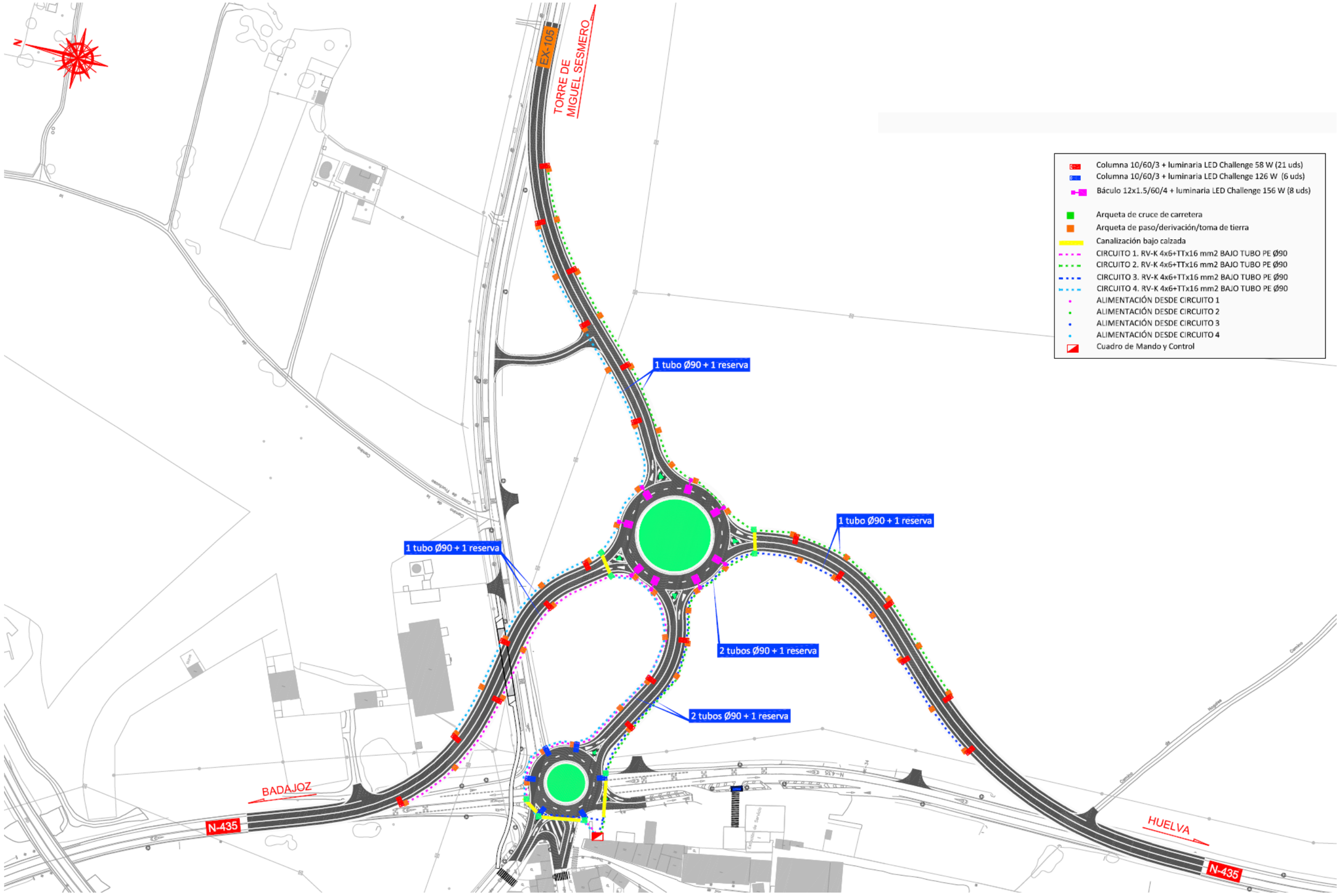
Para el alumbrado en la glorieta grande se proponen báculos fabricadas con chapa de acero galvanizada de la marca Jovir modelo Europeo 12x1,5/60/4 o similar.

El acero será de calidad mínima S-235 JR según la UNE-EN 10025-1:2006, y su fabricación se realizará conforme a la UNE-EN 40-5:2003.

El galvanizado de la chapa de acero cuenta con un espesor medio de recubrimiento de 70 micras, y realizado según UNE-EN ISO 1461:2010.

El báculo tendrá 12 m de altura, y el diámetro en punta del brazo será de 60 mm. La longitud de dicho brazo es de 1,5 m. Por su parte, el espesor de la chapa será de 4 mm.

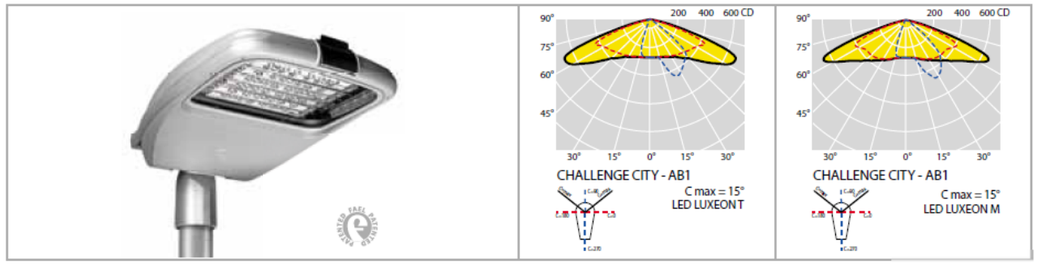
La cimentación se ejecutará mediante zapata de hormigón en masa de 75x75 cm y 120 cm de profundidad, con 4 pernos de 70 cm para el anclaje cimentación-columna.


N
EX-105
TORRE DE MIGUEL SESMERO
Columna 10/60/3 + luminaria LED Challenge 58 W (21 uds)
Columna 10/60/3 + luminaria LED Challenge 126 W (6 uds)
Báculo 12x1.5/60/4 + luminaria LED Challenge 156 W (8 uds)
Arqueta de cruce de carretera
Arqueta de paso/derivación/toma de tierra
Canalización bajo calzada
CIRCUITO 1. RV-K 4x6+TTx16 mm2 BAJO TUBO PE Ø90
CIRCUITO 2. RV-K 4x6+TTx16 mm2 BAJO TUBO PE Ø90
CIRCUITO 3. RV-K 4x6+TTx16 mm2 BAJO TUBO PE Ø90
CIRCUITO 4. RV-K 4x6+TTx16 mm2 BAJO TUBO PE Ø90
ALIMENTACIÓN DESDE CIRCUITO 1
ALIMENTACIÓN DESDE CIRCUITO 2
ALIMENTACIÓN DESDE CIRCUITO 3
ALIMENTACIÓN DESDE CIRCUITO 4
Cuadro de Mando y Control
1 tubo Ø90 + 1 reserva
1 tubo Ø90 + 1 reserva
1 tubo Ø90 + 1 reserva
2 tubos Ø90 + 1 reserva
2 tubos Ø90 + 1 reserva
BADAJOZ
N-435
HUELVA
N-435

2.6.3.- LUMINARIAS

Glorietas y ramales de acceso

La luminaria propuesta será la Challenge City de la marca FAELLUCE, o similar, de tres modelos distintos, para cada una de las dos glorietas y para los ramales de acceso y salida. Las características generales comunes a esta luminaria son las siguientes:



- Tecnología led multichip y chip individual montados en un circuito impreso de aluminio altamente disipante térmicamente MCPCB.
- Alimentador electrónico de elevada eficiencia para uso externo. Protegido contra las sobretensiones y las sobrecorrientes para la proteccion de los componentes y de los LEDs.
- Cable de entrada a través del paso PG16 prensaestopas, IP68.
- Alimentación 220 - 240V / 50 - 60 Hz VAC.
- Factor de corrección de potencia > 0,9.
- Clase de aislamiento I y II.
- Grado de protección IP66.
- Grado de protección contra los impactos externos: IK09.
- Certificación CE.
- Homologación ENEC: las pruebas de laboratorio se llevaron a cabo a una temperatura ambiente de + 35°C y la prueba de resistencia a +45°C. Normalmente, las luminarias son aprobadas por la realizacion de pruebas a una temperatura ambiente de +25°C.
- Normas constructivas según EN 60598-1, EN 60598-2-3.

El modelo concreto seleccionado para la glorieta grande tiene las siguientes prestaciones:

- Potencia: 156 W (LED+ alimentador)
- Flujo nominal: 22620 lm
- Flujo útil: 19000 lm
- Peso bruto 10,75 kg

Por su parte, el modelo seleccionado para la glorieta pequeña posee las siguientes prestaciones:

- Potencia: 126 W (LED+ alimentador)
- Flujo nominal: 16900 lm
- Flujo útil: 14150 lm
- Peso bruto 10,75 kg

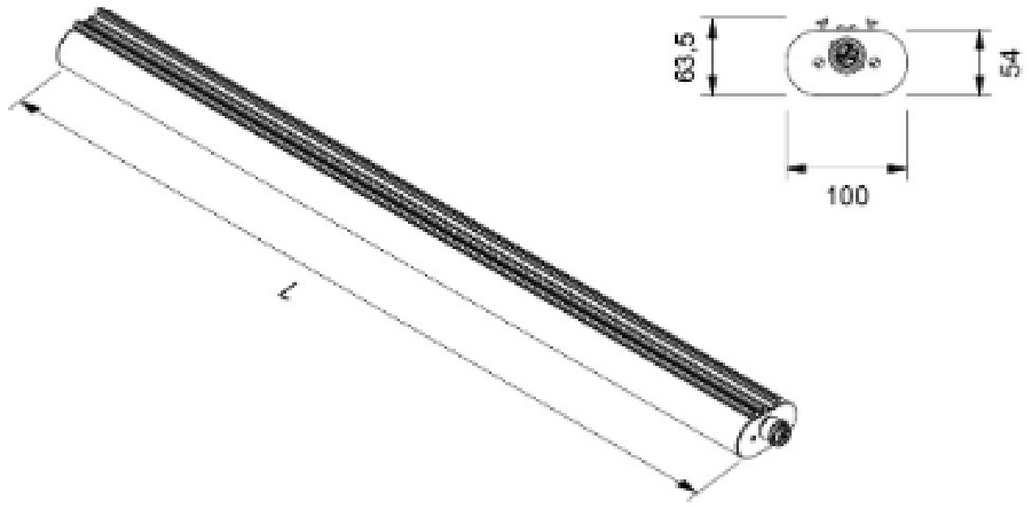
En cuanto al vial, se opta por el siguiente modelo:

- Potencia: 58 W (LED+ alimentador)
- Flujo nominal: 8330 lm
- Flujo útil: 7000 lm
- Peso bruto 10,55 kg

Paso inferior peatonal.

Para esta zona se opta por pantallas estancas IP67 de 24 W, concretamente el modelo Innova SP 27 o similar, cuya descripción es la siguiente:

- Cuerpo en policarbonato extruido recubierto satinado,
- Resistente a UV.
- Óptica de difusión en aluminio especular con función disipante del calor.
- Sistema de fijación con fijación por resorte para montaje en el techo y gancho para instalación suspendida.
- Dimensiones: 100 mm x 1.565 mm, H: 63.5 mm.
- Grado de protección: IP67
- Peso: 1.6 kg
- Rendimiento luminoso: > 136 lm/W
- Flujo luminoso LED: 4.100 lm
- Flujo luminoso salida: 3.280 lm
- Vida útil: (L80/B20) 50.000 h Ta + 25 C
- Factor de potencia > 0,9.
- Potencia LED: 22,5 W
- Potencia total: 24 W.
- Temperatura uso: -20/+40 º C.
- Temperatura de color: 4000 K
- Índice de reproducción cromática: Ra>80



2.7.- EFICIENCIA ENERGÉTICA

2.7.1.- REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (E)

A) Instalaciones de alumbrado vial funcional (vías clasificadas como A o B).

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

Iluminación media en servicio Em (lux)	Eficiencia energética mínima (m²·lux / W)
> 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
<7,5	9,5

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

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

Iluminación media en servicio Em (lux)	Eficiencia energética mínima (m²·lux / W)
> 20	9
15	7,5
10	6
7,5	5
< 5	3,5

C/ Instalaciones de alumbrado festivo y navideño.

La potencia asignada de las lámparas incandescentes utilizadas será igual o inferior a 15 W.

D/ Otras instalaciones de alumbrado.

Se iluminará únicamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado, instalando lámparas de elevada eficacia luminosa y equipos auxiliares de pérdidas mínimas. Las luminarias y proyectores dispondrán de un rendimiento luminoso elevado.

El factor de utilización y mantenimiento de la instalación será el más elevado posible.

En las glorietas, el valor de eficiencia energética resulta aproximadamente ε=67 para ambas soluciones.

En los ramales de acceso, resulta un valor de eficiencia energética ε=31,4.

Estos datos pueden obtenerse de los resultados del estudio luminotécnico, y se comprueban que son bastante superiores a lo exigido.

2.7.2.- CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.

Las instalaciones de alumbrado exterior, excepto las de alumbrados de señales y anuncios luminosos y festivo y navideño, se calificarán en función de su índice de eficiencia energética.

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

La calificación energética de la instalación, en función del índice de eficiencia energética (Iε) o del índice de consumo energético ICE, será:

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

A partir de los resultados anteriormente expuestos de valores de eficiencia energética, se obtiene para todos los casos **una calificación energética A.**

2.8.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

2.8.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN

La instalación objeto de este proyecto se clasifica como una red de alumbrado público, por lo que se encuentra dentro del ámbito de aplicación de la ITC-BT-09 del REBT. De esta forma, tanto para su dimensionamiento como ejecución se seguirán las indicaciones que determinan dicha instrucción.

2.8.2.- SUMINISTRO DE ENERGÍA

El suministro de energía se realizará en BT por parte de la compañía Eléctrica Sevillana – Endesa. El punto de conexión y suministro del Cuadro de Mando proyectado será el que en su momento determine la citada compañía.

La tensión de suministro será trifásica a 400/230 V y 50 Hz.

2.8.3.- POTENCIAS

Potencia instalada

La relación de la potencia instalada es la siguiente:

UDS.	*DESCRIPCIÓN*	*POTENCIA UNITARIA kW*	*POTENCIA TOTAL INSTALADA EN kW*
8	Proyector Challenge city 156 W LED o similar	0,156	1,248
6	Proyector Challenge city 126 W LED o similar	0,126	0,756
21	Proyector Challenge city 58 W LED o similar	0,058	1,218
10	Pantalla estanca Innova o similar	0,024	0,240
4	Luminarias 58 W previsión parada bus	0,058	0,232
	TOTAL		**3,694**

2.8.4.- DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Según la ITC-BT-09 del REBT, las líneas de alimentación a puntos de luz con lámparas de descarga estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados, a sus corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases. Como consecuencia, la potencia aparente mínima en VA, se considera 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga. Para el caso que nos ocupa, al tratarse de tecnología LED, no es de aplicación este punto.

Por otro lado, el factor de potencia de cada punto de luz se corregirá hasta un valor mayor o igual a 0,90. Las luminarias prescritas cumplen con este requisito sin necesidad de actuar sobre ellas. La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación, será menor o igual que el 3%.

Para el cálculo de las secciones se ha asegurado que estas cumplan con las intensidades máximas admisibles de la ITC-BT-07 para redes subterráneas.

2.8.5.- REDUCCIÓN DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN

Con la finalidad de ahorrar energía, disminuir el resplandor luminoso nocturno y limitar la luz molesta, a ciertas horas de la noche, deberá reducirse el nivel de iluminación en las instalaciones de alumbrado vial, alumbrado específico, alumbrado ornamental y alumbrado de señales y anuncios luminosos, con potencia instalada superior a 5 kW salvo que, por razones de seguridad, a justificar en el proyecto, no resultara recomendable efectuar variaciones temporales o reducción de los niveles de iluminación.

De esta forma, esta prescripción establecida en la Instrucción Técnica Complementaria EA-02 del Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior no es de aplicación al proyecto que nos ocupa.

Además, la guía de aplicación de la ITC BT 09 para Instalaciones de Alumbrado Exterior, aconseja por razones de seguridad no llevar a cabo variaciones temporales de los niveles de iluminación en puntos concretos con elevados porcentajes de accidentalidad nocturna, zonas peatonales con riesgo considerable de criminalidad, etc. Con lo cual, se descarta esta opción ya que la intersección donde se ubica la instalación objeto de este proyecto es un tramo con elevado porcentaje de accidentalidad, como así demuestra el Informe de la Red de carreteras del Estado elaborado por RACE en 2016, que califica este tramo como el de mayor riesgo en España.

2.8.6.- CUADROS DE MANDO

Las líneas de alimentación a los puntos de luz y control, parten desde un cuadro de protección y control, y estarán protegidas individualmente con corte omnipolar en dicho cuadro, tanto contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos), como contra corrientes de defecto a tierra y contra sobretensiones. La intensidad de defecto, umbral automático de desconexión de los interruptores diferenciales, que serán de reenganche automático, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 ohmios.

Como el sistema de accionamiento del alumbrado se realiza con interruptores horarios, se dispondrá además de un interruptor manual M-0-A por circuito que permita el accionamiento del sistema, con independencia de los dispositivos citados.

Los cuadros están ubicados en armarios de chapa galvanizada, de tipo normalizado. La envolvente del cuadro, proporcionará un grado de protección mínima IP55 según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102 y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo, del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2m y 0,3 m.

Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra.

Como ya se ha dicho anteriormente, el encendido y apagado se realizará automáticamente desde el Centro de Mando. Cada circuito será comandado por un reloj astronómico a través de contactores. La composición de cada cuadro de mando puede comprobarse en el plano unifilar adjunto.

El cuadro estará compuesto al menos por dos módulos:

MÓDULO DE C.G.P. Y EQUIPO DE MEDIDA

Comprenderá:

- La Caja General de Protección y seccionamiento según normativa de la Compañía Distribuidora.
- Equipo de medida compuesto por contador multifunción electrónico (mide energía activa, reactiva y maxímetro por periodos, incorporando reloj interno y salida 485 o similar para tele-lectura). Se recomienda que dicho equipo sea de propiedad de la Compañía, con el fin de que cualquier anomalía, modificación en la programación, cambio de sistema tarifario etc., no sea responsabilidad del cliente.

MÓDULO DE MANIOBRA, PROTECCIÓN Y TELEGESTIÓN

Comprenderá:

- Interruptor magnetotérmico general de potencia (Curva ICPM)- IGA. El ICPM estará regulado en función de la potencia contratada según normativa de la Compañía. Se deberá considerar la selectividad de intensidad, entre esta protección y las instaladas aguas abajo y que corresponden a las protecciones de los circuitos de salida.
- Equipo de protección contra sobretensiones y subtensiones permanentes. El montaje de este equipo es de obligada implantación, y desconectará la instalación en caso de generarse de forma permanente incrementos de tensión y reducciones de la misma según valores de parametrización reglamentarios.
- Equipo de protección contra sobretensiones transitorias clase II.
- Protección magnetotérmica y diferencial de los ramales de salida del cuadro. La protección contra cortocircuitos y sobre intensidades se realizará mediante magnetotérmicos de corte omnipolar, calibrados, en función de la intensidad máxima admisible por el conductor y de la de intensidad de cortocircuito, tanto a origen como a final de línea, así como del tiempo de apertura de dicho elemento protector. La protección contra contactos indirectos se realizará mediante relés diferenciales de reconexión automática, asociados a contactores de 4 polos, incorporando la posibilidad de regulación de la intensidad de defecto, tiempo de apertura y número de reconexiones.
- Selector MANUAL–CERO-AUTOMÁTICO (M-O-A). Se dispondrá de un selector en el circuito de maniobra, que permita conectar la instalación fuera del periodo de funcionamiento nocturno. Esta opción se utiliza en los trabajos de conservación y control. Se recomienda utilizar un selector por cada circuito de derivación, preferentemente cuando el número de puntos de luz sea superior a 40 unidades, con el objetivo de conectar únicamente el ramal en el que se halla la anomalía y conseguir una reducción del consumo de energía en horario diurno. Es práctica habitual, conectar todos los puntos de luz de un cuadro cuando se repara.
- Analizador. Se recomienda el montaje de un equipo analizador modular, de bajo coste, que comprenda como mínimo, la visualización de las siguientes magnitudes: tensión, intensidad, energía activa y reactiva, así como el factor de potencia. Deberá disponer de un módulo de comunicación protocolo modbus o similar, para futura telegestión. La implantación de dicho equipo permite una adecuada puesta en marcha inicial de la instalación, así como facilita las labores de conservación y de gestión energética.

- Embarrado de distribución. Todas las conexiones de derivación a equipos de protección se realizarán a través de embarrado de distribución III + N, debidamente calibrado y protegido contra cortocircuitos, sobre intensidades y contactos directos.
- Punto de luz interior. El armario dispondrá de un punto de luz interior debidamente protegido, aconsejándose que el utilizado en el módulo de protección y maniobra este compuesto por un punto de luz autónomo de emergencia de 350 lúmenes y 1 hora de autonomía, mediante conexionado interno, que no permita su descarga, a menos que la puerta no se abra. Este criterio facilita las labores de conservación.
- Toma de corriente. Se dispondrá de una toma de corriente schuco II de 16 A., debidamente protegida para una carga máxima de 1.000 W.
- Reloj astronómico. Para la realización de los ciclos de encendido se instalará un reloj astronómico digital con reserva y parametrizable en función de las coordenadas del lugar.
- Contactos auxiliares. Con el fin de que sea fácil la implantación de la telegestión, todos los elementos de protección y maniobra (magnetotermicos, diferenciales, contactores, selectores etc.) tendrán un contacto auxiliar cableado y conectado a un módulo de regletas secciones, especiales para su adaptación a un autómata programable (PLC), o bien a un equipo de señalización de anomalías.
- Control apertura de puertas. Todas las puertas dispondrán de un final de carrera debidamente cableado y conectado al módulo de control.
- Módulos de ubicación de la aparamenta. Se utilizarán módulos de doble aislamiento homologados para la ubicación de todos los elementos de protección descritos, consiguiendo una protección global IP-55.
- Entradas de conductores. Los conductores (mangueras multipolares) se introducirán a los módulos de doble aislamiento mediante prensaestopas IP-66, apropiados a su diámetro externo, con el fin de conseguir una estanqueidad total y evitar la entrada de polvo, roedores, ofidios, etc.
- Cableado. Todo el conductor a utilizar en conexiones en el interior del cuadro, tanto para potencia como para maniobra será flexible de 750V, no generadores de humos opacos ni halógenos. Se utilizarán colores normalizados; todas las puntas de conductores dispondrán de terminal de punta y anilla señalizadora.
- Previsión telegestión. Se preverá un espacio para la ubicación de un futuro equipo de telegestión, así como la centralización de las señales de control y maniobra del conjunto de los equipos que se han gestionar.

Esto queda detallado tanto en mediciones como en la documentación gráfica adjunta.

2.8.7.- ALIMENTACIÓN A LOS PUNTOS DE LUZ

Canalizaciones

Al tratarse de una red subterránea se emplearán sistemas y materiales análogos a los de las redes subterráneas de distribución reguladas en la ITC-BT-07. Los cables se dispondrán en canalización enterrada bajo tubo, a una profundidad mínima de 0,4 m del nivel del suelo, medidos desde la cota inferior del tubo, y su diámetro no será inferior a 60 mm. En nuestra instalación todas las canalizaciones son de 90 mm de diámetro.

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

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

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

Se colocará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables de alumbrado exterior, en las condiciones indicadas en planos.

En los cruzamientos de calzadas, la canalización, además de entubada, irá hormigonada y se instalará como mínimo un tubo de reserva.

A fin de hacer completamente registrable la instalación, cada uno de los soportes llevará adosada una arqueta, con tapa de fundición de 40x40 cm.; estas arquetas se ubicarán también en cada uno de los cruces, derivaciones o cambios de dirección.

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

Conductores

Los conductores a emplear en la instalación serán de Cu, tetrapolares, tensión asignada 0,6/1 KV, enterrados bajo tubo, con aislamiento de XLPE.

La sección mínima a emplear en redes subterráneas, incluido el neutro, será de 6 mm². Los empalmes y derivaciones deberán realizarse en cajas de bornes adecuadas, situadas dentro de los soportes de las luminarias, y a una altura mínima de 0,3 m sobre el nivel del suelo o en una arqueta registrable, que garanticen, en ambos casos, la continuidad, el aislamiento y la estanqueidad del conductor.

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

Se repartirán equitativamente los distintos puntos de luz entre las distintas fases, para conseguir el mayor equilibrado posible entre fases.

2.8.8.- ACOMETIDA A LOS PUNTOS DE LUZ

La instalación de los conductores de alimentación a las lámparas se realizará en Cu, bipolares, tensión asignada 0,6/1 kV, de 2x2,5 mm² de sección como mínimo, protegidos por fusibles calibrados.

2.8.9.- SOPORTES DE LUMINARIAS

Los soportes de las luminarias de alumbrado exterior, se ajustarán a la normativa vigente (en el caso de que sean de acero deberán cumplir el RD 2642/85, RD 401/89 y OM de 16/5/89). Serán de materiales resistentes a las acciones de la intemperie o estarán debidamente protegidas contra éstas, no debiendo permitir la entrada de agua de lluvia ni la acumulación del agua de condensación. Los soportes, sus anclajes y cimentaciones, se dimensionarán de forma que resistan las solicitaciones mecánicas, particularmente teniendo en cuenta la acción del viento, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5, considerando las luminarias completas instaladas en el soporte. La sujeción a la cimentación se hará mediante placa de base a la que se unirán los pernos anclados en la cimentación, mediante arandela, tuerca y contratuerca.

Los soportes poseen una abertura de dimensiones adecuadas al equipo eléctrico para acceder a los elementos de protección y maniobra. La puerta o trampilla será de grado de protección IP 44 según UNE 20.324 (EN 60529) e IK10 según UNE 50.102. La puerta o trampilla solamente se podrá abrir mediante el empleo de útiles especiales y dispondrá de un borne de tierra.

En la instalación eléctrica en el interior de los soportes, se deberán respetar los siguientes aspectos:

- Los conductores serán de cobre, de sección mínima de 2,5 mm^2 y de tensión asignada 0,6/1KV, como mínimo; no existirán empalmes en el interior de los soportes.
- En los puntos de entrada de los cables al interior de los soportes, los cables tendrán una protección suplementaria de material aislante mediante la prolongación del tubo u otro sistema que lo garantice.
- La conexión a los terminales, estará hecha de forma que no ejerza sobre los conductores ningún esfuerzo de tracción. Para las conexiones de los conductores de la red con los del soporte, se utilizarán elementos de derivación que contendrán los bornes apropiados, en número tipo, así como los elementos de protección necesarios para el punto de luz.

2.8.10.- LUMINARIAS

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

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

Cada punto de luz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0,90. Las luminarias cumplen con este requisito de fábrica.

La descripción exacta del tipo de luminaria y sus características se especifican en correspondiente apartado de la presente memoria y en el Anexo de Cálculo.

2.8.11.- PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

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

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

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

- Instalación de luminarias Clase I o Clase II. Cuando las luminarias sean de Clase I, como es el caso que nos ocupa, estarán conectadas al punto de puesta a tierra, mediante cable unipolar aislado de tensión asignada 450/750 V con recubrimiento de color verde-amarillo y sección mínima 2,5 mm² en cobre.
- Ubicación del circuito eléctrico enterrado bajo tubo en una zanja practicada al efecto, con el fin de resultar imposible un contacto fortuito con las manos por parte de las personas que habitualmente circulan por el acerado.
- Aislamiento de todos los conductores, con el fin de recubrir las partes activas de la instalación.
- Alojamiento de los sistemas de protección y control de la red eléctrica, así como todas las conexiones pertinentes, en cajas o cuadros eléctricos aislantes, los cuales necesitarán de útiles especiales para proceder a su apertura.
- Las partes metálicas accesibles de los soportes de luminarias y del cuadro de protección, medida y control estarán conectadas a tierra, así como las partes metálicas de los kioskos, marquesinas, cabinas telefónicas, paneles de anuncios y demás elementos de mobiliario urbano, que estén a una distancia inferior a 2 m de las partes metálicas de la instalación de alumbrado exterior y que sean susceptibles de ser tocadas simultáneamente.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto. La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ohm. También se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ohm y a 1 Ohm, respectivamente. En cualquier caso, la máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc).

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control. En las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea. Dado el diseño de los circuitos y el número de luminarias que compone cada uno de ellos, será necesario disponer 3 picas por cada circuito existente. Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

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

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

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

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

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

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

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

Tensión nominal de la instalación (V)		Tensión soportada a impulsos 1,2/50 (kV)			
Sistemas III	Sistemas II	Cat. IV	Cat. III	Cat. II	Cat. I
230/400	230	6	4	2,5	1,5

Categoría I: Equipos muy sensibles a sobretensiones destinados a conectarse a una instalación fija (equipos electrónicos, etc).

Categoría II: Equipos destinados a conectarse a una instalación fija (electrodomésticos y equipos similares).

Categoría III: Equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija (armarios, embarrados, protecciones, canalizaciones, etc).

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

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

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

2.8.12.- PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN

La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación.

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que parten del mismo cuadro de protección, medida y control.

La puesta a tierra de la instalación se realizará mediante cables de tensión asignada 450/750V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre de 16 mm2 incorporados en el mismo tubo que los conductores activos del circuito correspondiente, e irán uniendo los distintos electrodos de la red. La instalación de las picas de tierra deberá realizarse en el primer y último soporte de cada línea y cada 5 soportes de luminarias. El esquema de puesta a tierra puede comprobarse en el plano de puesta a tierra adjunto.

2.8.13.- OBRA CIVIL

Realización de las obras y trabajos en tierra, en fábrica o albañilería (zanjas, canalizaciones, arquetas, cimentaciones, etc.) necesarias para la instalación de los puntos de luz y tendido de los circuitos de alimentación:

- Zanjas en tierra/berma: De 0,40 m. de ancho y 0,70 m. de profundidad, incluyendo 1-2-3 tubos (según tramo) de PVC de 90 mm. de diámetro. En la documentación gráfica adjunta se puede comprobar el número de tubos por cada tramo.
- Zanjas en calzada de asfalto: De 0,40 m de ancho y 0,80 m de profundidad, incluyendo 1-2-3 tubos (según tramo) de PVC de 90 mm. de diámetro. En la documentación gráfica adjunta se puede comprobar el número de tubos por cada tramo.
- La construcción de zanjas incluye la excavación y acondicionamiento del suelo, montaje de tubo de PE, relleno de tierra y apisonado, con traslado de tierra sobrante a vertedero. En caso de zanjas sobre pavimentos de asfalto u hormigón o aceras, se incluye siempre la reposición de los mismos. En caso de zanjas en cruce de calzada, incluye el relleno con HM-20/B/20/I
- Arquetas de paso, derivación o toma de tierra: serán prefabricadas de 0,50 x 0,50 x 0,70 m. de medidas interiores, con tapa de fundición.
- Arquetas de cruce de calzada: serán prefabricadas de 0,70 x 0,70 x 0,90 m. de medidas interiores con tapa de fundición. La construcción de arquetas incluye la excavación y acondicionamiento del suelo, la correspondiente arqueta con las entradas de canalizaciones, y traslado de tierras sobrantes a vertedero.
- Cimentaciones de columnas: Las dimensiones del dado de hormigón tipo HM-20/B/20/I, serán 0,60 x 0,60 x 0,95 m para las columnas de 10 m, y 0,75 x 0,75 x 1,20 para los báculos de 12 m. La construcción de la cimentación incluye la excavación, así como el montaje de todos los elementos necesarios para la acometida eléctrica y pernos de fijación de báculo.

2.8.14.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

Fórmulas

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

I = Pc / 1,732 x U x Cosj x R = amp (A)

e = (L x Pc / k x U x n x S x R) + (L x Pc x Xu x Senj / 1000 x U x n x R x Cosj) = voltios (V)

Sistema Monofásico:

I = Pc / U x Cosj x R = amp (A)

e = (2 x L x Pc / k x U x n x S x R) + (2 x L x Pc x Xu x Senj / 1000 x U x n x R x Cosj) = voltios (V)

En donde:

Pc = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm².

Cos j = Coseno de fi. Factor de potencia.

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = Nº de conductores por fase.

Xu = Reactancia por unidad de longitud en mW/m.

Fórmula Conductividad Eléctrica

K = 1/r

$r = r_{20}[1+a\ (T-20)]$

$T = T_0 + [(T_{max}-T_0)\ (I/I_{max})^2]$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

r = Resistividad del conductor a la temperatura T.

r_{20} = Resistividad del conductor a 20ºC.

Cu = 0.017241 ohmiosxmm²/m

Al = 0.028264 ohmiosxmm²/m

a = Coeficiente de temperatura:

Cu = 0.003929

Al = 0.004032

T = Temperatura del conductor (ºC).

T_0 = Temperatura ambiente (ºC):

Cables enterrados = 25ºC

Cables al aire = 40ºC

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (ºC):

XLPE, EPR = 90ºC

PVC = 70ºC

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

Ib < In < Iz

I2 < 1,45 Iz

Donde:

Ib: intensidad utilizada en el circuito.

Iz: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

In: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, In es la intensidad de regulación escogida.

I2: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 In como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

Fórmulas compensación energía reactiva

cosØ = P/Ö(P²+ Q²).

tgØ = Q/P.

Qc = Px(tgØ1-tgØ2).

C = Qcx1000/U²xw; (Monofásico - Trifásico conexión estrella).

C = Qcx1000/3xU²xw; (Trifásico conexión triángulo).

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

Ø1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

Ø2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

w = 2xPixf ; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F); cx1000000(µF).

Fórmulas Cortocircuito

* IpccI = Ct U / Ö3 Zt

Siendo,

IpccI: intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

Ct: Coeficiente de tensión.

U: Tensión trifásica en V.

Zt: Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

* IpccF = Ct U_F / 2 Zt

Siendo,

IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

Ct: Coeficiente de tensión.

U_F: Tensión monofásica en V.

Zt: Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Zt = (Rt^2 + Xt^2)^{1/2}$$

Siendo,

Rt: $R_1 + R_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt: $X_1 + X_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n$ (mohm)

$X = Xu \cdot L / n$ (mohm)

R: Resistencia de la línea en mohm.

X: Reactancia de la línea en mohm.

L: Longitud de la línea en m.

C_R: Coeficiente de resistividad.

K: Conductividad del metal.

S: Sección de la línea en mm².

Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: nº de conductores por fase.

* tmcicc = Cc · S² / IpccF²

Siendo,

tmcicc: Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una Ipcc.

Cc= Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S: Sección de la línea en mm².

IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

* tficc = cte. fusible / IpccF²

Siendo,

tficc: tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

IpccF: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

* $Lmax = 0{,}8\ U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1{,}5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (Xu / n \cdot 1000)^2}$

Siendo,

Lmax: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

U_F: Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor (mm²)

Xu: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: nº de conductores por fase

Ct= 0,8: Es el coeficiente de tensión.

C_R = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.

I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

* Curva válida.(Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B IMAG = 5 In

CURVA C IMAG = 10 In

CURVA D Y MA IMAG = 20 In

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$smax = Ipcc^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot Wy \cdot n)$$

Siendo,

smax: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)

Ipcc: Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: nº de pletinas por fase

Wy: Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)

sadm: Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por solicitación térmica en cortocircuito

$$Icccs = Kc \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{tcc})$$

Siendo,

Ipcc: Intensidad permanente de c.c. (kA)

Icccs: Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

tcc: Tiempo de duración del cortocircuito (s)

Kc: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

Fórmulas Resistencia Tierra

Placa enterrada

$$Rt = 0,8 \cdot r / P$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

Pica vertical

$$Rt = r / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

Conductor enterrado horizontalmente

$$Rt = 2 \cdot r / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

Asociación en paralelo de varios electrodos

$$Rt = 1 / (Lc/2r + Lp/r + P/0,8r)$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

Lc: Longitud total del conductor (m)

Lp: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

A continuación, se muestran los datos considerados y resultados obtenidos en el diseño del Cuadro de Mando y Protección.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

CIRCUITO 1	1162 W
CIRCUITO 2	660 W
CIRCUITO 3	980 W
CIRCUITO 4	660 W
RELOJ ASTRONÓMICO	100 W
ALUMBRADO CMP	24 W
TOMA UV CUADRO	200 W
PREVISIÓN P. BUS	232 W
TOTAL....	4018 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 3718
- Potencia Instalada Fuerza (W): 300
- Potencia Máxima Admisible (W)_Cosfi 0.8: 13856
- Potencia Máxima Admisible (W)_Cosfi 1: 17320

Cálculo de la ACOMETIDA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 20 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 4018 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

4018 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=4018/1,732x400x0.8=7.25 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: XZ1 Eca

I.ad. a 25°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 26.05

e(parcial)=20x4018/56.65x400x6=0.59 V.=0.15 %

e(total)=0.15% ADMIS (2% MAX.)

Cálculo de la DERIVACIÓN INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 4018 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

4018 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=4018/1,732x400x0.8=7.25 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 25°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 26.76

e(parcial)=0.3x4018/56.5x400x6=0.01 V.=0 %

e(total)=0% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: CIRCUITO 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 475 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1162 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

1162 W.

I=1162/1,732x400x0.9=1.86 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 25°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 90 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 25.07

e(parcial)=475x1162/56.87x400x6=4.04 V.=1.01 %

e(total)=1.01% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: CIRCUITO 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 657 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 660 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44): 660 W.

I=660/1,732x400x0.9=1.06 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 25°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 90 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 25.02

e(parcial)=657x660/56.88x400x6=3.18 V.=0.79 %

e(total)=0.8% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: CIRCUITO 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 460 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 980 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

980 W.

I=980/1,732x400x0.9=1.57 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 25°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 90 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 25.05

e(parcial)=460x980/56.87x400x6=3.3 V.=0.83 %

e(total)=0.83% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: CIRCUITO 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 647 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 660 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

660 W.

I=660/1,732x400x0.9=1.06 A.

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 25°C (Fc=1) 57 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 90 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 25.02

e(parcial)=647x660/56.88x400x6=3.13 V.=0.78 %

e(total)=0.78% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: RELOJ ASTRONÓMICO

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: 100 W.

I=100/230x0.8=0.54 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 14.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 40.04

e(parcial)=2x1x100/53.77x230x1.5=0.01 V.=0 %

e(total)=0.01% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 224 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

224 W.(Coef. de Simult.: 1)

I=224/230x0.8=1.22 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 40.07

e(parcial)=2x0.3x224/53.76x230x4=0 V.=0 %

e(total)=0% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: ALUMBRADO CMP

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 1 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 24 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

24 W.

I=24/230x1=0.1 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 14.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 40

e(parcial)=2x1x24/53.78x230x1.5=0 V.=0 %

e(total)=0% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: TOMA UV CUADRO

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 1 m; Cos j: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 200 W.

- Potencia de cálculo: 200 W.

I=200/230x0.8=1.09 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 40.09

e(parcial)=2x1x200/53.76x230x2.5=0.01 V.=0.01 %

e(total)=0.01% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: PREVISIÓN P. BUS

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 232 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

232 W.

I=232/230x1=1.01 A.

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: H07Z1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1

I.ad. a 40°C (Fc=1) 14.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (ºC): 40.15

e(parcial)=2x10x232/53.75x230x1.5=0.25 V.=0.11 %

e(total)=0.11% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
ACOMETIDA	4018	20	4x6Cu	7.25	57	0.15	0.15	50
DERIVACION IND.	4018	0.3	4x6+TTx6Cu	7.25	44	0	0	50
CIRCUITO 1	1162	475	4x6+TTx16Cu	1.86	57	1.01	1.01	90
CIRCUITO 2	660	657	4x6+TTx16Cu	1.06	57	0.79	0.8	90
CIRCUITO 3	980	460	4x6+TTx16Cu	1.57	57	0.83	0.83	90
CIRCUITO 4	660	647	4x6+TTx16Cu	1.06	57	0.78	0.78	90
RELOJ ASTRONÓMICO	100	1	2x1.5+TTx1.5Cu	0.54	14.5	0	0.01	16
	224	0.3	2x4Cu	1.22	26	0	0	16
ALUMBRADO CMP	24	1	2x1.5+TTx1.5Cu	0.1	14.5	0	0	16
TOMA UV CUADRO	200	1	2x2.5+TTx2.5Cu	1.09	20	0.01	0.01	20
PREVISIÓN P. BUS								

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm²)	Ipccl (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
DERIVACION IND.	0.3	4x6+TTx6Cu	12	15	5066.37				25;C
CIRCUITO 1	475	4x6+TTx16Cu	11.25	15	47	333.27			10;C
CIRCUITO 2	657	4x6+TTx16Cu	11.25	15	34.06	634.52			10;C
CIRCUITO 3	460	4x6+TTx16Cu	11.25	15	48.52	312.73			10;C
CIRCUITO 4	647	4x6+TTx16Cu	11.25	15	34.58	615.47			10;C
RELOJ ASTRONÓMICO	1	2x1.5+TTx1.5Cu	11.25	15	2903.63				10;C
ALUMBRADO CMP	1	2x1.5+TTx1.5Cu	10.39	15	2768.37				10;C
TOMA UV CUADRO									
PREVISIÓN P. BUS									

CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.

- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se puede constituir con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm²	30 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm²	
Picas verticales de Cobre	14 mm	
de Acero recubierto Cu	14 mm	8 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm	
Ud. Placa enterrada de Cu espesor	2 mm	3 m. de lado ó
de Hierro galvan. esp.	2.5 mm	3 placas
		cuadr 1m. de lado

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 20 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

CÁLCULO DETALLADO DE CIRCUITOS DE ALUMBRADO EXTERIOR

A continuación, se muestra el cálculo detallado de la red de alumbrado público, considerando el trazado real de cada circuito.

Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230

C.d.t. máx.(%): 3

fdp : 0,9

Temperatura cálculo conductividad eléctrica (ºC):

- XLPE, EPR: 20

- PVC: 20

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(m□/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	61	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,37			4x6	57/1	90
2	2	3	9	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,17			4x6	57/1	90
3	3	4	9	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,17			4x6	57/1	90
4	4	5	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,17			4x6	57/1	90
5	5	6	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97			4x6	57/1	90
6	6	7	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,97			4x6	57/1	90
7	7	9	57	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,87			4x6	57/1	90
9	9	10	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,78			4x6	57/1	90
10	10	11	10	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,78			4x6	57/1	90
11	11	12	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,53			4x6	57/1	90
12	12	13	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28			4x6	57/1	90
13	13	14	24	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28			4x6	57/1	90
14	14	15	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28			4x6	57/1	90
15	15	16	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,19			4x6	57/1	90
16	16	17	33	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,19			4x6	57/1	90
17	17	18	35	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,09			4x6	57/1	90
18	18	19	25	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 2 Unp.	0,28			2x6	70/1	90
19	1	20	66	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,07			4x6	57/1	90
20	20	21	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,07			4x6	57/1	90
21	21	22	12	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,86			4x6	57/1	90
22	22	23	9	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,86			4x6	57/1	90
23	23	24	12	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,66			4x6	57/1	90
24	24	25	7	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,66			4x6	57/1	90
25	25	26	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,46			4x6	57/1	90
26	26	27	54	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,26			4x6	57/1	90
27	27	28	29	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,16			4x6	57/1	90
28	28	29	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,16			4x6	57/1	90
29	29	30	14	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,91			4x6	57/1	90
30	30	31	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,66			4x6	57/1	90
31	31	32	26	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,66			4x6	57/1	90
32	32	33	11	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,66			4x6	57/1	90
33	33	34	28	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,57			4x6	57/1	90
34	34	35	30	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,19			4x6	57/1	90
35	35	36	23	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,09			4x6	57/1	90
36	36	37	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,09			4x6	57/1	90
37	37	38	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,09			4x6	57/1	90
38	38	39	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,09			4x6	57/1	90
38	1	40	58	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
39	40	41	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
40	41	42	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(m□/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
41	42	43	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
42	43	44	53	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
43	44	45	42	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
44	45	46	27	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
45	46	47	28	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
46	47	48	32	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28			4x6	57/1	90
47	48	49	28	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,19			4x6	57/1	90
48	49	50	37	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,19			4x6	57/1	90
49	50	51	60	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,09			4x6	57/1	90
50	47	52	11	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,78			4x6	57/1	90
51	52	53	23	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,53			4x6	57/1	90
52	53	54	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28			4x6	57/1	90
53	54	55	55	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28			4x6	57/1	90
54	55	56	60	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,19			4x6	57/1	90
55	56	57	29	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,09			4x6	57/1	90
56	57	58	29	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,09			4x6	57/1	90
57	1	59	68	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
58	59	60	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
59	60	61	16	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
60	61	62	18	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
61	62	63	12	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
62	63	64	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
63	64	65	50	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
64	65	66	28	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
65	66	67	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
66	67	68	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
67	68	69	23	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,06			4x6	57/1	90
68	69	70	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28			4x6	57/1	90
69	70	71	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,19			4x6	57/1	90
70	71	72	24	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,19			4x6	57/1	90
71	72	73	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,19			4x6	57/1	90
72	73	74	36	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,09			4x6	57/1	90
73	74	75	22	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,09			4x6	57/1	90
74	69	76	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,78			4x6	57/1	90
75	76	77	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,53			4x6	57/1	90
76	77	78	10	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,53			4x6	57/1	90
77	78	79	15	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28			4x6	57/1	90
78	79	80	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,28			4x6	57/1	90
79	80	81	60	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,19			4x6	57/1	90
80	81	82	45	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,09			4x6	57/1	90
81	82	83	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,09			4x6	57/1	90
82	34	84	46	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K Eca 3 Unp.	0,38			4x1,5	17,5/1	16

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0	400	0	(3.462 W)
2	-0,388	399,612	0,097	(-126 W)
3	-0,436	399,564	0,109	(0 W)
4	-0,485	399,515	0,121	(0 W)
5	-0,588	399,412	0,147	(-126 W)
6	-0,66	399,34	0,165	(0 W)
7	-0,731	399,269	0,183	(-58 W)
9	-0,962	399,038	0,241	(-58 W)
10	-1,038	398,962	0,26	(0 W)
11	-1,074	398,926	0,269	(-156 W)
12	-1,121	398,879	0,28	(-156 W)
13	-1,145	398,855	0,286	(0 W)
14	-1,176	398,824	0,294	(0 W)
15	-1,205	398,795	0,301	(-58 W)
16	-1,227	398,773	0,307	(0 W)

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
17	-1,255	398,745	0,314	(-58 W)
18	-1,27	398,73	0,318	(0 W)
19	-0,771	229,229	0,335	(-58 W)
20	-0,632	399,367	0,158	(0 W)
21	-0,824	399,176	0,206	(-126 W)
22	-0,928	399,072	0,232	(0 W)
23	-1,006	398,994	0,251	(-126 W)
24	-1,098	398,902	0,275	(0 W)
25	-1,152	398,848	0,288	(-126 W)
26	-1,261	398,739	0,315	(-126 W)
27	-1,576	398,424	0,394	(-58 W)
28	-1,732	398,268	0,433	(0 W)
29	-1,851	398,149	0,463	(-156 W)
30	-1,91	398,09	0,478	(-156 W)
31	-1,95	398,05	0,488	(0 W)
32	-2,031	397,969	0,508	(0 W)
33	-2,064	397,936	0,516	(-58 W)
34	-2,139	397,861	0,535	(0 W)
35	-2,164	397,836	0,541	(-58 W)
36	-2,174	397,826	0,544	(0 W)
37	-2,183	397,817	0,546	(0 W)
38	-2,191	397,809	0,548	(0 W)
39	-2,198	397,802	0,55	(-58 W)
40	-0,285	399,715	0,071	(0 W)
41	-0,363	399,637	0,091	(0 W)
42	-0,467	399,533	0,117	(0 W)
43	-0,54	399,46	0,135	(0 W)
44	-0,8	399,2	0,2	(0 W)
45	-1,007	398,993	0,252	(0 W)

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
46	-1,139	398,861	0,285	(0 W)
47	-1,277	398,723	0,319	(0 W)
48	-1,318	398,682	0,33	(-58 W)
49	-1,342	398,658	0,336	(0 W)
50	-1,374	398,626	0,344	(-58 W)
51	-1,4	398,6	0,35	(-58 W)
52	-1,317	398,683	0,329	(-156 W)
53	-1,373	398,627	0,343	(-156 W)
54	-1,396	398,604	0,349	(0 W)
55	-1,468	398,532	0,367	(-58 W)
56	-1,519	398,481	0,38	(-58 W)
57	-1,532	398,468	0,383	(0 W)
58	-1,544	398,456	0,386	(-58 W)
59	-0,334	399,666	0,083	(0 W)
60	-0,437	399,563	0,109	(0 W)
61	-0,516	399,484	0,129	(0 W)
62	-0,604	399,396	0,151	(0 W)
63	-0,663	399,337	0,166	(0 W)
64	-0,746	399,254	0,187	(0 W)
65	-0,992	399,008	0,248	(0 W)
66	-1,129	398,871	0,282	(0 W)
67	-1,228	398,772	0,307	(0 W)
68	-1,301	398,699	0,325	(0 W)
69	-1,414	398,586	0,354	(0 W)
70	-1,436	398,564	0,359	(-58 W)
71	-1,453	398,547	0,363	(0 W)
72	-1,473	398,527	0,368	(0 W)
73	-1,492	398,508	0,373	(-58 W)
74	-1,507	398,493	0,377	(0 W)

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
75	-1,517	398,483	0,379	(-58 W)
76	-1,461	398,539	0,365	(-156 W)
77	-1,493	398,507	0,373	(0 W)
78	-1,518	398,482	0,379	(-156 W)
79	-1,537	398,463	0,384	(0 W)
80	-1,564	398,436	0,391	(-58 W)
81	-1,616	398,384	0,404	(-58 W)
82	-1,636	398,364	0,409	(0 W)
83	-1,643	398,357	0,411	(-58 W)
84	-2,467	397,533	0,617*	(-240 W)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-5-6-7-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19 = 0.34 %

1-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39 = 0.55 %

1-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51 = 0.35 %

1-40-41-42-43-44-45-46-47-52-53-54-55-56-57-58 = 0.39 %

1-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75 = 0.38 %

1-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-76-77-78-79-80-81-82-83 = 0.41 %

1-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-84 = 0.62 %

3.- PASATUBO EN LAS GLORIETAS

En previsión de que se decida en el futuro realizar algún tipo de plantación vegetal en las isletas de las glorietas proyectadas, se va a dejar preparado un pasatubo bajo los carriles de las mismas.

En ambos casos, la conducción es de PVC de 200 mm de diámetro. A ambos lados de la misma se instalará una arqueta, realizada con fábrica de ladrillo y con tapa de fundición dúctil.

Los pasatubos y las arquetas se encuentran definidas en el plano 2.15.2.

4.- APÉNDICE Nº 1. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS DEL ALUMBRADO VIARIO

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Ilumi. Rotondas Almendral
Portada del proyecto 1
Índice 2
Lista de luminarias 4
FAEL 45416 CHALLENGE CITY 16 XHP70 800mA AB1
Hoja de datos de luminarias 5
FAEL 45318 CHALLENGE CITY 16 LX-M 650mA AB1
Hoja de datos de luminarias 6
FAEL 45365 CHAL CITY 9 LX-M 530mA AB1
Hoja de datos de luminarias 7
Escena Rotonda 2 - Peq.
Datos de planificación 8
Lista de luminarias 9
Rendering (procesado) en 3D 10
Rendering (procesado) de colores falsos 11
Superficies exteriores
Trama de cálculo 1
Resumen 12
Gráfico de valores (E, perpendicular) 13
Tabla radial (E, perpendicular) 14
Valores de punto (E, perpendicular) 15
Observador GR
Observador GR 1
Resumen 20
Observador GR 2
Resumen 21
Escena Rotonda 1- Grande
Datos de planificación 22
Lista de luminarias 23
Rendering (procesado) en 3D 24
Rendering (procesado) de colores falsos 25
Superficies exteriores
Trama de cálculo 1
Resumen 26
Gráfico de valores (E, perpendicular) 27
Tabla radial (E, perpendicular) 28
Valores de punto (E, perpendicular) 30
Observador GR
Observador GR 1
Resumen 35
Observador GR 2
Resumen 36
VIAL TIPO
Datos de planificación 37
Lista de luminarias 38
Resultados luminotécnicos 39
Rendering (procesado) en 3D 41
Recuadros de evaluación
Recuadro de evaluación Camino peatonal 1
Sumario de los resultados 42
Isolíneas (E) 43
Recuadro de evaluación Calzada 1
Sumario de los resultados 44
Isolíneas (E) 45

Ilumi. Rotondas Almendral DIALux
30.10.2017

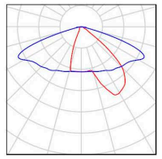
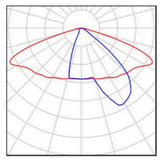
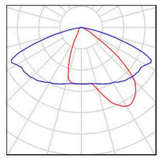
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Observador
Observador 1
Isolíneas (L) 46
Observador 2
Isolíneas (L) 47
Recuadro de evaluación Camino peatonal 2
Sumario de los resultados 48
Isolíneas (E) 49

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Ilumi. Rotondas Almendral / Lista de luminarias

6 Pieza	FAEL 45318 CHALLENGE CITY 16 LX-M 650mA AB1 N° de artículo: 45318 Flujo luminoso (Luminaria): 15159 lm Flujo luminoso (Lámparas): 15159 lm Potencia de las luminarias: 126.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 44 81 98 100 100 Lámpara: 1 x LED (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.	
7 Pieza	FAEL 45365 CHAL CITY 9 LX-M 530mA AB1 N° de artículo: 45365 Flujo luminoso (Luminaria): 7000 lm Flujo luminoso (Lámparas): 7000 lm Potencia de las luminarias: 58.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 44 81 98 100 100 Lámpara: 1 x PROXICITY009 (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.	
8 Pieza	FAEL 45416 CHALLENGE CITY 16 XHP70 800mA AB1 N° de artículo: 45416 Flujo luminoso (Luminaria): 19699 lm Flujo luminoso (Lámparas): 19699 lm Potencia de las luminarias: 150.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 43 79 98 100 100 Lámpara: 1 x LED (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.	

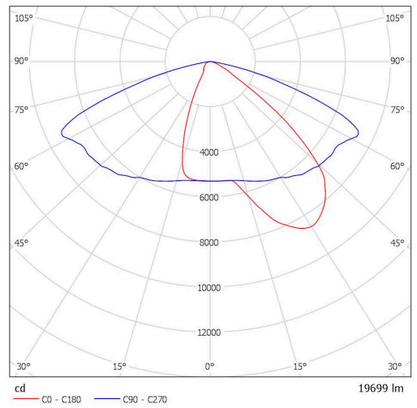
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

FAEL 45416 CHALLENGE CITY 16 XHP70 800mA AB1 / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 43 79 98 100 100

Emisión de luz 1:



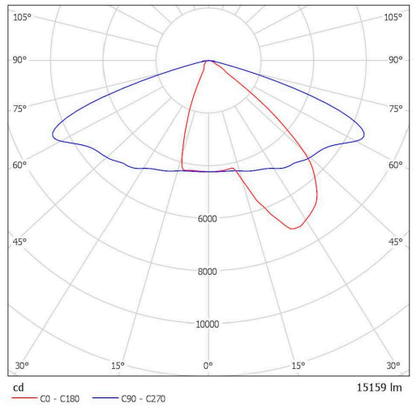
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

FAEL 45318 CHALLENGE CITY 16 LX-M 650mA AB1 / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 44 81 98 100 100

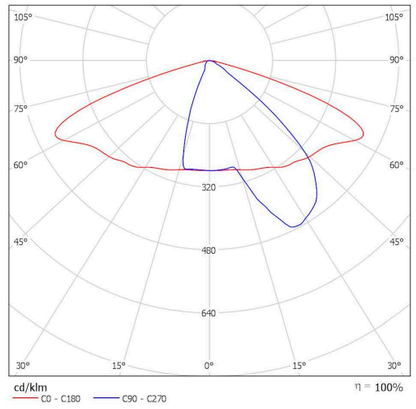
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

FAEL 45365 CHAL CITY 9 LX-M 530mA AB1 / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:

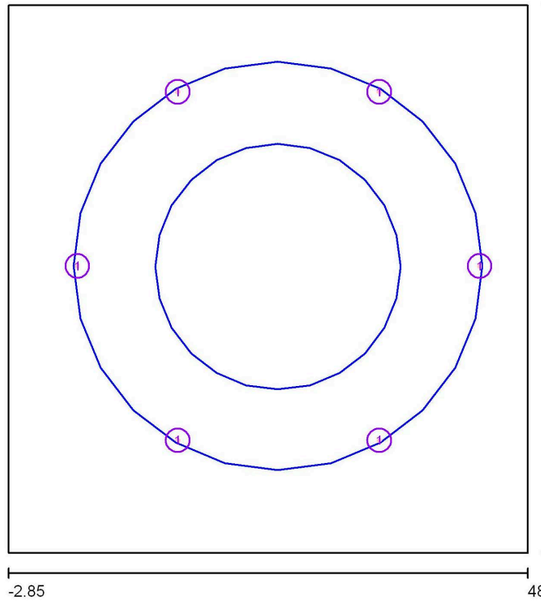


Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 44 81 98 100 100

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

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 2 - Peq. / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.89, ULR (Upward Light Ratio): 0.0% Escala 1:498

Lista de piezas - Luminarias

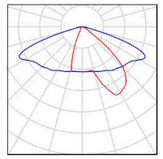
N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	FAEL 45318 CHALLENGE CITY 16 LX-M 650mA AB1 (1.000)	15159	15159	126.0
			Total: 90956	Total: 90956	756.0

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 2 - Peq. / Lista de luminarias

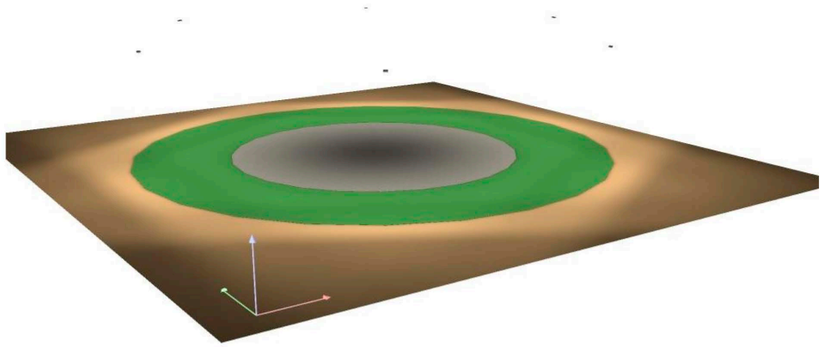
6 Pieza FAEL 45318 CHALLENGE CITY 16 LX-M 650mA AB1
N° de artículo: 45318
Flujo luminoso (Luminaria): 15159 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 15159 lm
Potencia de las luminarias: 126.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 44 81 98 100 100
Lámpara: 1 x LED (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



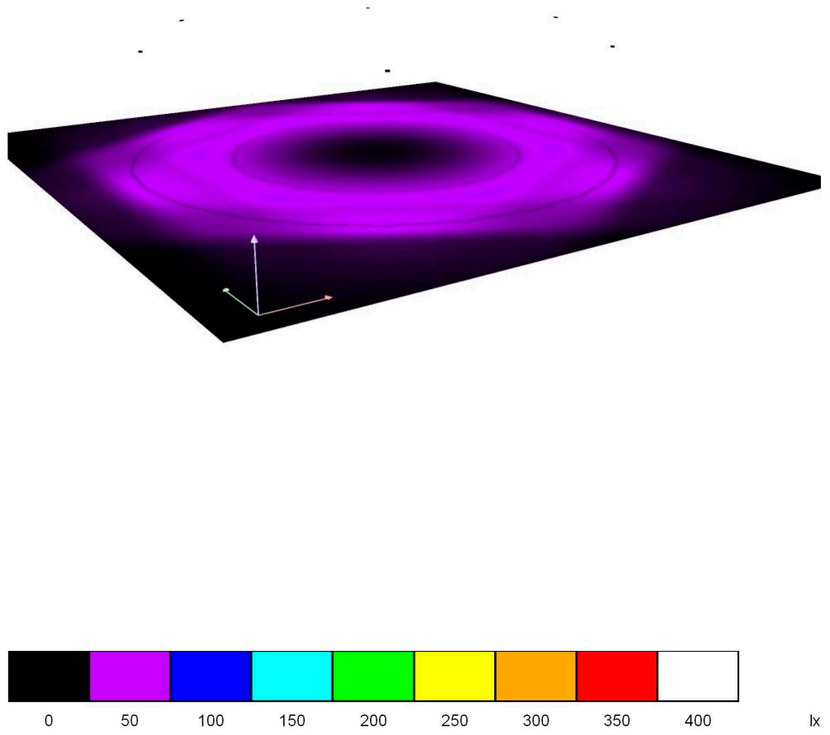
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 2 - Peq. / Rendering (procesado) en 3D



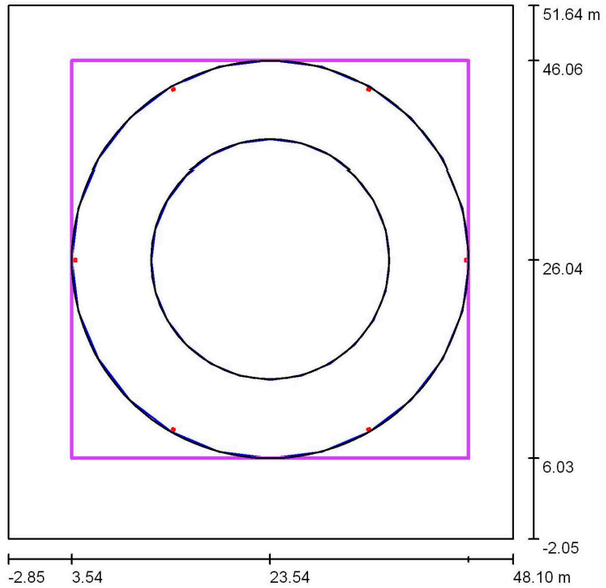
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 2 - Peq. / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 2 - Peq. / Trama de cálculo 1 / Resumen



Escala 1 : 512

Posición: (23.541 m, 26.044 m, 0.100 m)
Tamaño: (40.000 m, 40.022 m)
Rotación: (0.0°, 0.0°, 0.0°)
Tipo: Radial, Trama: 18 x 5 Puntos

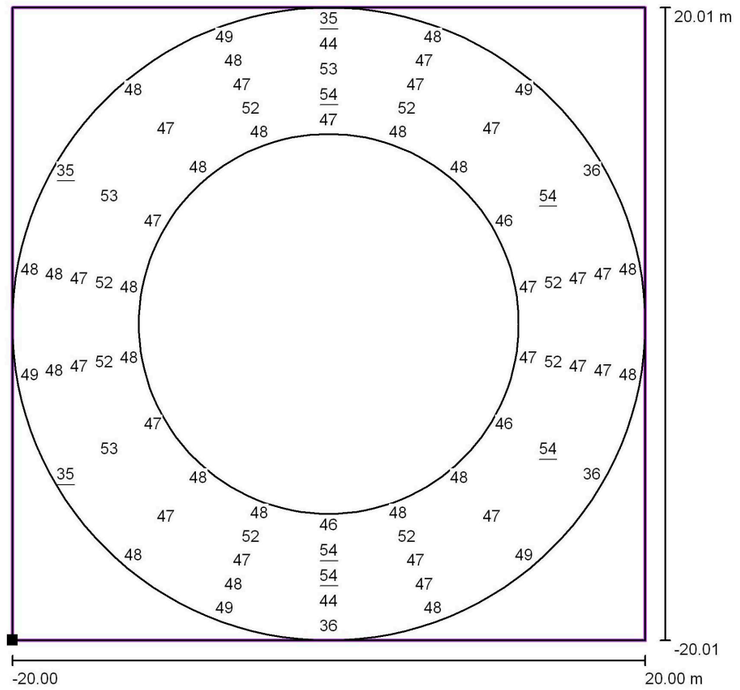
Sumario de los resultados

N°	Tipo	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}	$E_{h\,m}/E_m$	H [m]	Cámara
1	perpendicular	48	35	54	0.74	0.65	/	0.000	/

$E_{h\,m}/E_m$ = Relación entre la intensidad lumínica central horizontal y vertical, H = Medición altura

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

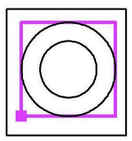
Escena Rotonda 2 - Peq. / Trama de cálculo 1 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 321

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (3.541 m, 6.033 m, 0.100 m)

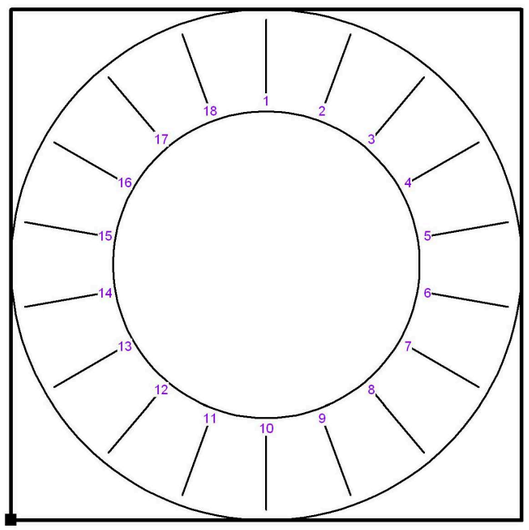


Trama: 18 x 5 Puntos

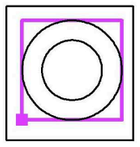
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
48	35	54	0.74	0.65

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 2 - Peq. / Trama de cálculo 1 / Tabla radial (E, perpendicular)



Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (3.541 m, 6.033 m, 0.100 m)



V	35	48	49	36	48	48	36	49	48	36	49	48	35	49	48	35	48	49
IV	44	47	47	44	47	47	45	47	47	44	48	47	44	48	48	43	47	48
III	53	47	47	54	47	47	54	47	47	54	47	47	53	47	47	53	47	47
II	54	52	52	53	52	52	53	52	52	54	52	52	54	52	52	54	52	52
I	47	48	48	46	47	47	46	48	48	46	48	48	47	48	48	47	48	48
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**

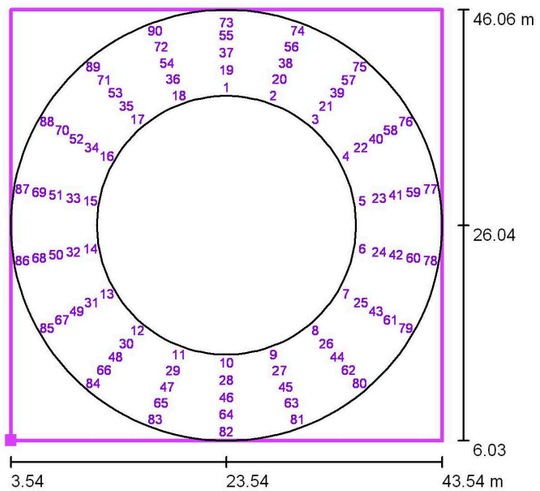
Valores en Lux. Respectivamente de dentro (I) a fuera (V).
Distancia de puntos de trama transversal al sentido de marcha: 1.600 m
Distancia de puntos de trama en sentido de marcha: 4.191 m
La distancia de puntos de trama en sentido de marcha se mide en el canto interior de la pista.

Trama: 18 x 5 Puntos

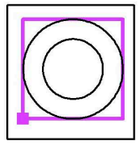
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
48	35	54	0.74	0.65

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 2 - Peq. / Trama de cálculo 1 / Valores de punto (E, perpendicular)



Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (3.541 m, 6.033 m, 0.100 m)



N°	Posición [m] X	Y	Z	Valor [lx]
1	23.541	38.856	0.100	47
2	27.921	38.083	0.100	48
3	31.773	35.858	0.100	48
4	34.630	32.449	0.100	46
5	36.148	28.268	0.100	47

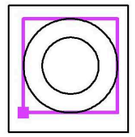
Cantidad Puntos: 90

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
48	35	54	0.74	0.65

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 2 - Peq. / Trama de cálculo 1 / Valores de punto (E, perpendicular)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (3.541 m, 6.033 m, 0.100 m)



N°	Posición [m] X	Y	Z	Valor [lx]
6	36.148	23.821	0.100	47
7	34.630	19.640	0.100	46
8	31.773	16.231	0.100	48
9	27.921	14.006	0.100	48
10	23.541	13.233	0.100	46
11	19.161	14.006	0.100	48
12	15.309	16.231	0.100	48
13	12.452	19.640	0.100	47
14	10.934	23.821	0.100	48
15	10.934	28.268	0.100	48
16	12.452	32.449	0.100	47
17	15.309	35.858	0.100	48
18	19.161	38.083	0.100	48
19	23.541	40.456	0.100	54
20	28.469	39.586	0.100	52
21	32.802	37.083	0.100	52
22	36.016	33.248	0.100	53
23	37.724	28.544	0.100	52
24	37.724	23.544	0.100	52
25	36.016	18.841	0.100	53
26	32.802	15.006	0.100	52
27	28.469	12.503	0.100	52
28	23.541	11.633	0.100	54
29	18.613	12.503	0.100	52
30	14.280	15.006	0.100	52
31	11.066	18.841	0.100	54
32	9.358	23.544	0.100	52

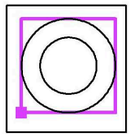
Cantidad Puntos: 90

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
48	35	54	0.74	0.65

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 2 - Peq. / Trama de cálculo 1 / Valores de punto (E, perpendicular)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (3.541 m, 6.033 m, 0.100 m)



N°	Posición [m] X	Y	Z	Valor [lx]
33	9.358	28.544	0.100	52
34	11.066	33.248	0.100	54
35	14.280	37.083	0.100	52
36	18.613	39.586	0.100	52
37	23.541	42.056	0.100	53
38	29.016	41.089	0.100	47
39	33.831	38.308	0.100	47
40	37.402	34.047	0.100	54
41	39.300	28.821	0.100	47
42	39.300	23.268	0.100	47
43	37.402	18.042	0.100	54
44	33.831	13.781	0.100	47
45	29.016	10.999	0.100	47
46	23.541	10.033	0.100	54
47	18.066	10.999	0.100	47
48	13.251	13.781	0.100	47
49	9.680	18.042	0.100	53
50	7.782	23.268	0.100	47
51	7.782	28.821	0.100	47
52	9.680	34.047	0.100	53
53	13.251	38.308	0.100	47
54	18.066	41.089	0.100	47
55	23.541	43.656	0.100	44
56	29.564	42.593	0.100	47
57	34.859	39.533	0.100	47
58	38.788	34.846	0.100	44
59	40.876	29.098	0.100	47

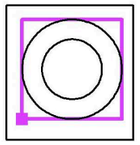
Cantidad Puntos: 90

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
48	35	54	0.74	0.65

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 2 - Peq. / Trama de cálculo 1 / Valores de punto (E, perpendicular)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (3.541 m, 6.033 m, 0.100 m)



N°	Posición [m] X	Y	Z	Valor [lx]
60	40.876	22.991	0.100	47
61	38.788	17.243	0.100	45
62	34.859	12.556	0.100	47
63	29.564	9.496	0.100	47
64	23.541	8.433	0.100	44
65	17.518	9.496	0.100	48
66	12.222	12.556	0.100	47
67	8.293	17.243	0.100	44
68	6.206	22.991	0.100	48
69	6.206	29.098	0.100	48
70	8.293	34.846	0.100	43
71	12.222	39.533	0.100	47
72	17.518	42.593	0.100	48
73	23.541	45.256	0.100	35
74	30.111	44.096	0.100	48
75	35.888	40.759	0.100	49
76	40.174	35.645	0.100	36
77	42.452	29.374	0.100	48
78	42.452	22.715	0.100	48
79	40.174	16.444	0.100	36
80	35.888	11.330	0.100	49
81	30.111	7.993	0.100	48
82	23.541	6.833	0.100	36
83	16.970	7.993	0.100	49
84	11.193	11.330	0.100	48
85	6.907	16.444	0.100	35
86	4.630	22.715	0.100	49

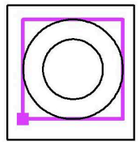
Cantidad Puntos: 90

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
48	35	54	0.74	0.65

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 2 - Peq. / Trama de cálculo 1 / Valores de punto (E, perpendicular)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (3.541 m, 6.033 m, 0.100 m)



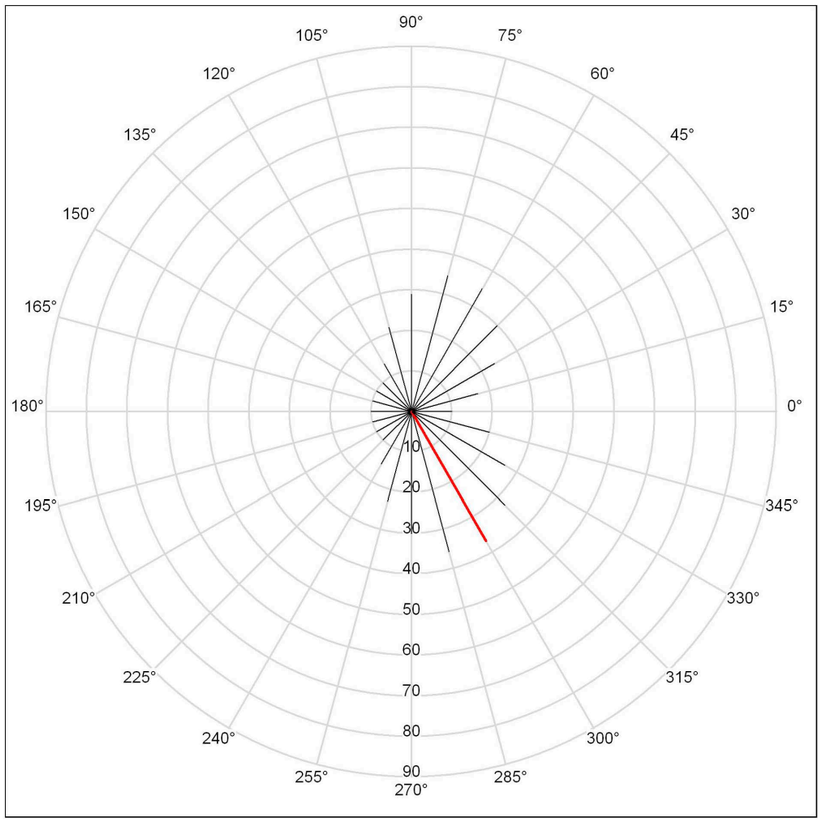
N°	Posición [m] X	Y	Z	Valor [lx]
87	4.630	29.374	0.100	48
88	6.907	35.645	0.100	35
89	11.193	40.759	0.100	48
90	16.970	44.096	0.100	49

Cantidad Puntos: 90

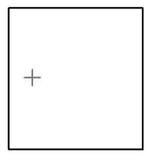
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
48	35	54	0.74	0.65

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 2 - Peq. / Observador GR 1 / Resumen



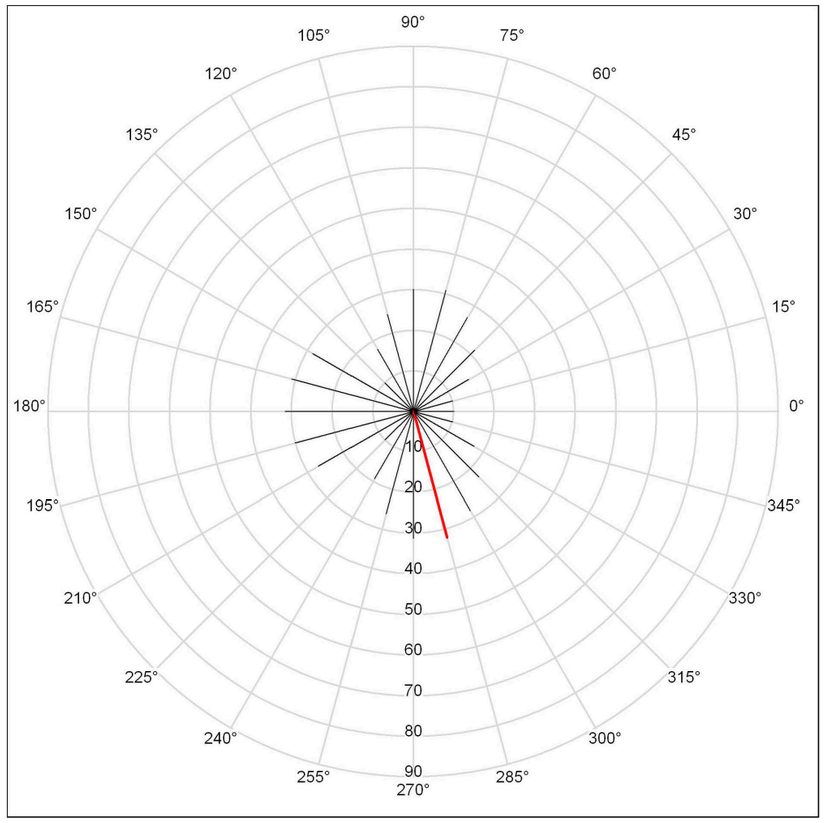
Situación del observador en la escena exterior:



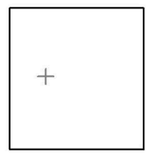
Posición: (6.171 m, 25.249 m, 1.500 m)
Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °
Deslumbramiento: Min: <10, Max: 37
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 2 - Peq. / Observador GR 2 / Resumen



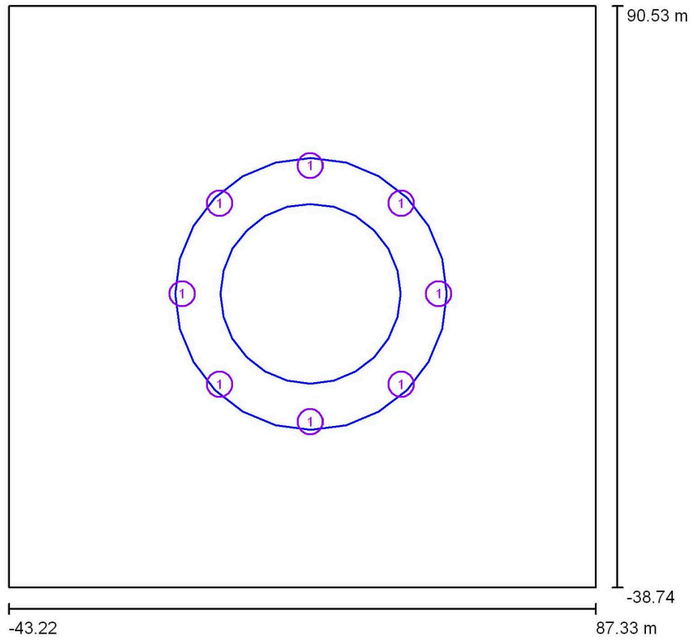
Situación del observador en la escena exterior:



Posición: (10.939 m, 25.636 m, 1.500 m)
Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °
Deslumbramiento: Min: <10, Max: 32
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 1- Grande / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.89, ULR (Upward Light Ratio): 0.0% Escala 1:1199

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	FAEL 45416 CHALLENGE CITY 16 XHP70 800mA AB1 (1.000)	19699	19699	150.0
			Total: 157596	Total: 157596	1200.0

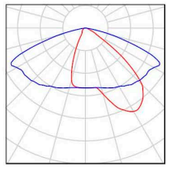
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 1- Grande / Lista de luminarias

8 Pieza

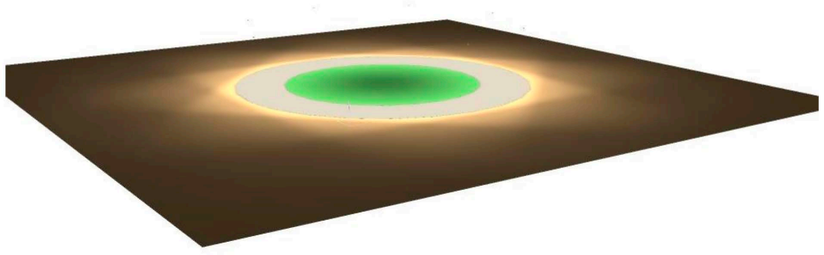
FAEL 45416 CHALLENGE CITY 16 XHP70 800mA AB1
N° de artículo: 45416
Flujo luminoso (Luminaria): 19699 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 19699 lm
Potencia de las luminarias: 150.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 43 79 98 100 100
Lámpara: 1 x LED (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



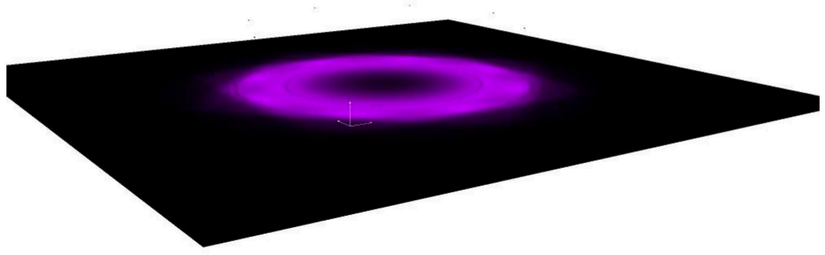
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 1- Grande / Rendering (procesado) en 3D



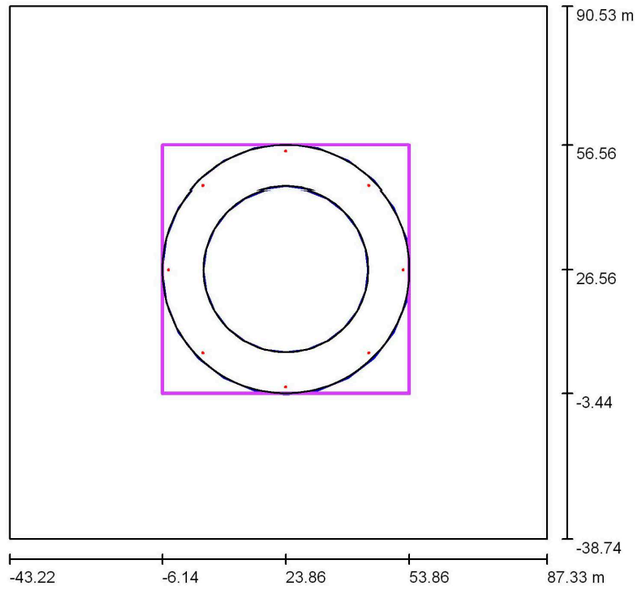
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 1- Grande / Rendering (procesado) de colores falsos



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 1- Grande / Trama de cálculo 1 / Resumen



Escala 1 : 1233

Posición: (23.861 m, 26.562 m, 0.100 m)
Tamaño: (60.000 m, 60.000 m)
Rotación: (0.0°, 0.0°, 0.0°)
Tipo: Radial, Trama: 22 x 5 Puntos

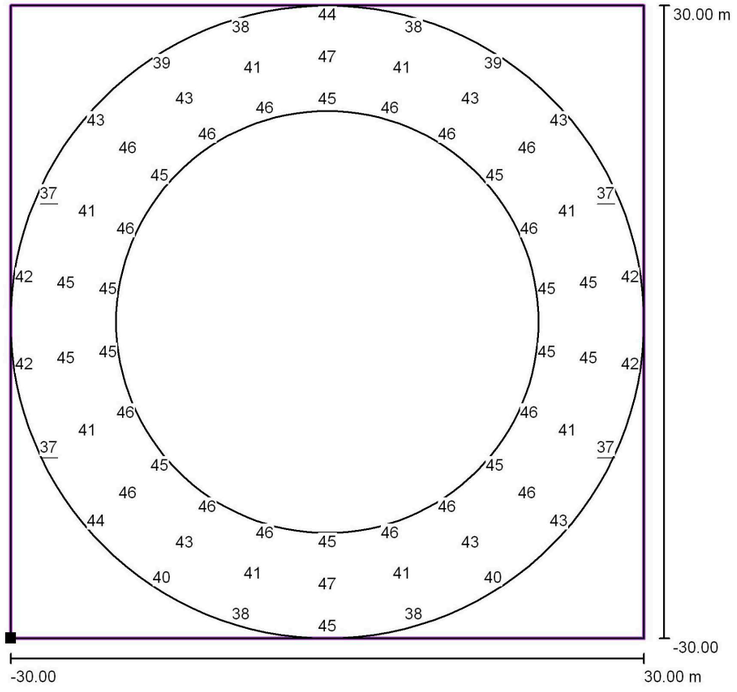
Sumario de los resultados

N°	Tipo	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}	$E_{h\,m}/E_m$	H [m]	Cámara
1	perpendicular	44	37	49	0.84	0.76	/	0.000	/

$E_{h\,m}/E_m$ = Relación entre la intensidad lumínica central horizontal y vertical, H = Medición altura

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

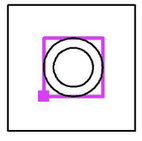
Escena Rotonda 1- Grande / Trama de cálculo 1 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 481

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-6.139 m, -3.438 m, 0.100 m)

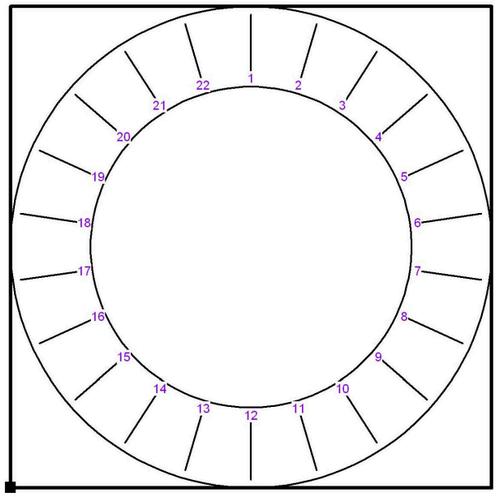


Trama: 22 x 5 Puntos

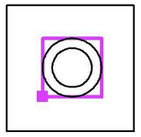
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
44	37	49	0.84	0.76

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 1- Grande / Trama de cálculo 1 / Tabla radial (E, perpendicular)



Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-6.139 m, -3.438 m, 0.100 m)



V	44	38	39	43	37	42	42	37	43	40	38	45	38	40	44	37	42	42
IV	49	40	42	48	38	45	45	38	48	43	40	49	40	43	48	38	45	45
III	47	41	43	46	41	45	45	41	46	43	41	47	41	43	46	41	45	45
II	45	45	45	44	45	44	44	45	45	45	45	45	45	45	45	45	44	45
I	45	46	46	45	46	45	45	46	45	46	46	45	46	46	45	46	45	45
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**

Valores en Lux. Respectivamente de dentro (I) a fuera (V).
Distancia de puntos de trama transversal al sentido de marcha: 2.000 m
Distancia de puntos de trama en sentido de marcha: 5.712 m
La distancia de puntos de trama en sentido de marcha se mide en el canto interior de la pista.

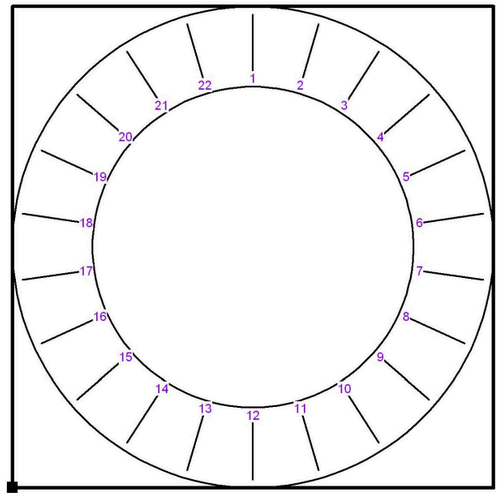
Trama: 22 x 5 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
44	37	49	0.84	0.76

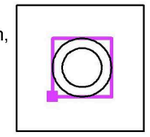
Ilumi. Rotondas Almendral DIALux
30.10.2017

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 1- Grande / Trama de cálculo 1 / Tabla radial (E, perpendicular)



Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-6.139 m, -3.438 m, 0.100 m)



V	37	43	39	38	
IV	38	48	42	40	
III	41	46	43	41	
II	45	44	45	45	
I	46	45	46	46	
	19	**20**	**21**	**22**	

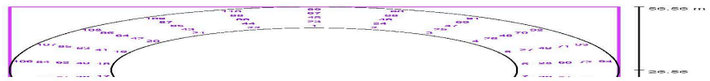
Valores en Lux. Respectivamente de dentro (I) a fuera (V).
Distancia de puntos de trama transversal al sentido de marcha: 2.000 m
Distancia de puntos de trama en sentido de marcha: 5.712 m
La distancia de puntos de trama en sentido de marcha se mide en el canto interior de la pista.

Trama: 22 x 5 Puntos

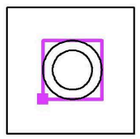
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
44	37	49	0.84	0.76

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 1- Grande / Trama de cálculo 1 / Valores de punto (E, perpendicular)



Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-6.139 m, -3.438 m, 0.100 m)



N°	Posición [m]			Valor [lx]
	X	Y	Z	
1	23.861	47.562	0.100	45
2	29.778	46.711	0.100	46
3	35.215	44.228	0.100	46
4	39.732	40.314	0.100	45
5	42.964	35.285	0.100	46

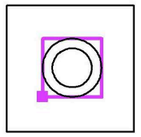
Cantidad Puntos: 110

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
44	37	49	0.84	0.76

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 1- Grande / Trama de cálculo 1 / Valores de punto (E, perpendicular)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-6.139 m, -3.438 m, 0.100 m)



N°	Posición [m] X	Y	Z	Valor [lx]
6	44.648	29.550	0.100	45
7	44.648	23.573	0.100	45
8	42.964	17.838	0.100	46
9	39.732	12.810	0.100	45
10	35.215	8.895	0.100	46
11	29.778	6.412	0.100	46
12	23.861	5.562	0.100	45
13	17.945	6.412	0.100	46
14	12.508	8.895	0.100	46
15	7.991	12.810	0.100	45
16	4.759	17.838	0.100	46
17	3.075	23.573	0.100	45
18	3.075	29.550	0.100	45
19	4.759	35.285	0.100	46
20	7.991	40.314	0.100	45
21	12.508	44.228	0.100	46
22	17.945	46.711	0.100	46
23	23.861	49.562	0.100	45
24	30.341	48.630	0.100	45
25	36.296	45.911	0.100	45
26	41.244	41.623	0.100	44
27	44.783	36.116	0.100	45
28	46.627	29.835	0.100	44
29	46.627	23.288	0.100	44
30	44.783	17.007	0.100	45
31	41.244	11.500	0.100	45
32	36.296	7.213	0.100	45

Cantidad Puntos: 110

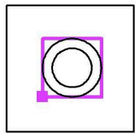
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
44	37	49	0.84	0.76

Ilumi. Rotondas Almendral DIALux
30.10.2017

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 1- Grande / Trama de cálculo 1 / Valores de punto (E, perpendicular)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-6.139 m, -3.438 m, 0.100 m)



N°	Posición [m] X	Y	Z	Valor [lx]
33	30.341	4.493	0.100	45
34	23.861	3.562	0.100	45
35	17.381	4.493	0.100	45
36	11.427	7.213	0.100	45
37	6.479	11.500	0.100	45
38	2.940	17.007	0.100	45
39	1.095	23.288	0.100	44
40	1.095	29.835	0.100	45
41	2.940	36.116	0.100	45
42	6.479	41.623	0.100	44
43	11.427	45.911	0.100	45
44	17.381	48.630	0.100	45
45	23.861	51.562	0.100	47
46	30.905	50.549	0.100	41
47	37.377	47.593	0.100	43
48	42.755	42.933	0.100	46
49	46.602	36.947	0.100	41
50	48.607	30.120	0.100	45
51	48.607	23.004	0.100	45
52	46.602	16.176	0.100	41
53	42.755	10.190	0.100	46
54	37.377	5.530	0.100	43
55	30.905	2.574	0.100	41
56	23.861	1.562	0.100	47
57	16.818	2.574	0.100	41
58	10.345	5.530	0.100	43
59	4.968	10.190	0.100	46

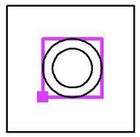
Cantidad Puntos: 110

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
44	37	49	0.84	0.76

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 1- Grande / Trama de cálculo 1 / Valores de punto (E, perpendicular)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-6.139 m, -3.438 m, 0.100 m)



N°	Posición [m] X	Y	Z	Valor [lx]
60	1.121	16.176	0.100	41
61	-0.884	23.004	0.100	45
62	-0.884	30.120	0.100	45
63	1.121	36.947	0.100	41
64	4.968	42.933	0.100	46
65	10.345	47.593	0.100	43
66	16.818	50.549	0.100	41
67	23.861	53.562	0.100	49
68	31.468	52.468	0.100	40
69	38.459	49.276	0.100	42
70	44.267	44.243	0.100	48
71	48.421	37.778	0.100	38
72	50.586	30.404	0.100	45
73	50.586	22.719	0.100	45
74	48.421	15.345	0.100	38
75	44.267	8.880	0.100	48
76	38.459	3.848	0.100	43
77	31.468	0.655	0.100	40
78	23.861	-0.438	0.100	49
79	16.255	0.655	0.100	40
80	9.264	3.848	0.100	43
81	3.456	8.880	0.100	48
82	-0.699	15.345	0.100	38
83	-2.864	22.719	0.100	45
84	-2.864	30.404	0.100	45
85	-0.699	37.778	0.100	38
86	3.456	44.243	0.100	48

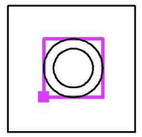
Cantidad Puntos: 110

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
44	37	49	0.84	0.76

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 1- Grande / Trama de cálculo 1 / Valores de punto (E, perpendicular)

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado: (-6.139 m, -3.438 m, 0.100 m)



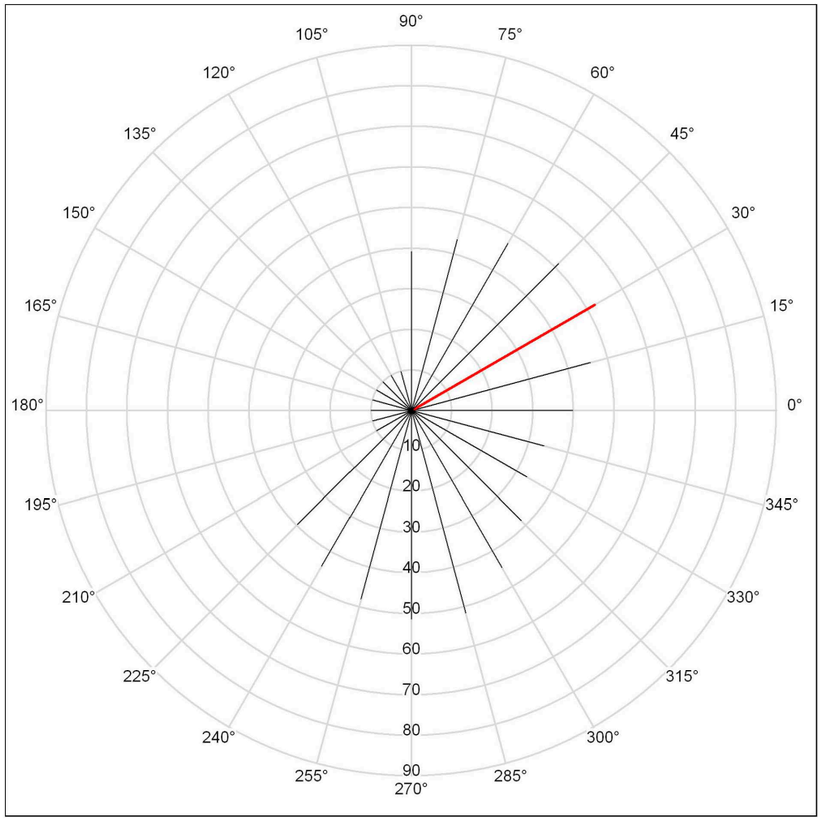
N°	Posición [m] X	Y	Z	Valor [lx]
87	9.264	49.276	0.100	42
88	16.255	52.468	0.100	40
89	23.861	55.562	0.100	44
90	32.032	54.387	0.100	38
91	39.540	50.958	0.100	39
92	45.778	45.553	0.100	43
93	50.241	38.609	0.100	37
94	52.566	30.689	0.100	42
95	52.566	22.435	0.100	42
96	50.241	14.515	0.100	37
97	45.778	7.571	0.100	43
98	39.540	2.165	0.100	40
99	32.032	-1.264	0.100	38
100	23.861	-2.438	0.100	45
101	15.691	-1.264	0.100	38
102	8.183	2.165	0.100	40
103	1.945	7.571	0.100	44
104	-2.518	14.515	0.100	37
105	-4.844	22.435	0.100	42
106	-4.844	30.689	0.100	42
107	-2.518	38.609	0.100	37
108	1.945	45.553	0.100	43
109	8.183	50.958	0.100	39
110	15.691	54.387	0.100	38

Cantidad Puntos: 110

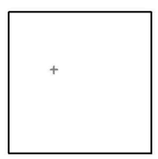
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
44	37	49	0.84	0.76

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 1- Grande / Observador GR 1 / Resumen



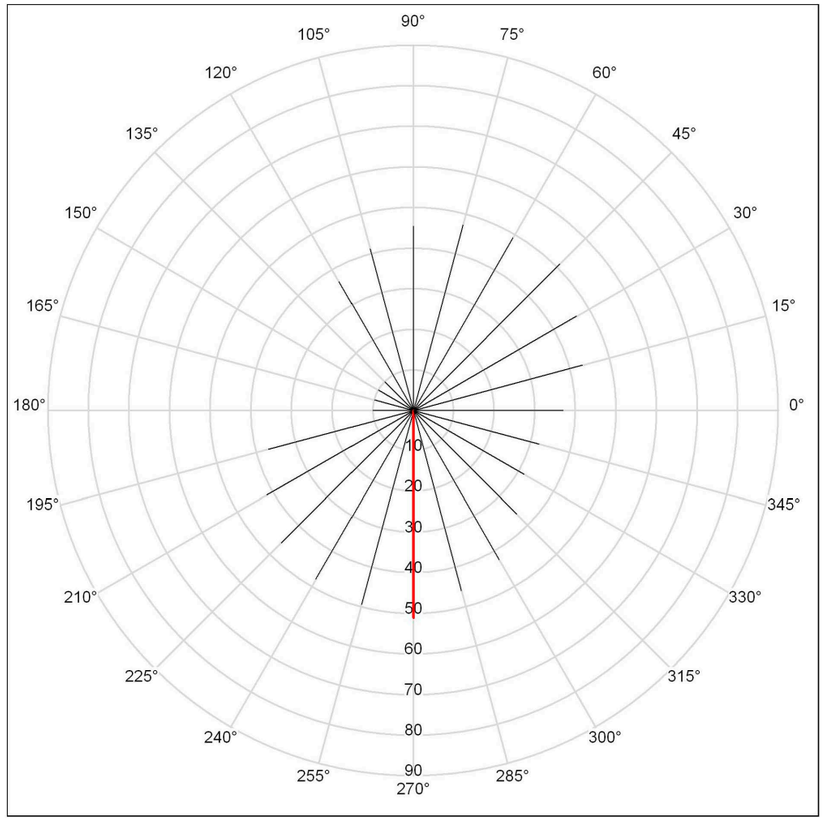
Situación del observador en la escena exterior:



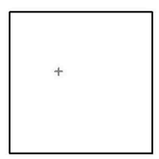
Posición: (-1.730 m, 37.712 m, 1.500 m)
Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °
Deslumbramiento: Min: 33, Max: 52
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Escena Rotonda 1- Grande / Observador GR 2 / Resumen



Situación del observador en la escena exterior:



Posición: (1.699 m, 36.059 m, 1.500 m)
Área del ángulo visual: 0.0 ° - 360.0 °, Amplitud de paso: 15.0 °, Ángulo de inclinación: -2.0 °
Deslumbramiento: Min: 32, Max: 51
La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

VIAL TIPO / Datos de planificación

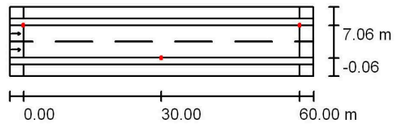
VARIOS TRAMOS

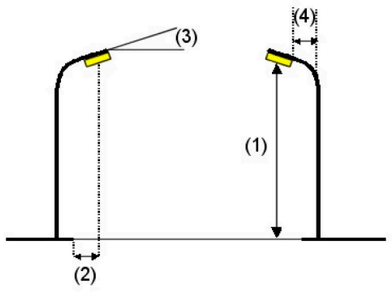
Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 2.500 m)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 1.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R2, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 1.500 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 2.500 m)

Factor mantenimiento: 0.85

Disposiciones de las luminarias





Luminaria:	FAEL 45365 CHAL CITY 9 LX-M 530mA AB1
Flujo luminoso (Luminaria):	7000 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	7000 lm
Potencia de las luminarias:	58.0 W
Organización:	bilateral desplazado
Distancia entre mástiles:	60.000 m
Altura de montaje (1):	10.155 m
Altura del punto de luz:	10.000 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.050 m
Inclinación del brazo (3):	3.0 °
Longitud del brazo (4):	1.500 m

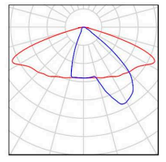
Valores máximos de la intensidad lumínica
con 70°: 557 cd/klm
con 80°: 37 cd/klm
con 90°: 1.38 cd/klm
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).
Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°.
La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G3.
La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.6.

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

VIAL TIPO / Lista de luminarias

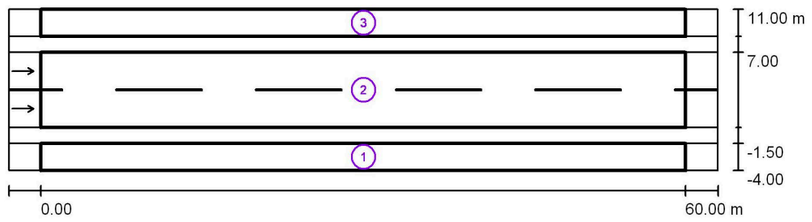
FAEL 45365 CHAL CITY 9 LX-M 530mA AB1
N° de artículo: 45365
Flujo luminoso (Luminaria): 7000 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 7000 lm
Potencia de las luminarias: 58.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 44 81 98 100 100
Lámpara: 1 x PROXICITY009 (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

VIAL TIPO / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.85 Escala 1:472

Lista del recuadro de evaluación

1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1
Longitud: 60.000 m, Anchura: 2.500 m
Trama: 20 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:	7.86	0.53
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

VIAL TIPO / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

2 Recuadro de evaluación Calzada 1
Longitud: 60.000 m, Anchura: 7.000 m
Trama: 20 x 6 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
Revestimiento de la calzada: R2, q0: 0.070
Clase de iluminación seleccionada: ME4a (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m²]	U0	Ul	Tl [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.86	0.73	0.71	6	0.76
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2
Longitud: 60.000 m, Anchura: 2.500 m
Trama: 20 x 3 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.
Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

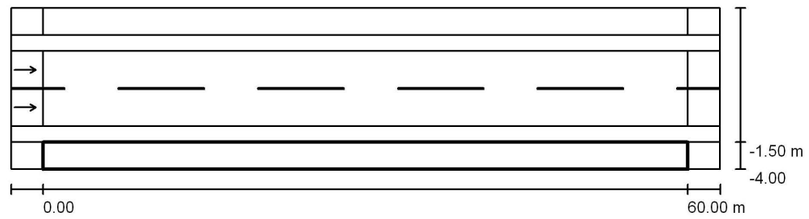
	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	7.86	0.53
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

VIAL TIPO / Rendering (procesado) en 3D

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

VIAL TIPO / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Sumario de los resultados



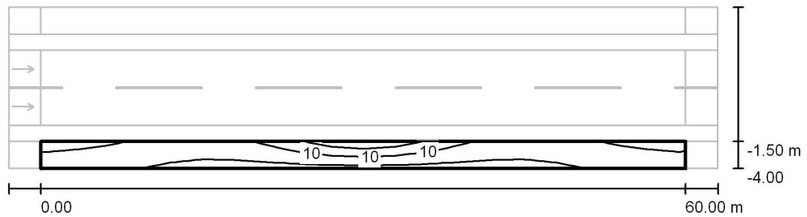
Factor mantenimiento: 0.85 Escala 1:472

Trama: 20 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:	7.86	0.53
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

VIAL TIPO / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Isolíneas (E)



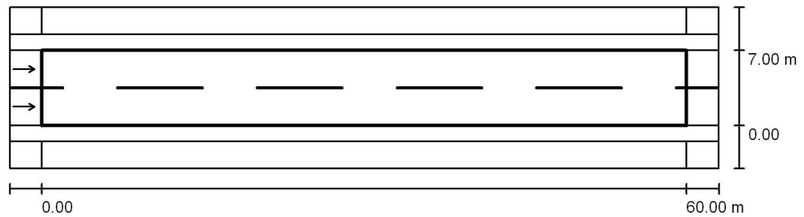
Valores en Lux, Escala 1 : 472

Trama: 20 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
7.86	4.19	17	0.533	0.251

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

VIAL TIPO / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.85 Escala 1:472

Trama: 20 x 6 Puntos
Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
Revestimiento de la calzada: R2, q0: 0.070
Clase de iluminación seleccionada: ME4a (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

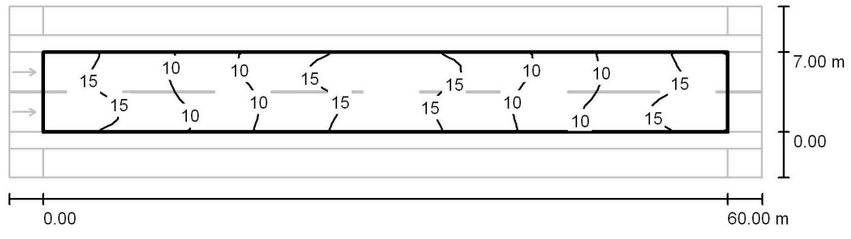
	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	0.86	0.73	0.71	6	0.76
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓

Observador respectivo (2 Pieza):

N°	Observador	Posición [m]	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 1.750, 1.500)	0.86	0.73	0.71	6
2	Observador 2	(-60.000, 5.250, 1.500)	0.86	0.74	0.71	6

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

VIAL TIPO / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)



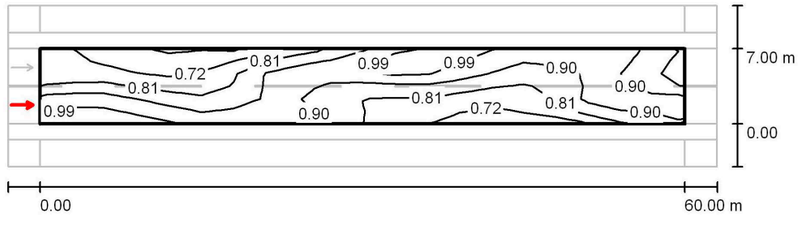
Valores en Lux, Escala 1 : 472

Trama: 20 x 6 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
13	8.67	19	0.654	0.446

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

VIAL TIPO / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L)



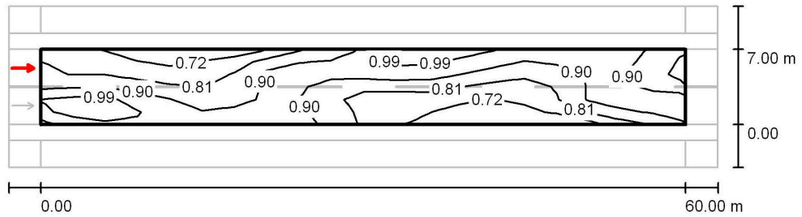
Valores en Candela/m², Escala 1 : 472

Trama: 20 x 6 Puntos
Posición del observador: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)
Revestimiento de la calzada: R2, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.86	0.73	0.71	6
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

VIAL TIPO / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 2 / Isolíneas (L)



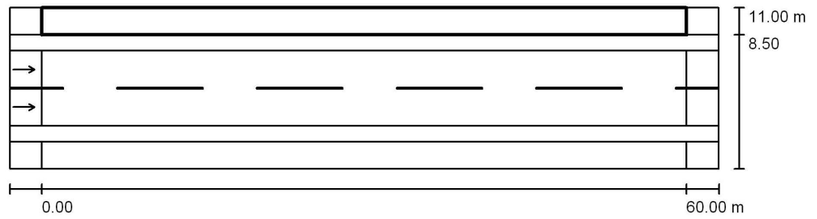
Valores en Candela/m², Escala 1 : 472

Trama: 20 x 6 Puntos
Posición del observador: (-60.000 m, 5.250 m, 1.500 m)
Revestimiento de la calzada: R2, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	Ul	TI [%]
Valores reales según cálculo:	0.86	0.74	0.71	6
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

VIAL TIPO / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.85 Escala 1:472

Trama: 20 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:	7.86	0.53
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

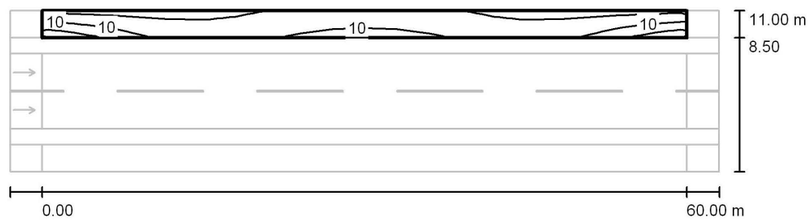
Ilumi. Rotondas Almendral

DIALux

30.10.2017

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

VIAL TIPO / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 472

Trama: 20 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
7.86	4.19	17	0.533	0.251

5.- APÉNDICE Nº 2. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS DEL PASO INFERIOR PEATONAL

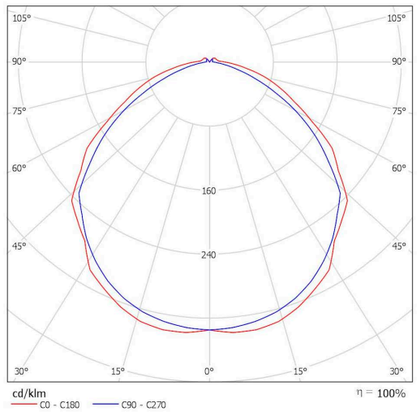
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

IDEALLUX INSP27N INNOVA SP 24W 4.100Lm 4000K CAE (25W) / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Clasificación luminarias según CIE: 96
Código CIE Flux: 48 80 95 96 100

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR

ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	19.3	20.5	19.6	20.8	21.1	18.8	20.0	19.1	20.3	20.6
	3H	20.7	21.9	21.1	22.2	22.5	19.8	21.0	20.2	21.3	21.6
	4H	21.4	22.5	21.8	22.8	23.2	20.1	21.2	20.5	21.6	21.9
	6H	22.0	23.0	22.4	23.4	23.7	20.3	21.3	20.8	21.7	22.1
	8H	22.3	23.2	22.7	23.6	24.0	20.4	21.4	20.8	21.7	22.1
	12H	22.5	23.4	22.9	23.8	24.2	20.4	21.3	20.9	21.7	22.2
4H	2H	19.8	20.9	20.2	21.2	21.6	19.4	20.5	19.8	20.8	21.2
	3H	21.5	22.4	21.9	22.8	23.2	20.7	21.6	21.1	22.0	22.4
	4H	22.3	23.1	22.7	23.5	24.0	21.1	21.9	21.6	22.4	22.8
	6H	23.0	23.8	23.5	24.2	24.7	21.4	22.2	21.9	22.6	23.1
	8H	23.4	24.0	23.9	24.5	25.0	21.6	22.2	22.0	22.7	23.2
	12H	23.7	24.3	24.2	24.8	25.3	21.6	22.2	22.1	22.7	23.2
8H	4H	22.5	23.2	23.0	23.6	24.1	21.5	22.1	22.0	22.6	23.1
	6H	23.4	24.0	24.0	24.5	25.0	22.0	22.5	22.5	23.0	23.5
	8H	23.9	24.4	24.5	24.9	25.5	22.2	22.7	22.7	23.2	23.7
	12H	24.4	24.8	25.0	25.3	25.9	22.3	22.8	22.9	23.3	23.9
12H	4H	22.5	23.1	23.0	23.6	24.1	21.5	22.1	22.0	22.6	23.1
	6H	23.5	24.0	24.0	24.5	25.1	22.1	22.6	22.6	23.1	23.6
	8H	24.0	24.4	24.6	25.0	25.6	22.4	22.8	22.9	23.3	23.9

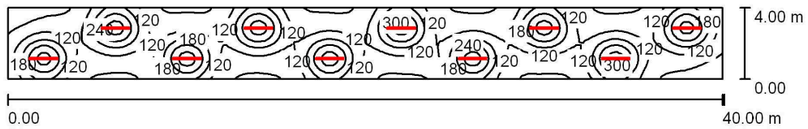
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias.

S = 1.0H	+0.1 / -0.1	+0.2 / -0.2
S = 1.5H	+0.3 / -0.3	+0.3 / -0.6
S = 2.0H	+0.5 / -0.7	+0.6 / -1.1
Tabla estándar	BK07	BK05
Sumando de corrección	7.2	5.0

Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3270lm Flujo luminoso total

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PASO SUBTERRÁNEO / Resumen



Altura del local: 2.400 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:286

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	145	35	334	0.242
Suelo	47	126	50	185	0.399
Techo	47	51	31	70	0.610
Paredes (4)	47	89	36	209	/

Plano útil:
Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	IDEALLUX INSP27N INNOVA SP 24W 4.100Lm 4000K CAE (25W) (1.000)	3267	3270	24.0
			Total: 32666	Total: 32700	240.0

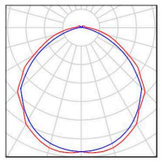
Valor de eficiencia energética: 1.50 W/m² = 1.03 W/m²/100 lx (Base: 160.00 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PASO SUBTERRÁNEO / Lista de luminarias

10 Pieza IDEALLUX INSP27N INNOVA SP 24W 4.100Lm 4000K CAE (25W)
N° de artículo: INSP27N
Flujo luminoso (Luminaria): 3267 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3270 lm
Potencia de las luminarias: 24.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 96
Código CIE Flux: 48 80 95 96 100
Lámpara: 1 x INSP27N (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PASO SUBTERRÁNEO / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 32666 lm
Potencia total: 240.0 W
Factor mantenimiento: 0.80
Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx] directo	indirecto	total	Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
Plano útil	116	29	145	/	/
Superficie de cálculo 1	99	32	131	/	/
Suelo	93	32	126	47	19
Techo	0.00	51	51	47	7.62
Pared 1	49	41	90	47	14
Pared 2	34	38	72	47	11
Pared 3	49	41	90	47	14
Pared 4	34	36	70	47	10

Simetrías en el plano útil
E_{min} / E_m: 0.242 (1:4)
E_{min} / E_{max}: 0.105 (1:9)

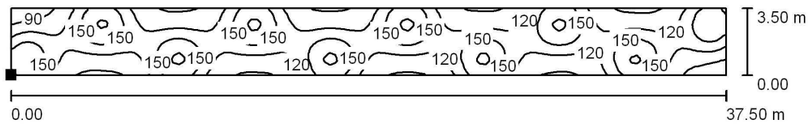
Valor de eficiencia energética: 1.50 W/m² = 1.03 W/m²/100 lx (Base: 160.00 m²)

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PASO SUBTERRÁNEO / Rendering (procesado) en 3D

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PASO SUBTERRÁNEO / Superficie de cálculo 1 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 269

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(1.250 m, 0.250 m, 0.000 m)

Trama: 128 x 32 Puntos

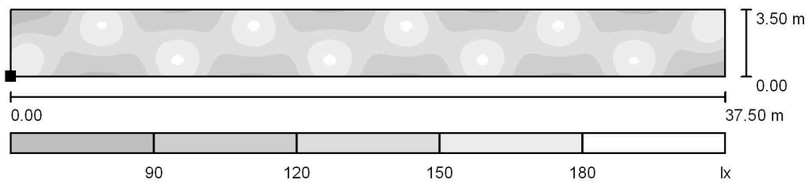
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
131	69	186	0.525	0.370

Proyecto 2 DIALux

23.11.2017

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PASO SUBTERRÁNEO / Superficie de cálculo 1 / Gama de grises (E, perpendicular)



Escala 1 : 269

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(1.250 m, 0.250 m, 0.000 m)

Trama: 128 x 32 Puntos

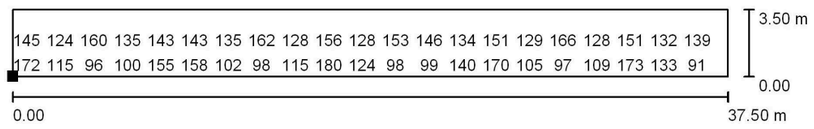
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
131	69	186	0.525	0.370

Proyecto 2 DIALux

23.11.2017

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

PASO SUBTERRÁNEO / Superficie de cálculo 1 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 269

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(1.250 m, 0.250 m, 0.000 m)

Trama: 128 x 32 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
131	69	186	0.525	0.370