



13 Eranskinak
Argiztapena

Galdakaon (Mercadillo-Irubide), N-634
errepidean, 103+200 PK-tik 104+200Pk-ra
sarbideen berrantolaketa.

2020ko Abendua

Anejo nº 13
Iluminación

Reordenación de accesos en la carretera N-
634 del P.K 103+200 al P.K 104+200
(Mercadillo-Irubide) en Galdakao

Diciembre 2020



Bizkaiko Foru
Aldundia
Diputación
Foral de Bizkaia



UTE DAIR-INGEPLAN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	1
2.1. CENTRO DE MANDO	1
2.2. MATERIALES	2
3. CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN	4
3.1. LÁMPARAS	4
3.2. LUMINARIAS	4
3.3. EFICIENCIA ENERGÉTICA	4
3.4. RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO Y LUZ INTRUSA O MOLESTA	8
3.5. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS	9
3.6. CÁLCULOS ELÉCTRICOS	14
4. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS ALTERNATIVAS	15
4.1. INTRODUCCIÓN.OBJETO	15
4.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN	15
4.3. CÁLCULO DE LA INVERSIÓN	15
4.4. DETERMINACIÓN DE LOS GASTOS DE CONSUMO ENERGÉTICO	17
4.5. DETERMINACIÓN DE LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO	18
4.6. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD	20
5. CONCLUSIONES	22
APÉNDICE Nº 13.1: CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS	
APÉNDICE Nº 13.2: CÁLCULOS ELÉCTRICOS	

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Anejo es la descripción de los elementos y características de la iluminación proyectada para el proyecto de “Reordenación de accesos en la carretera N-634 del P.K 103+200 al P.K 104+200 (Mercadillo-Irubide) en Galdakao”

De este modo se dan a conocer a los Organismos competentes las características y requisitos técnicos que se han de cumplir.

En la actualidad, el tramo de estudio de la N-634 dispone de iluminación en las proximidades a la intersección, donde se proyecta la rotonda de radio 35 metros, así como la carretera BI-625 que dispone de luminarias en ambas márgenes de la carretera. En cambio, la rotonda de radio 25 metros no dispone de alumbrado.

Al proyectarse la modificación de las intersecciones existentes se ha previsto la remodelación de la red de alumbrado de forma que se asegure en todo momento los niveles lumínicos adecuados.

La Orden circular 36/2015 sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles, del Ministerio de Fomento, recomienda utilizar en carreteras la aplicación de instalaciones LED, ya que su utilización favorece el ahorro y la eficiencia energética. Esta nueva tecnología favorece la optimización de los costes de explotación de las instalaciones, adaptándose a la reciente modificación de la estructura tarifaria y el incremento del coste de la energía

La Orden circular 36/2015 indica que en los actuales proyectos de construcción de nuevas carreteras y túneles, de acondicionamiento de los existentes y de actuaciones específicas de iluminación (tal como se definen en el apartado 2.3 de la Norma 3.1.-1 .C., Trazado), deberán incluir en un apartado correspondiente al análisis económico de las posibles soluciones a aplicar, es decir, con luminarias VSAP y luminarias LED, determinando la más eficiente tanto desde el punto de vista técnico como económico.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

2.1. CENTRO DE MANDO

En la actualidad existe un centro de mando en las inmediaciones de cada rotonda proyectada. Para la rotonda de radio 35 m el centro de mando se sitúa en la BI-625, aún así se proyecta la colocación de uno nuevo al margen de la vía de servicio 1. Por otro lado, para la rotonda de radio 25 m el centro de mando esta en el polígono industrial.

Las potencias mínimas requeridas tanto por la instalación mediante LED, como por lámparas de vapor de sodio se ven reflejada en la siguiente tabla:

CENTRO DE MANDO	TIPO DE INSTALACIÓN	LUMINARIAS	POTENCIA NECESARIAS (W)
CM1	LED	(16 x 120 W) + (13 x 244W)	5.092
	Lámparas de vapor de sodio	(22 x 250 W) + (10 x 400W)	9.500
CM2	LED	(7 x 120 W)	840
	Lámparas de vapor de sodio	(11 x 250 W)	2.750

En la actualidad, en la intersección donde se proyecta la rotonda de radio 35 metros, esta iluminada mediante luminarias de 250 W potencia sobre báculos de 10 metros de altura.

Alternativa 1: Luminarias V.S.A.P.:

Al centro de mando 1 (CM1), se conectarán 22 luminarias de 250 W cada una, y 10 proyectores de 400 W de potencia, lo que supone, un incremento en la potencia del centro de mando de 9.500 W, a la potencia actual.

Al centro de mando 2 (CM2), se sumaran once luminarias de 250 W, lo que supone un incremento en la potencia del centro de mando de 2.750 W, a la potencia actual

Alternativa 2: Luminarias LED

Al centro de mando 1 (CM1), se sumarán 16 luminarias de 120 W cada una, 13 proyectores de 244 W de potencia y una luminaria de 150 W, lo que supone, un incremento en la potencia del centro de mando de 5.342 W a la potencia actual.

Al centro de mando 2 (CM2), se sumaran siete luminarias de 120 W, lo que supone un incremento en la potencia del centro de mando de 840 W, a la potencia actual

El Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, establece que con la finalidad de ahorrar energía, toda instalación de alumbrado exterior con una potencia de lámparas y equipos auxiliares superiores a 5 KW, se proyectarán con dispositivos o sistemas para regular el nivel luminoso mediante algún sistema.

Por tanto, se instalará un regulador de flujo junto al centro de mando 1, tanto si se utilizan luminarias de VSAP como las de LED.

Tanto la situación del centro de mando 1 (CM1) como la del centro de mando dos (CM2) se puede observar en los planos **Nº 9: Iluminación**

2.2. MATERIALES

En el presente anejo se evaluará tanto la solución mediante un sistema de LED y mediante un sistema de lámparas de vapor de sodio. Por lo tanto, se utilizarán luminarias herméticas IP-65 con lámpara V.S.A.P. de 250 W de potencia, de tipo globular, sobre columnas de 10 metros y proyectores de 400 W sobre columnas de 10 metros, y en el sistema mediante LED se emplearán luminarias de 120 LED NW OFR4 sobre báculos de 12 metros y proyectores de 244 W sobre columnas de 12 metros.

Los equipos de la solución median lámparas de vapor de sodio estarán dotados de reductores de flujo con equipos electrónicos de alta frecuencia para una disminución de los niveles de iluminación en el alumbrado de medianoche. Sin embargo, en la otra solución se puede programar para mantener el flujo de los LED en un nivel constante predefinido durante la vida útil de la luminaria.

La canalización definitiva para ambas soluciones estará formada por una conducción subterránea constituida por tubo de PVC, por cuyo interior discurrirán cuatro cables de distribución y un cable desnudo de puesta a tierra.

A continuación, se describen los diferentes materiales a aplicar en la instalación diferenciando las luminarias y el cableado. En cuanto a los dos tipos de soluciones propuestas, se describirán tanto las luminarias de lámparas de vapor de sodio y las de LED.

2.2.1. Luminarias herméticas IP-65 con lámpara V.S.A.P. de 250 W de potencia

El modelo de luminaria descrito será de características similares a las existentes en la carretera N-240 a lo largo del tramo de proyecto.

Sistema óptico diseñado para un buen control del haz y del flujo luminoso. Óptima iluminancia y buena uniformidad cuando la altura de montaje es más o menos igual que el ancho de la calzada. Posee un cierre de policarbonato resistente al vandalismo y a las radiaciones UV. Con aislamiento de clase II la cual ofrece seguridad añadida y requiere únicamente un cable de dos hilos para la conexión eléctrica. El sistema de cierre será de bisagra con clips de liberación inmediata y la capota posterior extraíble favorecen un mantenimiento rápido y seguro.

La capota será de polipropileno reforzado con fibra de vidrio y estabilizado frente al UV, el difusor será de policarbonato al igual que el portaequipos salvo que este último estará reforzado con fibra de vidrio.

Los equipos reductores de flujo se instalarán en cada luminaria, e irán equipados con balastros que varían su impedancia mediante conmutación. Se gobernará por célula fotoeléctrica a reloj astronómico. Dispondrá de condensadores para corrección del factor de potencia.

Las columnas sobre las que se instalarán las luminarias serán del tipo AM-10 fabricadas en acero A-360 B según UNE 36.080 y tendrán una protección superficial a base de galvanizado en caliente con un espesor mínimo del recubrimiento de zinc de 450 gr/m² y cara según UNE 72.404. Dispondrán de una puerta de registro con mecanismo de cierre normalizado e IP-33 y llevará borna para puesta a tierra fácilmente accesible y resistente a la corrosión. Tendrán una altura de 10 m en todo el tramo.

2.2.2. Luminarias LED de 120 W de potencia

Se emplearán dos tipos de luminarias de LED dentro de la superficie del presente proyecto. Las de mayor potencia situada en torno a la rotonda y otra luminaria en las demás zonas a iluminar.

La luminaria empleada tendrá un diseño y un control del haz y del flujo luminoso apto para su empleo en todas las calles y carreteras. Tanto la intensidad como la energía empleada se pueden ajustar para crear una solución idónea en términos de ahorro de energía y costes.

Este tipo de luminarias se pueden programar para mantener un determinado flujo luminoso de los LED en un nivel constante predefinido durante la vida útil de la luminaria.

Así mismo, para optimizar la distribución de la luz en función de la variación de la geometría de la carretera y/o restricciones de deslumbramiento, el ángulo de inclinación se puede ajustar fácilmente.

Otro de los beneficios que ofrece la instalación LED es que debido al ajuste del haz y el flujo luminoso se obtiene un ahorro energético de más del 50%, con una reducción de las emisiones de CO2 relacionadas.

La eficiencia lumínica es superior a los 124 lm/W, siendo el periodo de mantenimiento superior a las 100.000 horas a 25°C. Incluye un sistema de programado de drives LED, el cual permite un control remoto de todas las luminarias desde el correspondiente centro de control.

Se emplearán lentes de óptica variada, con cierre óptico mediante cubierta plana de vidrio. El material de las carcassas será de aluminio fundido a presión, no corrosivo. La cubierta de vidrio templado, la bandeja del equipo de aluminio y finalmente la espita de aluminio fundido a presión.

Finalmente, el mantenimiento se realizará mediante una marquesina formada por una bandeja de bisagras de apertura hacia arriba con el módulo y el engranaje LED. Todo ello está garantizado mediante una barra de bloqueo de acero inoxidable (2 posiciones), haciendo que el módulo de LED sea accesible desde abajo con seguridad.

2.2.3. Projectores LED de 244 W de potencia

Se emplearán proyectores LED en la zona de la rotonda en la intersección de la carretera N-634 con la BI-625.

El proyector empleado tendrá un diseño para su empleo en todas las calles y carreteras.

Para optimizar la distribución de la luz en función de la variación de la geometría de la carretera y/o restricciones de deslumbramiento, el ángulo de inclinación se puede ajustar fácilmente.

La vida útil del proyector es de 50.000 horas considerando una temperatura ambiente media de 25 °C.

2.2.4. Cableado

En ambas soluciones, los cables utilizados en la instalación de distribución de alumbrado público y fuerza, serán tetrapolares con una sección mínima de 6 mm² y cumplirán las

prescripciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.D.842/2002), con especial atención a las características del aislamiento y de las densidades de corriente admisible. Se emplearán cables con aislamiento DN 0,6/1 KV clase 5 con cubierta de neopreno y aislamiento EPR según UNE 21.123:2004. La resistencia de los conductores será según UNE-EN 60228:2005. Los metales que conforman el conductor estarán de acuerdo a las normas UNE 20.003 y 60889:1997.

Las canalizaciones se ajustarán bajo tubo protector de 90 mm y 3 de espesor de pared, colocado sobre cama de arena fina y protegida por el mismo material hasta 10 cm encima de su generatriz, en el caso de tendido por aceras. En los cruces de calzadas rodadas, la entibación será con triple tubo, apoyado en una cama de hormigón hasta la base del pavimento.

Las zanjas para la instalación de la conducción eléctrica y de su tubo de protección serán mayores o iguales a 50 cm de anchura, con una profundidad de 100 cm bajo las aceras y las calzadas.

2.2.5. Elementos para la puesta a tierra

La instalación de puesta a tierra estará formada por los siguientes elementos:

- Cable aislado: Será un conductor de cobre con recubrimiento verde-amarillo, de sección mínima dieciséis milímetros cuadrados (16 mm²) que circulará por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Picas bimetalicas de puesta a tierra: Las picas serán de alma de acero al carbono con una capa de espesor uniforme de cobre puro. Cumplirá las prescripciones contenidas en la norma UNE 21.056. Tendrán un diámetro entre 14,6 y 16 mm y longitud de 1,5 m.
- Arqueta registrable para puesta a tierra: Será de forma rectangular prefabricada en hormigón de dimensiones interiores 0,40 x 0,40 m y profundidad inferior a 1,00 m.

3. CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN

3.1. LÁMPARAS

Las lámparas utilizadas en instalaciones de alumbrado exterior deben tener una eficacia luminosa superior a 65 lum/W, para alumbrado de viales, siendo la eficacia luminosa de una lámpara la relación entre el flujo luminoso emitido por la lámpara y la potencia consumida por ésta.

3.2. LUMINARIAS

Las luminarias que se establezcan en las instalaciones de alumbrado deben cumplir con los requisitos de la tabla siguiente, respecto a los valores de rendimiento de la luminaria (η) y factor de utilización (f_u):

CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS Y PROYECTORES

PARÁMETROS	ALUMBRADO VIAL		RESTO ALUMBRADOS (1)	
	FUNCIONAL	AMBIENTAL	PROYECTORES	LUMINARIAS
Rendimiento	≥ 65	≥ 55	≥ 55	≥ 60
Factor de utilización	(2)	(2)	≥ 0.25	≥ 0.30

A excepción de alumbrado festivo y navideño.

Alcanzarán los valores que permitan cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en las tablas 1 y 2 de la ITC-EA-01

3.3. EFICIENCIA ENERGÉTICA

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

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

Siendo:

ε = Eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior.

P = Potencia activa total instalada.

S = Superficie iluminada.

E_m = Iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto.

La potencia máxima consumida por el conjunto del equipo auxiliar y lámpara de descarga no deben superar los valores que se indican a continuación.

POTENCIA NOMINAL DE LA LAMPARA (W)	POTENCIA TOTAL DEL CONJUNTO (W)			
	SAP	HM	SBP	VM
18	--	--	23	--
35	--	--	42	--
50	62	--	--	60
55	--	--	65	--
70	84	84	--	--
80	--	--	--	92
90	--	--	112	--
100	116	116	--	--
125	--	--	--	139
135	--	--	163	--
150	171	171	--	--
180	--	--	215	--
250	277	270 (2,15 A) 277 (3 A)	--	270
400	435	425 (3,5 A) 435 (4,6 A)	--	425

Las instalaciones de alumbrado, ya sea alumbrado vial o funcional, deben cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética fijados en las tablas siguientes.

ALUMBRADO VIAL FUNCIONAL

Em (lux)	EFICIENCIA ENERGÉTICA MINIMA (m2 lux/W)
≥30,0	22,0
25,0	20,0
20,0	17,5
15,0	15,0
10,0	12,0
≤7,5	9,5

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

ALUMBRADO VIAL AMBIENTAL

Em	EFICIENCIA ENERGÉTICA MINIMA
≥20,0	9,0
15,0	7,5
10,0	6,0
7,5	5,0
≤5,0	3,5

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

3.3.1. Proceso de calificación energética

Se define el índice de eficiencia energética ($I\mathcal{E}$) como el cociente entre la eficiencia energética de la instalación ($\mathcal{E}$) y el valor de eficiencia energética de referencia ($\mathcal{E}_R$) en función del nivel de iluminancia media en servicio proyectada.

$$I\mathcal{E} = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_R}$$

VALORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE REFERENCIA

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicios proyectada Em (lux)	Eficiencia energética de referencia $\mathcal{E}_R$ $\left(\frac{m^2 lux}{W}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada Em (lux)	Eficiencia energética de referencia $\left(\frac{m^2 lux}{W}\right)$
≥30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
≤ 7.5	14	7.5	7
--	--	≤ 5	5

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

Con el fin de facilitar la interpretación de la calificación energética de la instalación de alumbrado, 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). El índice utilizado para la escala de letras es el índice de consumo energético (ICE) que es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

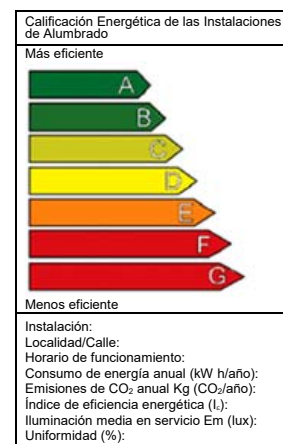
$$ICE = \frac{1}{I\mathcal{E}}$$

La siguiente tabla determina los valores definidos por las respectivas letras de consumo energético, en función de los índices de eficiencia energética:

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE UNA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO

Calificación energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0.91$	$I_e \geq 1.1$
B	$0.91 \leq ICE < 1.09$	$1.1 \geq I_e > 0.92$
C	$1.09 \leq ICE < 1.35$	$0.92 \geq I_e > 0.74$
D	$1.35 \leq ICE < 1.79$	$0.74 \geq I_e > 0.56$
E	$1.79 \leq ICE < 2.63$	$0.56 \geq I_e > 0.38$
F	$2.63 \leq ICE < 5.00$	$0.38 \geq I_e > 0.20$
G	$ICE \geq 5.00$	$I_e \leq 0.20$

La calificación energética de esta instalación, medida mediante el índice de eficiencia energética y el índice de consumo energético, corresponde a una instalación de tipo B.



3.3.2. Mantenimiento de la eficiencia energética de las instalaciones

Las características y las prestaciones de una instalación de alumbrado exterior se modifican y degradan a lo largo del tiempo. Una explotación correcta y un buen mantenimiento permiten conservar la calidad de la instalación, asegurar el mejor funcionamiento posible y lograr una idónea eficiencia energética.

El factor de mantenimiento f_m es la relación entre la iluminancia media en la zona iluminada después de un determinado periodo de funcionamiento de la instalación de alumbrado exterior y la iluminancia media obtenida al inicio de su funcionamiento como instalación nueva.

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

$$F_m = F_{DFL} \cdot F_{SL} \cdot F_{DLU}$$

Siendo:

F_m = Factor de mantenimiento.

F_{DFL} = Factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara.

F_{SL} = Factor de supervivencia de la lámpara.

F_{DLU} = Factor de depreciación de la luminaria.

Los factores de depreciación y supervivencia máximos admitidos se indican a continuación:

FACTORES DE DEPRECIACIÓN DEL FLUJO LUMINOSO DE LAS LÁMPARAS F_{DFL}

TIPO DE LAMPARA	PERIODO DE FUNCIONAMIENTO EN HORAS				
	4	6	8	10	12
Sodio alta presión	0,98	0,97	0,94	0,91	0,90
Sodio baja presión	0,98	0,96	0,93	0,90	0,87
Halogenuros metálicos	0,82	0,78	0,76	0,76	0,73
Vapor de mercurio	0,87	0,83	0,80	0,78	0,76
Fluorescente tubular trifósforo	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
Fluorescente tubular halofosfato	0,82	0,78	0,74	0,72	0,71
Fluorescente compacta	0,91	0,88	0,86	0,85	0,84

FACTORES DE SUPERVIVENCIA DE LAS LÁMPARAS FSL

TIPO DE LAMPARA	PERIODO DE FUNCIONAMIENTO EN HORAS				
	4	6	8	10	12
Sodio alta presión	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89
Sodio baja presión	0,92	0,86	0,80	0,74	0,62
Halogenuros metálicos	0,98	0,97	0,94	0,92	0,88
Vapor de mercurio	0,93	0,91	0,87	0,82	0,76
Fluorescente tubular trifósforo	0,99	0,99	0,99	0,98	0,96
Fluorescente tubular halofosfato	0,99	0,98	0,93	0,86	0,70
Fluorescente compacta	0,98	0,94	0,90	0,78	0,50

FACTORES DE DEPRECIACIÓN DE LAS LUMINARIAS FDLU

GRADO PROTECCION SISTEMA ÓPTICO	GRADO CONTAMINACIÓN	INTERVALO DE LIMPIEZA EN AÑOS				
		1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
IP 2X	Alto	0.53	0.48	0.45	0.43	0.42
	Medio	0.62	0.58	0.56	0.54	0.53
	Bajo	0.82	0.80	0.79	0.78	0.78
IP 5	Alto	0.89	0.87	0.84	0.80	0.76
	Medio	0.90	0.88	0.86	0.84	0.82
	Bajo	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88
IP 6X	Alto	0.91	0.90	0.88	0.85	0.83
	Medio	0.92	0.91	0.89	0.88	0.87
	Bajo	0.93	0.92	0.91	0.90	0.90

Nota: A los efectos del cálculo del factor de mantenimiento, un año equivale a 4.000 h de funcionamiento.

El grado de contaminación referido corresponde a las siguientes especificaciones:

- Grado de contaminación alto:

Existe en las proximidades de las actividades generadoras de humo y polvo con niveles elevados.

Con frecuencia las luminarias se encuentran envueltas en penachos de humo y nubes de polvo, que comporta un ensuciamiento importante de la luminaria en un medio corrosivo y corresponde, entre otras, a:

- Vías de tráfico rodado de muy alta intensidad de tráfico.
- Zonas expuestas al polvo, contaminación atmosférica elevada y, eventualmente, a compuestos corrosivos generados por la industria de producción o transformación.
- Sectores sometidos a la influencia marítima.

- Grado de contaminación medio:

Hay en el entorno actividades generadoras de humo y polvo con niveles moderados con intensidad de tráfico media, compuesto de vehículos ligeros y pesados, y un nivel de partículas en el ambiente igual o inferior a 600 µg/m³, que supone un ensuciamiento intermedio o mediano de la luminaria y corresponde, entre otras, a:

- Vías urbanas o periurbanas sometidas a una intensidad de tráfico medio.
- Zonas residenciales, de actividad u ocio, con las mismas condiciones de tráfico de vehículos.
- Aparcamientos al aire libre de vehículos.

- Grado de contaminación bajo:

Ausencia en las zonas circundantes de actividades generadoras de humo y polvo, con poca intensidad de tráfico o casi exclusivamente ligero. El nivel de partículas en el ambiente es igual o inferior a 150 µg/m³, que corresponde, entre otras, a:

- Vías residenciales no sometidas a un tráfico intenso de vehículos.
- Grandes espacios no sometidos a contaminación.
- Medio rural.

Para las luminarias utilizadas en este caso se considera un factor de mantenimiento del 72,80 %.

3.4. RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO Y LUZ INTRUSA O MOLESTA

3.4.1. Limitaciones de las emisiones luminosas

Se define resplandor luminoso nocturno o contaminación lumínica como la luminosidad producida en el cielo nocturno por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, procedente, entre otros orígenes, de las instalaciones de alumbrado exterior, bien por emisión directa hacia el cielo o reflejada por las superficies iluminadas.

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

GRADO PROTECCION SISTEMA OPTICO	DESCRIPCIÓN
E1	ÁREAS CON ENTORNOS O PAISAJES OSCUROS: Observatorios astronómicos de categoría internacional, parques nacionales, espacios de interés natural, áreas de protección especial (red natura, zonas de protección de aves, etc.), donde las carreteras están sin iluminar
E2	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD BAJA: Zonas periurbanas o extrarradios de las ciudades, suelos no urbanizables, áreas rurales y sectores generalmente situados fuera de las áreas residenciales urbanas o industriales, donde las carreteras están iluminadas.
E3	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD MEDIA: Zonas urbanas residenciales, donde las calzadas (vías de tráfico rodado y aceras) están iluminadas.
E4	ÁREAS DE BRILLO O LUMINOSIDAD ALTA: Centros urbanos, zonas residenciales, sectores comerciales y de ocio, con elevada actividad durante la franja horaria nocturna.

Se deben limitar las emisiones luminosas hacia el cielo en las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción de las de alumbrado festivo y navideño.

La luminosidad del cielo producida por las instalaciones de alumbrado exterior depende del flujo hemisférico superior instalado y es directamente proporcional a la superficie iluminada y a su nivel de iluminancia, e inversamente proporcional a los factores de utilización y mantenimiento de la instalación.

El flujo hemisférico superior instalado FHS_{inst} o emisión directa de las luminarias a implantar en cada zona E1, E2, E3 y E4, no supera los límites establecidos en la tabla siguiente:

VALORES LÍMITE DEL FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO

CLASIFICACIÓN ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO FHS_{INST}
E1	$\leq 1\%$
E2	$\leq 5\%$
E3	$\leq 15\%$
E4	$\leq 25\%$

La instalación de las luminarias debe cumplir además de estos valores, los siguientes requisitos:

- Se debe iluminar solamente la superficie que se quiere dotar de alumbrado.
- Los niveles de iluminación no deben superar los valores máximos establecidos en la ITC-EA-02.
- El factor de utilización y el factor de mantenimiento de la instalación deben satisfacer los valores mínimos establecidos en la ITC-EA-04.

3.4.2. Limitación de la luz intrusa o molesta

Con objeto de minimizar los efectos de la luz intrusa o molesta procedente de instalaciones de alumbrado exterior, sobre residentes y sobre los ciudadanos en general, las instalaciones de alumbrado exterior, con excepción del alumbrado festivo y navideño, se diseñan para que cumplan los valores máximos establecidos en la siguiente tabla en función de la clasificación de zonas:

LIMITACIONES DE LA LUZ MOLESTA PROCEDENTE DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO
EXTERIOR

Parámetros luminotécnicos	Valores máximos			
	Observatorios astronómicos y parques naturales E1	Zonas periurbanas y áreas rurales E2	Zonas urbanas residenciales E3	Centros urbanos y áreas comerciales E4
Illuminancia vertical (Ev)	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias (I)	2500 cd	7500 cd	10000 cd	25000 cd
Luminancia media de las fachadas (Lm)	5 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
Luminancia máxima de las fachadas (Lmax)	10 cd/m ²	10 cd/m ²	60 cd/m ²	150 cd/m ²
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos (Lmax)	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1000 cd/m ²
Incremento de umbral de contraste (TI)	Clase de Alumbrado			
	Sin iluminación	ME 5	ME 3/ME 4	ME 1/ME 2
	TI=15% para adaptación a L=0,1 cd/m ²	TI=15% para adaptación a L=1 cd/m ²	TI=15% para adaptación a L=2 cd/m ²	TI=15% para adaptación a L=5 cd/m ²

- Iluminancia vertical (Ev) en ventanas.
- Luminancia (L) de las luminarias medida con Intensidad luminosa (I) emitida por cada luminaria en la dirección potencial de la molestia.
- Luminancia media (Lm) de las superficies de los paramentos de los edificios que como consecuencia de una iluminación excesiva pueda producir molestias.

- Incremento umbral de contraste (TI) que expresa la limitación del deslumbramiento perturbador o incapacitivo en las vías de tráfico rodado producido por instalaciones de alumbrado distintas de las de viales. Dicho incremento constituye la medida por la que se cuantifica la pérdida de visión causada por dicho deslumbramiento. El TI producido por el alumbrado vial está limitado por la ITC-EA-02.

3.5. CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

Para los niveles de iluminación y uniformidad de la zona se toman los valores marcados por el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones Técnicas complementarias.

3.5.1. Clasificación de las vías y cálculo de los niveles de alumbrado

En función del tipo de vía, de la complejidad de su trazado, de la intensidad y sistema de control del tráfico y de la separación entre carriles destinados a distintos tipos de usuarios, las vías de circulación se clasifican en varios grupos o situaciones de proyecto.

CLASIFICACION	TIPO DE VIA	VELOCIDAD DEL TRAFICO RODADO (km/h)
A	De alta velocidad	V > 60
B	De moderada velocidad	30 < V ≤ 60
C	Carriles bici	---
D	De baja velocidad	5 < V ≤ 30
E	Vías peatonales	V ≤ 5

Según la clasificación anterior se considera una vía de tipo B, ya que la velocidad del tráfico rodado en la zona del proyecto siempre es inferior a 60 km/h.

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VIAS	CLASE DE ALUMBRADO
A1	Carreteras de calzadas separadas con cruces a distinto nivel y accesos controlados (autopistas y autovías).	
	Intensidad de tráfico:	
	Alta $IMD \geq 25.000$	ME1
	Media $15.000 \leq IMD < 25.000$	ME2
	Baja $IMD < 15.000$	ME3a
	Carreteras de calzada única con doble sentido de circulación y accesos limitados (vías rápidas).	
	Intensidad de tráfico:	
	Alta $IMD > 15.000$	ME1
A2	Carreteras interurbanas sin separación de aceras o carriles bici.	
	Carreteras locales en zonas rurales sin vía de servicio.	
	Intensidad de tráfico:	
	$IMD \geq 7.000$	ME1 / ME2
	$IMD < 7.000$	ME3a / ME4a
A3	Vías colectoras y rondas de circunvalación.	
	Carreteras interurbanas con accesos no restringidos.	
	Vías urbanas de tráfico importante, rápidas radiales y de distribución urbana a distritos.	
	Vías principales de ciudad y travesía de poblaciones.	
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera:	
	$IMD \geq 25.000$	ME1
	$15.000 \leq IMD < 25.000$	ME2
	$7.000 \leq IMD < 15.000$	ME3b
	$IMD < 7.000$	ME4a / ME4b

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VIAS	CLASE DE ALUMBRADO
B1	Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante.	
	Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas.	
	Intensidad de tráfico:	
	$IMD \geq 7.000$	ME2 / ME3c
	$IMD < 7.000$	ME4b / ME5
B2	Carreteras locales en áreas rurales.	
	Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera.	
	$IMD \geq 7.000$	ME2 / ME3b
	$IMD < 7.000$	ME4b / ME5
C1	Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta de unión en zonas urbanas.	
	Flujo de tráfico de ciclistas:	
	Alto	S1 / S2
	Normal	S3 / S4
D1 – D2	Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías.	
	Aparcamientos en general.	
	Estaciones de autobuses.	
	Flujo de tráfico de peatones:	
	Alto	CE1a/CE2
	Normal	CE3 / CE4
D3 – D4	Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada.	
	Zonas de velocidad muy limitada.	
	Flujo de tráfico de peatones y ciclistas.	
	Alto	CE2 / S1 / S2
E1	Normal	S3 7 S4
	Espacios peatonales de conexión, calles peatonales y aceras a lo largo de la calzada.	
	Paradas de autobús con zonas de espera.	
	Áreas comerciales peatonales.	

SITUACIONES DE PROYECTO	TIPOS DE VIAS	CLASE DE ALUMBRADO
	Flujo de tráfico de peatones:	
	Alto	CE1a / CE2 / S1
	Normal	S2 / S3 / S4
E2	Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones	
	Flujo de tráfico de peatones:	
	Alto	CE1a / CE2 / S1
	Normal	S2 / S3 / S4

Nota: Para todas las situaciones de alumbrado, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Según la clasificación anterior se considera una vía de tipo ME2, ya que la intensidad de tráfico es claramente superior a la indica en la normativa.

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 TIPO A Y B

CLASE DE ALUMBRADO	LUMINANCIA DE LA SUPERFICIE DE LA CALZADA EN CONDICIONES SECAS			DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR	ILUMINACIÓN DE ALREDEDORES
	Lm (cd/m2)	U0	UI	TI (%)	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	Sin requisitos

Nota: Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de TI, que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos valores de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento fm elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

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

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

Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminancia multiplicando los primeros por el coeficiente R del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

En la tabla siguiente se concretan los niveles de iluminación de las series MEW de clases de alumbrado a aplicar en aquellas zonas geográficas en las que la intensidad y persistencia de la lluvia provoque que, durante una parte significativa de las horas nocturnas a lo largo del año, la superficie de la calzada permanezca mojada, aproximadamente 120 horas de lluvia anuales. En ella se incluye un requisito adicional de uniformidad global con calzada húmeda, para evitar la degradación de las prestaciones durante los periodos húmedos.

SERIES MEW DE CLASE DE ALUMBRADO PARA VIALES HUMEDOS TIPOS A Y B

CLASE DE ALUMBRADO	LUMINANCIA DE LA SUPERFICIE DE LA CALZADA EN CONDICIONES SECAS Y HUMEDAS				DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR	ILUMINACIÓN DE ALREDEDORES
	CALZADA SECA			CALZADA HUMEDA		
	L _m	U ₀	U _l	U ₀	TI (%)	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	Sin requisitos	0,15	15	0,50
MEW5	0,50	0,35	Sin requisitos	0,15	15	0,50

Nota: Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de TI, que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos valores de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento fm elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

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

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

Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminancia multiplicando los primeros por el coeficiente R del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

Según los criterios establecidos nuestra vía es de alta velocidad, de clasificación B, con una situación de proyecto B1, se adopta una clase de alumbrado ME2 para viales secos y MEW2 para viales húmedos.

El R.D. 1980/2008, Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior, establece que en las zonas o en las carreteras dotadas de alumbrado público, el nivel de iluminación de las glorietas será como mínimo un grado superior al del tramo que confluye con mayor nivel de iluminación, cumpliéndose en todo caso lo establecido en el apartado 2.3 referente a zonas especiales de viales.

Dicho apartado dispone que, si la zona especial es parte de una vía tipo D o cuando no sea posible aplicar el criterio de luminancia, debido a que la distancia de visión resulte inferior a 60m (valor mínimo utilizado en el cálculo de la luminancia) y cuando no se pueda situar adecuadamente al observador, dada la sinuosidad y complejidad de la zona especial de vial, se aplicará el criterio de iluminancia, con unos niveles de iluminación correspondientes a la serie CE de clases de alumbrado en la siguiente tabla. Entre las clases de alumbrado CE1 y CE0, podrá adoptarse un nivel de iluminancia medio.

SERIES CE DE CLASE DE ALUMBRADO PARA VIALES TIPO D Y E

Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media Em (lux) [mínima mantenida ¹]	Uniformidad Media Um [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40
(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento (fm) elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo		
(2) También se aplican en espacios utilizados por peatones y ciclistas		

El ámbito de actuación del proyecto está dotado de alumbrado público pero la distancia de visión resulta inferior a 60 metros, por lo que la iluminancia de las rotondas se regirá entre los valores de **CE1 y CE0**.

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

SERIES S DE CLASE DE ALUMBRADO PARA VIALES TIPOS C, D Y E

CLASE DE ALUMBRADO	ILUMINANCIA HORIZONTAL EN EL ÁREA DE LA CALZADA	
	Iluminancia Media (Em lux)	Iluminancia mínima Emin (lux)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

Nota: Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos valores de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento fm elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

Los niveles máximos de luminancia o de iluminancia media de las instalaciones de alumbrado descritas no pueden superar en más de un 20% los niveles medios de referencia establecidos en la ITC-EA-02.

3.5.1.1. Niveles de iluminación en zonas específicas

Se consideran alumbrados específicos los que corresponden a pasarelas peatonales, escaleras y rampas, pasos subterráneos peatonales, alumbrado adicional de pasos de peatones, parques y jardines, pasos a nivel de ferrocarril, fondos de saco, gloriets, túneles y pasos

Los parámetros exigibles para las rotondas son los siguientes:

ILUMINANCIA	Tipo CE1-CE0
- Iluminancia media horizontal Em:	≥ 30-50 lux
- Coeficiente de uniformidad media Um:	≥ 0,40

Los resultados y las distribuciones obtenidas tras aplicar los criterios de calidad luminotécnica expuestos anteriormente, calculados mediante el programa DIALUX, se detallan en las siguientes tablas:

inferiores, aparcamientos de vehículos al aire libre y áreas de trabajo exteriores, así como cualquier otro que pueda asimilarse a los anteriores.

CLASES G DE INTENSIDAD LUMINOSA DE LAS LUMINARIAS

Clase de intensidad	Intensidad Máxima (cd/klm) ⁽¹⁾			Otros requisitos
	$70^\circ \leq \gamma < 80^\circ$	$80^\circ \leq \gamma < 90^\circ$	$\gamma \geq 90^\circ$	
G1	--	200	50	Ninguno
G2	--	150	30	Ninguno
G3	--	100	20	Ninguno
G4	500	100	10	Intensidades por encima de 95° deben ser cero
G5	350	100	10	
G6	350	100	0	Ninguno
Todas las intensidades son proporcionales al flujo de la lámpara para 1.000 lm. Nota: Las clases de intensidad G1, G2 y G3 corresponden a distribuciones fotométricas “semi cut-off” y “cut-off”, de uso tradicional. Las clases de intensidad G4, G5 y G6 se asignan a luminarias con distribución “cut-off” total, como las luminarias de cierre de vidrio plano en la posición horizontal.				

En la tabla siguiente se indican en las mismas columnas las diferentes clases de alumbrado que se consideran equivalentes por tener un nivel de iluminación similar:

CLASES DE ALUMBRADO DE SIMILAR NIVEL DE ILUMINACIÓN

	ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6
	MEW1	MEW2	MEW3	MEW4	MEW5	
CE0	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	
			S1	S2	S3	S4

ROTONDAS
 ILUMINANCIA

ALTERNATIVA 1 - VSAP					
Zona	E max (lux)	E med (lux)	E min (lux)	U. media	U.extrema
Rotonda R=35m	69	33	20	0,40	0,25
Rotonda R=25m	66	32	16	0,49	0,24
ALTERNATIVA 2 - LED					
Zona	E max (lux)	E med (lux)	E min (lux)	U. media	U.extrema
Rotonda R=35m	57	32	17	0,53	0,302
Rotonda R=25m	47	32	19	0,596	0,403

En el **Apéndice N° 13.1: Cálculos Luminotécnicos** se adjuntan los resultados de los cálculos realizados.

3.6. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

Las líneas estarán formadas por conductores de diferentes secciones, las cuales quedan reflejadas en los planos **N° 9: Iluminación**.

Los cálculos se han realizado de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para baja tensión (R.D.842/2002) y la Norma Técnica ITC-BT-09 "Instalaciones de alumbrado exterior".

En el **Apéndice n° 13.2: Cálculos Eléctricos** se presentan los cálculos realizados para los Centro de Mando, en función de los puntos de luz que haya que alimentar, teniendo en cuenta que la caída de tensión entre cualquier punto de la instalación y el origen no supere el 3% reglamentado. Se ha considerado una potencia aparente mínima de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga, y en cada punto de luz se ha tomado un factor de potencia de 0,95.

4. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS ALTERNATIVAS

4.1. INTRODUCCIÓN.OBJETO

En las Recomendaciones para la Iluminación de Carreteras a Cielo Abierto se establece que los proyectos de instalaciones que se redacten deben incluir un análisis económico de las alternativas planteadas, para facilitar la elección de la solución más adecuada.

El objeto de este apartado es exponer dicho análisis económico.

4.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN

Como se puede ver en el resto de apartados del presente anejo, se han planteado dos soluciones posibles. La alternativa 1 utiliza como fuente de luz lámparas de vapor de sodio alta presión (VSAP) y la alternativa 2, LEDS.

En el resto de aspectos ambas alternativas tienen las mismas características, que son las siguientes:

- La instalación dispone de 1 punto de acometida desde los cuales se realiza la distribución en baja tensión a los puntos de luz.
- La distribución desde los cuadros hasta los puntos de luz se realiza mediante canalización subterránea con una sección de 50 cm de ancho y 100 cm de alto. Los cruces de las calzadas se realizarán mediante tuberías hincadas.
- En cada punto de luz se ha dispuesto una arqueta para la conexión del punto de luz a la línea de distribución, la cual está conectada con los tubos insertados en la cimentación del báculo o columna para facilitar la conexión de la luminaria.

4.3. CÁLCULO DE LA INVERSIÓN

La inversión a realizar es el coste de las obras que componen la actuación. El resumen del presupuesto de las mismas para cada alternativa es el siguiente:

ILUMINACION - VSAP				
Unidad	Descripción	Medición	Coste unitario	Coste total
ud	Montaje o desmontaje de luminaria cerrada ip-65 con equipo auxiliar en a.f. con lámpara v.s.a.p. de cualquier potencia, y elementos necesarios para su correcta sujeción a poste.	20,000	32,08	641,60
ud	Suministro y montaje de luminaria cerrada ip-65 con equipo auxiliar en a.f. con lámpara v.s.a.p. de 250 w y elementos necesarios para su correcta sujeción a poste.	33,00	239,64	7.908,12
ud	Suministro y montaje de proyector. con lámpara v.s.a.p. de 400 w y elementos necesarios para su correcta sujeción a poste.	10	389,84	3.898,40
ud	Suministro y montaje de columna troncocónica en chapa de acero galvanizada, tipo am-10, de h=10 m para soporte de una luminaria, macizo hormigón de apoyo y caja de derivación .	43,00	331,85	14.269,55
ud	Desmontaje de columna o báculo troncocónico de chapa de acero galvanizado de cualquier altura modelo y numero de luminarias tipo am-10	20,00	89,86	1.797,20
m.	Suministro y montaje de cable tipo dn 0,6/1 kv (s/une 21.123) de cobre clase 5 de 1x6 mm2 de sección.	5.376,00	1,13	6.074,88
m.	Suministro y montaje de cable tipo dn 0,6/1 kv (s/une 21.123) de cobre clase 5 de 1x10 mm2 de sección.	2.012,00	1,56	3.138,72
	Suministro y montaje de cable tipo dn 0,6/1 kv (s/une 21.123) de cobre clase 5 de 1x16 mm2 de sección.	2.944,00	2,07	6.094,08
m.	Suministro y montaje de tubería de pvc corrugado flexible (s/une-20.432) de diámetro 90 mm tendido en zanja existente tal y como se indica en el pliego de condiciones del proyecto.	3.254,00	2,08	6768.32
m.	Excavación de zanja y posterior relleno para tubería en canalización eléctrica, fuera de acera de nueva construcción, o fuera de firme de nueva construcción con disposición longitudinal.	673,00	28,49	19.173.77
m.	Excavación de zanja y posterior relleno para tubería en canalización eléctrica, bajo acera de de nueva construcción o en firme de nueva construcción con disposición longitudinal.	216,00	21,24	4.587,84

ud	Arqueta registrable en base de columna o báculo, de dimensiones interiores 0,4x0,4x1 m. incluso excavación, encofrado, hormigón h-200.	43,000	242,26	10.417,18
ud	Arqueta pref. registrable de 0,5x0,5 m y 0,5 m de profundidad, para derivaciones, acometidas o cruces de calzada.	6,000	200,08	4.001,6
ud	Pica de puesta a tierra en material de acero-cobre con alma de acero. incluye grapa de conexión y conductor de cobre de 35 mm2 de sección para su unión a poste.	43,000	21,03	904,29
m.	Suministro y montaje de cable conductor de cobre desnudo para puesta a tierra de 35 mm2 de sección, incluso soldaduras aluminotérmicas de unión, grapas de derivación y otros accesorios	2.583,00	2,07	5346,81
UD	Regulador de flujo estático de 21 kva montado en armario	1,000	8.105,67	8.105,67
TOTAL:				103.128,03

El presupuesto de la alternativa LED se extrae del documento Presupuesto del presente proyecto. Cuyo resumen se muestra a continuación dividido en Obra civil, Instalación eléctrica y la partida correspondiente a Seguridad y Salud.

ILUMINACION - LED				
Unidad	Descripción	Medición	Coste unitario	Coste total
ud	Montaje o desmontaje de luminaria cerrada ip-65 con equipo auxiliar en a.f. con lámpara v.s.a.p. de cualquier potencia, y elementos necesarios para su correcta sujeción a poste.	20,000	32,08	641,60
ud	Suministro y montaje de proyector con lámpara led de 244 w y elementos necesarios para su correcta sujeción a poste	13,000	1.368,38	17.788,94
ud	Suministro y montaje de luminaria con lámpara led de 120 w y elementos necesarios para su correcta sujeción a poste	23,000	1.260,32	28.987,36
ud	Suministro y montaje de báculo troncocónico en chapa de acero galvanizado, tipo am-10, h=112 m de un brazo, para soporte de una luminaria, macizo de hormigón de apoyo y caja derivación.	36,000	444,47	16.000,92

ud	Desmontaje de columna o báculo troncocónico de chapa de acero galvanizado de cualquier altura modelo y numero de luminarias tipo am-10	20,000	89,86	1.797,20
m.	Suministro y montaje de cable tipo dn 0,6/1 kv (s/une 21.123) de cobre clase 5 de 1x6 mm2 de sección.	5.376,00	1,13	6.074,88
m.	Suministro y montaje de cable tipo dn 0,6/1 kv (s/une 21.123) de cobre clase 5 de 1x10 mm2 de sección.	2.012,00	1,56	3.138,72
	Suministro y montaje de cable tipo dn 0,6/1 kv (s/une 21.123) de cobre clase 5 de 1x16 mm2 de sección.	2.944,00	2,07	6.094,08
m.	Suministro y montaje de tubería de pvc corrugado flexible (s/une-20.432) de diámetro 90 mm tendido en zanja existente tal y como se indica en el pliego de condiciones del proyecto.	3.254,00	2,08	6.768,32
m.	Excavación de zanja y posterior relleno para tubería en canalización eléctrica, fuera de acera de nueva construcción, o fuera de firme de nueva construcción con disposición longitudinal.	673,00	28,49	19.173,77
m.	Excavación de zanja y posterior relleno para tubería en canalización eléctrica, bajo acera de nueva construcción o en firme de nueva construcción con disposición longitudinal.	216,00	21,24	4.587,84
ud	Arqueta registrable en base de columna o báculo, de dimensiones interiores 0,4x0,4x1 m. incluso excavación, encofrado, hormigón h-200.	43,000	242,26	10.417,18
ud	Arqueta pref. registrable de 0,5x0,5 m y 0,5 m de profundidad, para derivaciones, acometidas o cruces de calzada.	6,000	200,08	1.200,48
ud	Pica de puesta a tierra en material de acero-cobre con alma de acero. incluye grapa de conexión y conductor de cobre de 35 mm2 de sección para su unión a poste.	43,000	21,03	904,29
m.	Suministro y montaje de cable conductor de cobre desnudo para puesta a tierra de 35 mm2 de sección, incluso soldaduras aluminotérmicas de unión, grapas de derivación y otros accesorios	2.583,00	2,07	5346,81
UD	Regulador de flujo estático de 21 kva montado en armario	1,000	8.105,67	8.105,67
TOTAL:				137.028,062

4.4. DETERMINACIÓN DE LOS GASTOS DE CONSUMO ENERGÉTICO

El consumo de energía total anual de la instalación de alumbrado se obtiene:

- Potencia instalada (kW): es la suma de las potencias de todas las lámparas de la instalación más las de los equipos auxiliares.

- Número anual de horas de funcionamiento: varía en función de las horas de luz diurna, siendo mayor el periodo de encendido en invierno y menor en verano. Para la presente instalación, los periodos de funcionamiento aproximados serán:

- Enero-Febrero: 18:30 a 8:00 horas.
- Marzo-Abril: 20:30 a 7:30 horas.
- Mayor-Agosto: 21:30 a 6:30 horas.
- Septiembre-Octubre: 20:30 a 7:30 horas.
- Noviembre-Diciembre: 18:30 a 8:00 horas.

Lo que significa un total de 4.069 horas de funcionamiento al año.

- Plan de explotación: dadas las diferentes características de regulación y de iluminación existentes entre el VSAP y el LED se definen dos planes de explotación distintos para cada alternativa. En el plan de explotación se definen los niveles luminoso que se van a aplicar en cada franja en función de la IMD y la luz solar existente en cada una de ellas. El plan de explotación para las características de tráfico de la carretera, se estima que debe ser el siguiente:

- Alternativa 1 VSAP.
 - o Entre las 24 h y las 6 h: nivel luminoso reducido al 70%.
 - o Resto del tiempo: nivel luminoso al 100%.
- Alternativa 2 LED.
 - o Entre las 24 h y las 2 h y entre las 4 h y las 6 h: nivel luminoso reducido al 70%.
 - o Entre las 2h y las 4h: nivel luminoso reducido al 25%.
 - o Resto del tiempo: nivel luminoso al 100%.

- Consumo teórico (kWh): es el producto de la potencia en funcionamiento por el número anual de horas correspondiente, al que se le aplica un factor de corrección para tener en cuenta las pérdidas de la instalación.

- Coste fijo anual de la instalación: se obtiene multiplicando la potencia total contratada, teniendo en cuenta las pérdidas (kW), por el coste del kW/mes por los 12 meses del año.

- Coste variable: es el producto del consumo teórico (kWh) por el coste del kWh.

- Coste total: es la suma de los costes fijos más los costes variables.

Para la **alternativa VSAP**, se obtiene lo siguiente:

- Potencia instalada: $(33 \text{ ud.} \times 250) + (10 \text{ ud.} \times 400) \text{ W/ud} \times 1,10 = 13,475 \text{ kW}$ (el consumo de los equipos auxiliares suele ser un 10% del consumo de la lámpara).

- Número de horas de funcionamiento = 4.069 h, obtenido a partir del plan de explotación.

- Consumo teórico (potencia instalada x nº de horas en cada régimen de funcionamiento) = $13,475 \text{ kW} \times 1,07 \times [123 \text{ días/año (mayo-agosto)} \times (6 \text{ h} \times 70\% + 3 \text{ h} \times 100\%) + 61 \text{ días/año (marzo-abril)} \times (6 \text{ h} \times 70\% + 5 \text{ h} \times 100\%) + 120 \text{ días/año (noviembre-febrero)} \times (6 \text{ h} \times 70\% + 7,5 \text{ h} \times 100\%) + 61 \text{ días/año (septiembre-octubre)} \times (6 \text{ h} \times 70\% + 5 \text{ h} \times 100\%)] = 49.195,61 \text{ kWh/año}$ (se ha multiplicado por 1,07 para considerar las pérdidas de la instalación).

- Coste fijo: $13,475 \text{ kW} \times 1,07 \times 2.51 \text{ €/mes y kW} \times 12 \text{ meses/año} = 434,28 \text{ €/año}$

- Coste variable: $49.195,61 \text{ kWh/año} \times 0,12 \text{ €/kWh} = 5.903,47 \text{ €/año}$

Para la **alternativa LED**, se obtiene lo siguiente:

- Potencia instalada: $[(23 \text{ ud.} \times 120 \text{ W/ud}) + (13 \text{ ud} \times 244 \text{ W/ud})] \times 1,10 = 6,52 \text{ kW}$
(el consumo de los equipos auxiliares suele ser un 10% del consumo de la lámpara).
- Número de horas de funcionamiento = 4.069 h, obtenido a partir del plan de explotación.
- Consumo teórico (potencia instalada x nº de horas en cada régimen de funcionamiento) = $6,52 \text{ kW} \times 1,07 \times [123 \text{ días/año (mayo-agosto)} \times (2\text{h} \times 25\% + 4 \text{ h} \times 70\% + 3\text{h} \times 100\%) + 61 \text{ días/año (marzo-abril)} \times (2\text{h} \times 25\% + 4 \text{ h} \times 70\% + 5\text{h} \times 100\%) + 120 \text{ días/año (noviembre-febrero)} \times (2\text{h} \times 25\% + 4 \text{ h} \times 70\% + 7,5\text{h} \times 100\%) + 61 \text{ días/año (septiembre-octubre)} \times (2\text{h} \times 25\% + 4 \text{ h} \times 70\% + 5\text{h} \times 100\%)] = 23.803,74 \text{ kWh/año}$ (se ha multiplicado por 1,07 para considerar las pérdidas de la instalación).

- Coste fijo: $6,52 \text{ kW} \times 1,07 \times 2.51 \text{ €/mes y kW} \times 12 \text{ meses/año} = 210,129 \text{ €/año}$
- Coste variable: $23.803,74 \text{ kWh/año} \times 0,12 \text{ €/kWh} = 2.856,45 \text{ €/año}$

Los costes de explotación anuales finales de cada alternativa son los siguientes:

- Alternativa VSAP: $434,28 \text{ €/año} + 5.903,47 \text{ €/año} = 6.337,75 \text{ €/año}$
- Alternativa LED: $210,129 \text{ €/año} + 2.856,45 \text{ €/año} = 3.066,58 \text{ €/año}$

4.5. DETERMINACIÓN DE LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO

Los gastos de mantenimiento responden a las operaciones de mantenimiento programado (preventivo) y las operaciones de mantenimiento correctivo. Las principales operaciones de mantenimiento programado son las revisiones y mediciones de la instalación, la limpieza de las luminarias y la sustitución de las lámparas y equipos auxiliares al final de su vida útil.

Las principales operaciones de mantenimiento correctivo son las de sustitución de lámparas y equipos averiados antes del fin de su vida útil y reparación de otros elementos de la instalación que sufran averías.

4.5.1. Operaciones de mantenimiento preventivo

4.5.1.1. Revisiones y mediciones

El seguimiento del Plan de mantenimiento preventivo en la instalación, que consta de tareas de revisión y medición diarias, mensuales, bimestrales, semestrales, anuales y quinquenales, se traduce en:

- 1 operario x 1 hora x 365 días/año con una furgoneta.
- 2 operarios 50 días/año con un camión cesta.

Se supone un coste anual de 4,730.40 €, tanto en la alternativa de luminarias VSAP con en la alternativa de luminarias LED.

4.5.1.2. Limpieza de luminarias

Suponiendo que la limpieza se realiza con un camión cesta, una furgoneta y 3 operarios con un rendimiento de 50 luminarias al día, resulta un coste unitario de 12 €/ud.

- Alternativa VSAP. Se considera necesaria una limpieza anual de cada una de las luminarias de VSAP: $43 \text{ ud/año} \times 12 \text{ €/ud.} = 516 \text{ €/año.}$
- Alternativa LED. Las luminarias LED requieren menor mantenimiento, por lo que se considera necesaria su limpieza cada 2 años. En el caso de estudio: $0,5 \times 36 \text{ ud/año} \times 12 \text{ €/ud.} = 216 \text{ €/año.}$

4.5.1.3. Reposición de lámparas y equipos al final de su vida útil

- Alternativa VSAP. La vida útil de las lámparas VSAP es de 5 años aproximadamente (20.000 horas). Teniendo en cuenta que el periodo de estudio es de 20 años, será necesario sustituirlas 3 veces a lo largo del mismo. Para los equipos auxiliares se estima una vida de 40.000 horas, es decir, habrá que sustituirlos cada 10 años, una vez en el periodo. Tomando como coste de sustitución de lámparas VSAP 31 €, el coste total de sustitución de las lámparas será: $43 \text{ ud} \times 31 \text{ €/ud} \times 3 = 3.999 \text{ €}$, que se acometerá en 3 desembolsos de 1,333€ en los años 5, 10 y 15. El coste de sustitución de elemento auxiliares será de $43 \text{ ud} \times 35 \text{ €/ud} = 1.505 \text{ €}$. Estos costes están calculados para el año 1, por lo que es necesario aplicarles la inflación, estimada en un 3 % anual.

- Alternativa LED. Debido a que el periodo de estudio, que es de 20 años, coincide aproximadamente con la vida útil de las lámparas LED (60.000 horas funcionamiento al 100%, hay que tener en cuenta que de las 4.069 horas de funcionamiento anuales sólo el 46 % del tiempo lo hace al 100%), no será necesario reponerlas durante el periodo de estudio. En cuanto a los equipos auxiliares son válidas las estimaciones hechas en la alternativa 1: $36 \text{ ud} \times 35 \text{ €/ud} = 1.260 \text{ €}$. Estos costes están calculados para el año 1, por lo que es necesario aplicarles la inflación, estimada en un 3 % anual.

4.5.2. Operaciones de mantenimiento correctivo

4.5.2.1. Reposición de lámparas averiadas

Aunque los fabricantes garantizan la vida útil de las lámparas en cado de VSAP y de los LED, lógicamente siempre será necesaria alguna sustitución.

- Alternativa 1. A efecto de este estudio se considera que al año se tendrán que sustituir el 1% de las lámparas VSAP instaladas. Estimando unos costes de sustitución de lámparas VSAP 31 €, los costes resultantes son: $0,01 \times 43 \text{ ud/año} \times 31 \text{ €/ud} = 13,33 \text{ €/año}$.

- Alternativa 2. Se considera que al año se estropearán el 0,20% de las luminarias LED instaladas. En este caso es necesario sustituir la luminaria completa en la mayoría de los casos. Estimando unos costes de sustitución de la luminaria de LED, como media entre los dos tipos empleados, de 1.107,87 €, los costes resultante son: $0,002 \times 36 \text{ ud/año} \times 1.107,87 \text{ €/ud} = 79,77 \text{ €/año}$.

4.5.2.2. Reposición de equipos auxiliares

Se pueden suponer una faltas del 0,50% de los equipos auxiliares para las dos alternativas: El coste de reparación de elementos auxiliares será de:

- Alternativa 1. $0,005 \times 43 \text{ ud/año} \times 35 \text{ €/ud} = 7,53 \text{ €/año}$.

- Alternativa 2. $0,005 \times 36 \text{ ud/año} \times 35 \text{ €/ud} = 6,30 \text{ €/año}$.

4.5.3. Gastos de mantenimiento

Por tanto, los costes totales anuales de mantenimiento para cada una de las alternativas son los siguientes:

- Alternativa 1. VSAP: $4.730,40 \text{ €/año} + 516 \text{ €/año} + 13,33 \text{ €/año} + 7,53 \text{ €/año} = 5.267,26 \text{ €/año}$. Además se acometerán 3 desembolsos de 1,333 € en los años 5, 10 y 15 y otro de 1,505 € en el año 10, correspondiente a la reposición de lámparas u equipos auxiliares al final de su vida útil. Estos costes están calculados para el año 1, por lo que es necesario aplicarles la inflación, estimada en un 3% anual.

- Alternativa 2. LED: $4.730,40 \text{ €/año} + 216 \text{ €/año} + 79,77 \text{ €/año} + 6,30 \text{ €/año} = 5.032,47 \text{ €/año}$. Además se acometerá un desembolso de 1,260 € en el año 10, correspondiente a la reposición de equipos auxiliares al final de su vida útil. Estos costes están calculados para el año 1, por lo que es necesario aplicarles la inflación, estimada en un 3% anual.

4.6. ANÁLISIS DE RENTABILIDAD

El análisis económico se realiza en base a los flujos de gastos de cada una de las alternativas a lo largo del periodo de estudio, actualizándolos al año de puesta en servicio, lo que nos da el valor actual neto (VAN) de dichos flujos para cada alternativa.

En principio, resultará más favorable desde el punto de vista económico la alternativa cuyo VAN sea menor, ya que significará que es la que al final de su vida útil ha necesitado menos desembolsos actualizados al año de puesta en servicio; ahora bien, éste no es el único criterio que debe tenerse en cuenta, también conviene analizar qué porcentaje representa la inversión inicial con respecto al total de los desembolsos y si éstos tienen una distribución a lo largo de los años que pueda ocasionar algún problema.

- Plazo: el periodo de estudio considerado es de 20 años.
- Tasa de actualización: se ha previsto una tasa anual única como media para todo el periodo del 5%, que es la rentabilidad que se estima que tendrá como media la deuda del estado en los 20 años.
- Inflación: se ha considerado una inflación anual media del 3% para todos los años.

4.6.1. Inversión inicial

Como inversión inicial se ha considerado los presupuestos de las obras de las 2 alternativas:

- Alternativa 1: 103.128,03 €.
- Alternativa 2: 137.028,062 €.

Se considera que toda la inversión se realiza durante el año anterior al de puesta en servicio (año 0), por lo que la valoración de las alternativas se ha realizado en euros de dicho años.

4.6.2. Gastos de explotación. Consumo de energía

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, los gastos de explotación para ambas alternativas en el año de puesta en servicio son:

- Alternativa 1 VSAP: 6.337,75 €/año
- Alternativa 2 LED: 3.066,58 €/año

Para el resto de los años, se considera que los gastos de explotación se incrementan con la inflación en un 3%.

4.6.3. Gastos de mantenimiento

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, los gastos de mantenimiento para cada una de las alternativas son:

- Alternativa 1. VSAP: 5,267.26 €/año. Además se acometerán 3 desembolsos de 1,333 € en los años 5, 10 y 15 y otro de 1,505 € en el año 10, correspondiente a la reposición de lámparas u equipos auxiliares al final de su vida útil.
- Alternativa 2. LED: 5.032,47 €/año. Además se acometerá un desembolso de 1,260 € en el año 10, correspondiente a la reposición de equipos auxiliares al final de su vida útil.

4.6.4. Conclusión

De acuerdo con las consideraciones anteriores, se han elaborado los cuadros de flujos que se adjuntan y de los que se extraen las siguientes conclusiones:

- VAN Alternativa 1 VSAP: 292.774,17 €.
- VAN Alternativa 2 LED: 267.333,23 €.

Reordenación de accesos en la carretera N-634 del P.K 103+200 al P.K 104+200 (Mercadillo-Irubide) en Galdakao																						
ALTERNATIVA 1 VSAP																						
FLUJOS ECONOMICOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	
INVERSIÓN																						
Coste de las obras	103128,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103128,03
TOTAL INVERSIÓN:	103128,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103128,03
GASTOS DE EXPLOTACIÓN																						
Consumos eléctricos	0	6337,75	6527,8825	6723,71898	6925,43054	7133,19346	7347,189264	7567,60494	7794,63309	8028,47208	8269,32625	8517,40603	8772,92821	9036,11606	9307,19954	9586,41553	9874,00799	10170,2282	10475,3351	10789,5951	11113,283	170297,7159
TOTAL GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	6337,75	6527,8825	6723,71898	6925,43054	7133,19346	7347,189264	7567,60494	7794,63309	8028,47208	8269,32625	8517,40603	8772,92821	9036,11606	9307,19954	9586,41553	9874,00799	10170,2282	10475,3351	10789,5951	11113,283	170297,7159
GASTOS DE MANTENIMIENTO																						
Mantenimiento preventivo																						
Revisiones y mediciones	0	4730,4	4872,312	5018,48136	5169,0358	5324,10687	5483,830081	5648,34498	5817,79533	5992,32919	6172,09907	6357,26204	6547,9799	6744,4193	6946,75188	7155,15443	7369,80907	7590,90334	7818,63044	8053,18935	8294,78503	127107,6195
Limpieza de luminarias	0	516	531,48	547,4244	563,847132	580,762546	598,1854223	616,130985	634,614915	653,653362	673,262963	693,460852	714,264677	735,692618	757,763396	780,496298	803,911187	828,028523	852,869378	878,45546	904,809123	13865,11324
Reposición de lámparas al final de su vida útil	0	0	0	0	0	1492,96	0	0	0	0	1716,904	0	0	0	0	1974,4396	0	0	0	0	0	5184,3036
Reposición de equipos al final de su vida útil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1956,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1956,5
Mantenimiento correctivo																						
Reposición de lámparas averiadas	0	13,33	13,7299	14,141797	14,5660509	15,0030324	15,45312341	15,9167171	16,3942186	16,8860452	17,3926265	17,9144053	18,4518375	19,0053926	19,5755544	20,162821	20,7677057	21,3907368	22,0324589	22,6934327	23,3742357	358,1820919
Reposición de equipos auxiliares	0	7,53	7,7559	7,988577	8,22823431	8,47508134	8,729333779	8,99121379	9,26095021	9,53877871	9,82494207	10,1196903	10,423281	10,7359795	11,0580589	11,3898006	11,7314946	12,0834395	12,4459427	12,819321	13,2039006	202,3339199
TOTAL GASTOS DE MANTENIMIENTO:	0	5267,26	5425,2778	5588,03613	5755,67722	7421,30753	6106,197961	6289,3839	6478,06542	6672,40738	10545,9836	7078,75699	7291,1197	7509,85329	7735,14889	9941,64295	8206,21945	8452,40604	8705,97822	8967,15757	9236,17229	148674,0523
TOTAL GASTOS:	103128,03	11605,01	11953,1603	12311,7551	12681,1078	14554,501	13453,38722	13856,9888	14272,6985	14700,8795	18815,3098	15596,163	16064,0479	16545,9693	17042,3484	19528,0585	18080,2274	18622,6343	19181,3133	19756,7527	20349,4553	422099,7982
TOTAL VAN:	103128,03	11052,3905	10841,8688	10635,357	10432,7787	11403,8324	10039,12468	9847,90326	9660,32415	9476,31798	11550,9681	9118,75351	8945,06296	8774,68081	8607,54404	9393,33002	8282,76051	8124,99365	7970,23186	7818,41792	7669,49568	292774,1664
ALTERNATIVA 2 LED																						
FLUJOS ECONOMICOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	
INVERSIÓN																						
Coste de las obras	137028,062	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137028,062
TOTAL INVERSIÓN:	137028,062	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	137028,062
GASTOS DE EXPLOTACIÓN																						
Consumos eléctricos	0	3066,58	3158,5774	3253,33472	3350,93476	3451,46281	3555,006691	3661,65689	3771,5066	3884,6518	4001,19135	4121,22709	4244,8639	4372,20982	4503,37611	4638,4774	4777,63172	4920,96067	5068,58949	5220,64718	5377,26659	82400,153
TOTAL GASTOS DE EXPLOTACIÓN	0	3066,58	3158,5774	3253,33472	3350,93476	3451,46281	3555,006691	3661,65689	3771,5066	3884,6518	4001,19135	4121,22709	4244,8639	4372,20982	4503,37611	4638,4774	4777,63172	4920,96067	5068,58949	5220,64718	5377,26659	82400,153
GASTOS DE MANTENIMIENTO																						
Mantenimiento preventivo																						
Revisiones y mediciones	0	4730,4	4872,312	5018,48136	5169,0358	5324,10687	5483,830081	5648,34498	5817,79533	5992,32919	6172,09907	6357,26204	6547,9799	6744,4193	6946,75188	7155,15443	7369,80907	7590,90334	7818,63044	8053,18935	8294,78503	127107,6195
Limpieza de luminarias	0	216	222,48	229,1544	236,029032	243,109903	250,4032	257,915296	265,652755	273,622338	281,831008	290,285938	298,994516	307,964352	317,203282	326,719381	336,520962	346,616591	357,015089	367,725541	378,757307	5804,00089
Reposición de lámparas al final de su vida útil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reposición de equipos al final de su vida útil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1638	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1638
Mantenimiento correctivo																						
Reposición de lámparas averiadas	0	79,77	82,1631	84,627993	87,1668328	89,7818378	92,47529291	95,2495517	98,1070382	101,050249	104,081757	107,20421	110,420336	113,732946	117,144934	120,659282	124,279061	128,007433	131,847656	135,803085	139,877178	2143,449773
Reposición de equipos auxiliares	0	6,3	6,489	6,68367	6,8841801	7,0907055	7,303426668	7,52252947	7,74820535	7,98065151	8,22007106	8,46667319	8,72067339	8,98229359	9,25176239	9,52931527	9,81519472	10,1096506	10,4129401	10,7253283	11,0470881	169,2833593
TOTAL GASTOS DE MANTENIMIENTO:	0	5032,47	5183,4441	5338,94742	5499,11585	5664,08932	5834,012001	6009,03236	6189,30333	6374,98243	8204,2319	6763,21886	6966,11543	7175,09889	7390,35186	7612,06241	7840,42429	8075,63701	8317,90612	8567,44331	8824,46661	136862,3535
TOTAL GASTOS:	137028,062	8099,05	8342,0215	8592,28215	8850,05061	9115,55213	9389,018691	9670,68925	9960,80993	10259,6342	12205,4233	10884,446	11210,9793	11547,3087	11893,728	12250,5398	12618,056	12996,5977	13386,4956	13788,0905	14201,7332	356290,5685
TOTAL VAN:	137028,062	7713,38095	7566,45941	7422,33637	7280,95854	7142,27361	7006,230307	6872,7783	6741,86824	6613,4517	7493,0711	6363,91012	6242,69279	6123,78435	6007,14084	5892,71911	5780,47684	5670,37252	5562,36542	5456,41561	5352,48388	267333,232

5. CONCLUSIONES

Una vez analizadas los resultados mostrados en el apartado anterior, se deduce que la Alternativa 2 – LED es la más rentable a largo plazo. El desembolso en el año de construcción es mayor que el de la Alternativa 1 – VSAP, sin embargo, al final de su vida útil se necesitará más desembolsos actualizados al año de puesto en servicio respecto a la Alternativa 2 – LED. Por lo tanto, debido al criterio económico y energético, por la mayor eficiencia energética de la instalación de LED, se empleará en el presente proyecto la Alternativa 2 – LED.

Se proyectará una red de alumbrado que asegure en todo momento los niveles lumínicos adecuados, mediante la colocación de 36 luminarias herméticas de LED de dos potencias diferentes, 23 luminarias de 120 W y 13 proyectores de 244 W, sobre columnas de doce metros en las rotondas. Se proyecta un nuevo centro de mando al cual conectar la red de iluminación en la rotonda en la intersección de la carretera BI-625 con la N-634, mientras que en la rotonda de Coca Cola la red se conectará al centro de mando existente en la zona.

Para el cálculo luminotécnico se clasifica la zona de proyecto como tipo B, menor de 60 km/h y una IMD mayor a 7.000. Con estos condicionantes se escoge la clase de alumbrado tipo ME2, donde la luminancia e iluminancia obtenida en el cálculo cumple con los requisitos mínimos recogidos en el R.D. 1980/2008, Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior. El R.D establece que en las carreteras dotadas de alumbrado público y la distancia de visión inferior a 60 metros, el nivel de iluminancia de las glorietas será un CE1.

El valor de la iluminancia media de la rotonda se obtiene en todos los casos un valor igual o superior a 30 lux.

APÉNDICE N° 13.1:
CALCULOS LUMINOTÉCNICOS

Rotondas y accesos Irubide

Rotondas y accesos Irubide / Lista de luminarias

15 Pieza	PHILIPS BGP625 120xLED-HB/NW OFR2 (Tipo 1) Nº de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 21385 lm Flujo luminoso (Lámparas): 23500 lm Potencia de las luminarias: 192.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 40 77 97 100 91 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).		
7 Pieza	PHILIPS BGP625 120xLED-HB/NW OFR4 (Tipo 1) Nº de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 21620 lm Flujo luminoso (Lámparas): 23500 lm Potencia de las luminarias: 192.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 39 72 96 100 92 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).		
13 Pieza	PHILIPS BVP650 G2 30K 1xEco/740 OFA52 Nº de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 26700 lm Flujo luminoso (Lámparas): 30000 lm Potencia de las luminarias: 244.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 45 90 99 100 89 Lámpara: 1 x ECO/740/- (Factor de corrección 1.000).		

Contact:
Custom nº: 234042199
Company:
Client nº:

Fecha: 29.10.2015
Proyecto elaborado por: Oficina técnica de proyectos LIAS

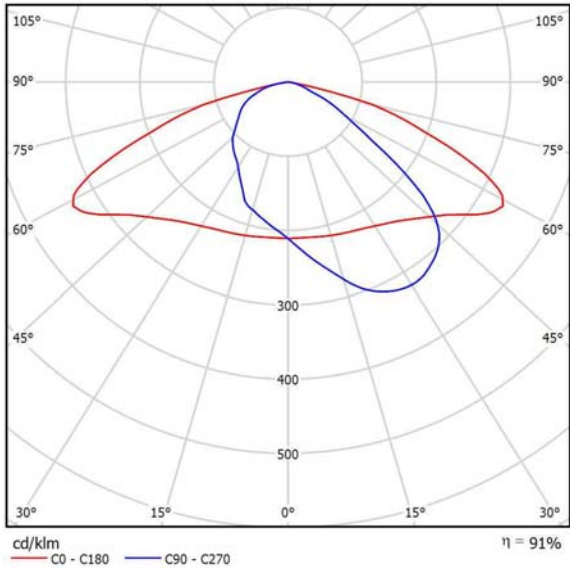
Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

PHILIPS BGP625 120xLED-HB/NW OFR2 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 40 77 97 100 91



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

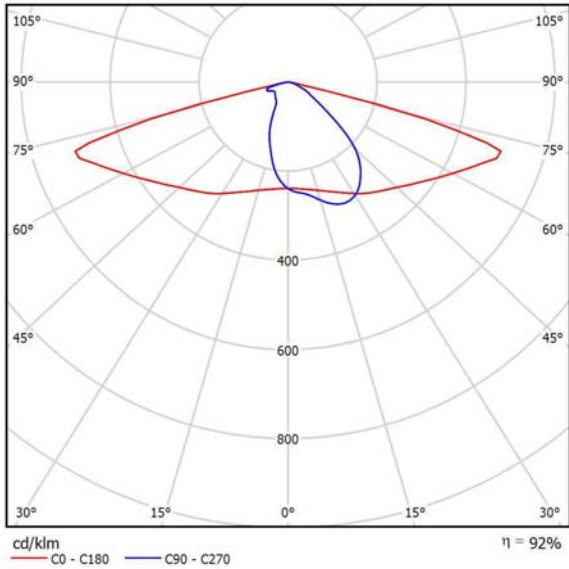
Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

PHILIPS BGP625 120xLED-HB/NW OFR4 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 39 72 96 100 92



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

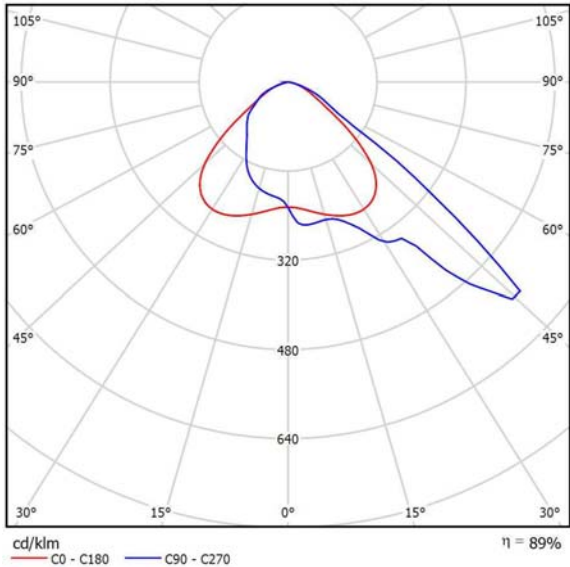
Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

PHILIPS BVP650 G2 30K 1xECO/740 OFA52 / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 45 90 99 100 89

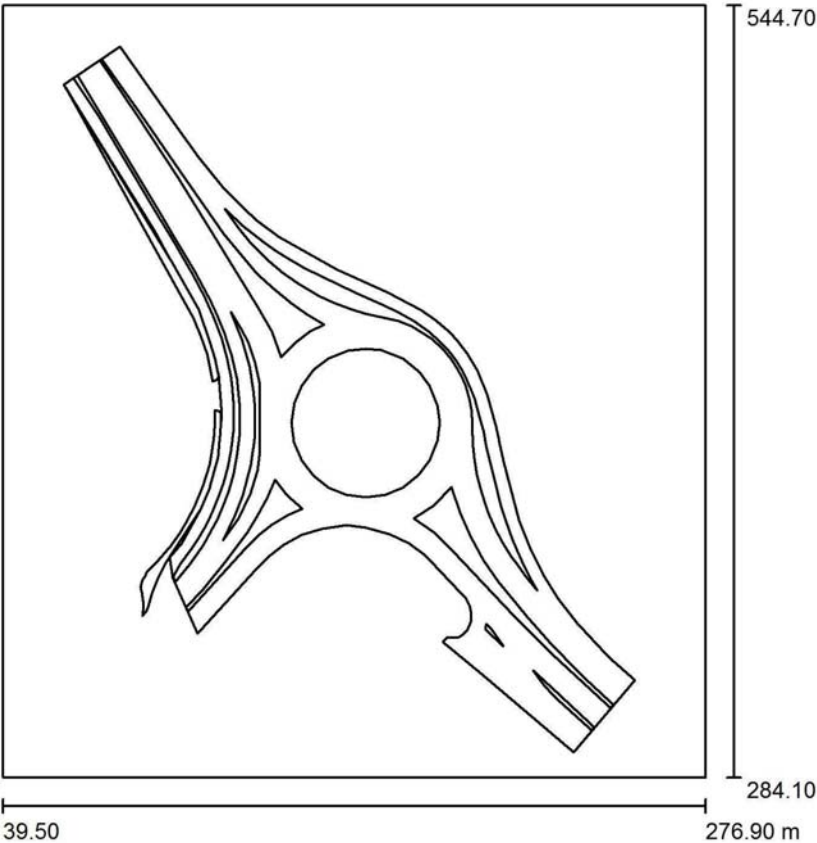
Emisión de luz 1:



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

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.85, ULR (Upward Light Ratio): 0.5% Escala 1:2416

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	PHILIPS BGP625 120xLED-HB/NW OFR2 (Tipo 1)* (1.000)	21385	23500	192.0
2	13	PHILIPS BVP650 G2 30K 1xECO/740 OFA52 (1.000)	26700	30000	244.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 667875	Total: 742500	6052.0

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Lista de luminarias

- 15 Pieza

PHILIPS BGP625 120xLED-HB/NW OFR2 (Tipo 1)

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 21385 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 23500 lm

Potencia de las luminarias: 192.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 40 77 97 100 91

Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).
- 13 Pieza

PHILIPS BVP650 G2 30K 1xECO/740 OFA52

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 26700 lm

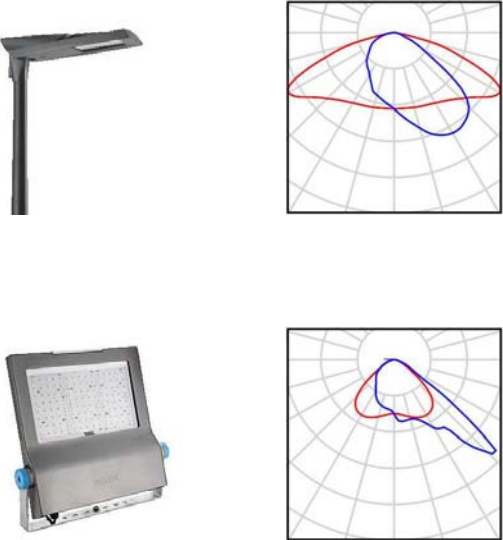
Flujo luminoso (Lámparas): 30000 lm

Potencia de las luminarias: 244.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

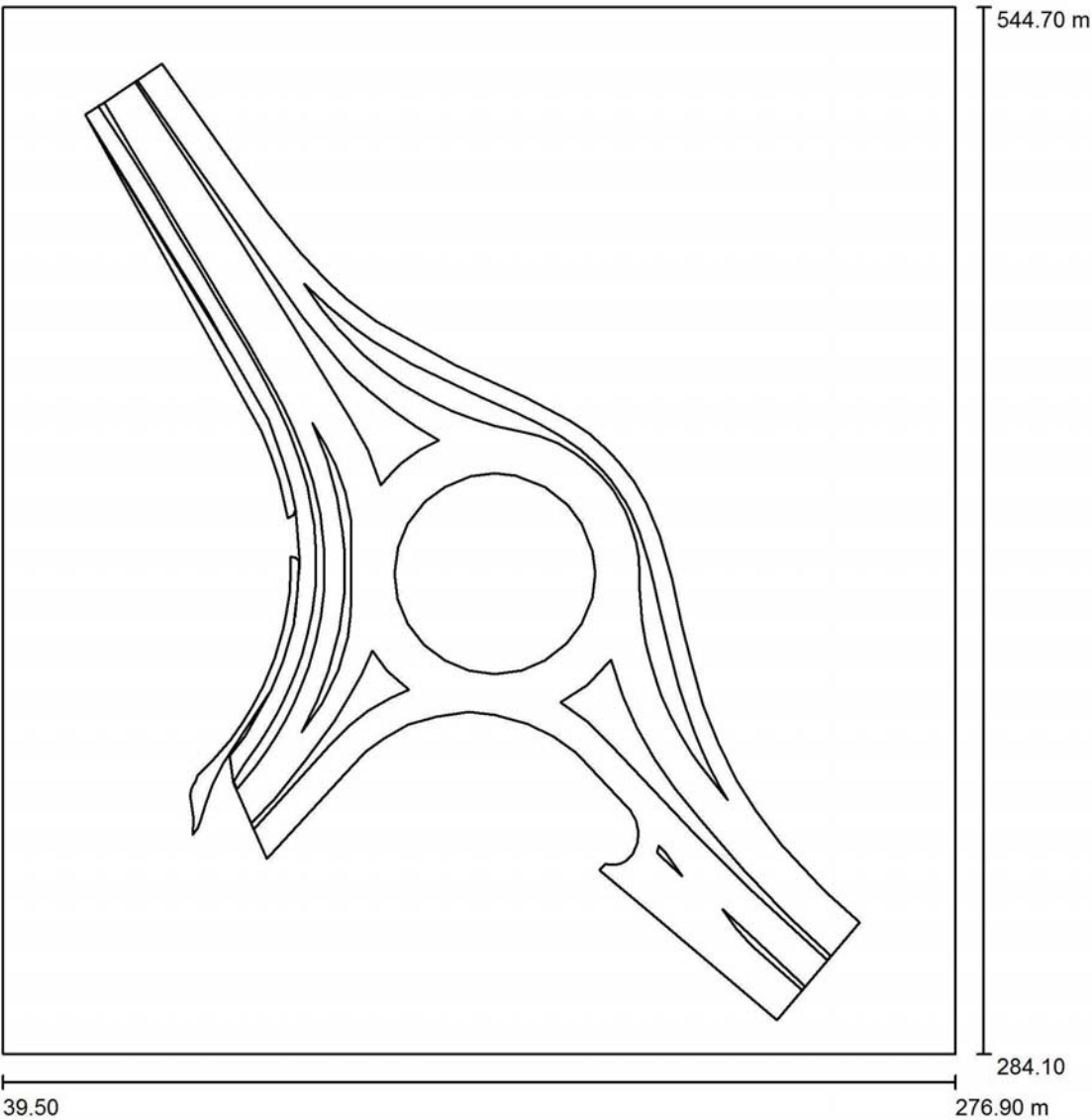
Código CIE Flux: 45 90 99 100 89

Lámpara: 1 x ECO/740/- (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

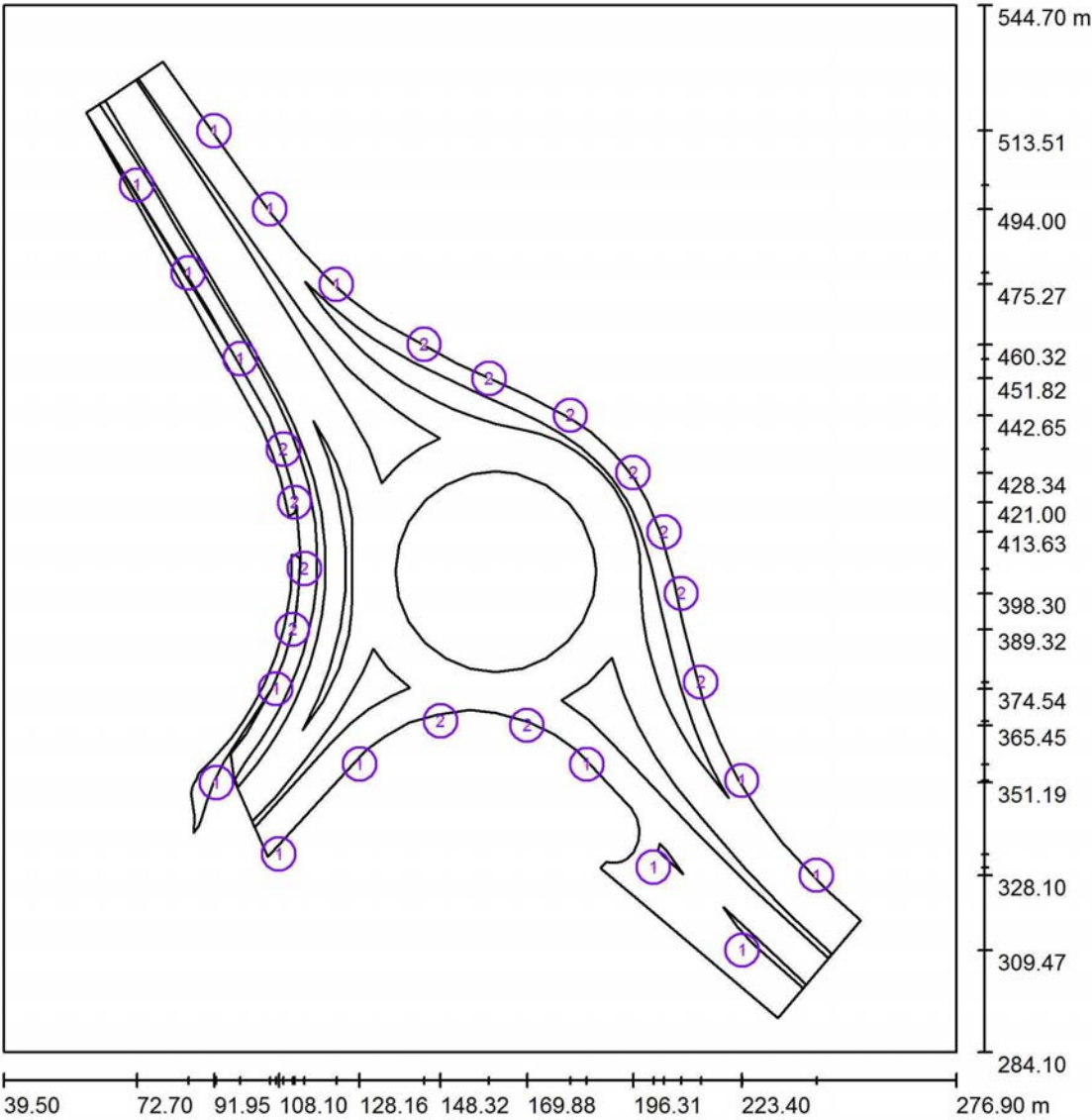
Rotonda 1 / Planta



Escala 1 : 1763

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1763

Lista de piezas - Luminarias

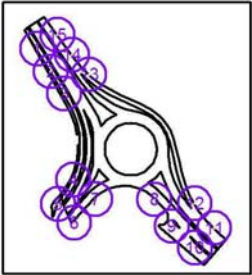
N°	Pieza	Designación
1	15	PHILIPS BGP625 120xLED-HB/NW OFR2 (Tipo 1)*
2	13	PHILIPS BVP650 G2 30K 1xEco/740 OFA52

*Especificaciones técnicas modificadas

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGP625 120xLED-HB/NW OFR2 (Tipo 1)
21385 lm, 192.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).

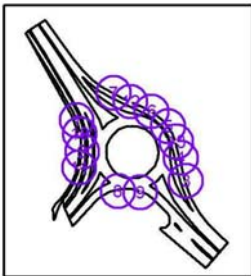


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	72.700	500.000	12.000	10.0	0.0	-57.5
2	85.533	478.109	12.000	10.0	0.0	-57.5
3	98.483	456.704	12.000	10.0	0.0	-57.5
4	107.305	374.541	12.000	10.0	0.0	-113.3
5	92.484	351.188	12.000	10.0	0.0	-132.5
6	108.100	333.400	12.000	10.0	0.0	51.6
7	128.160	355.800	12.000	10.0	0.0	51.6
8	184.767	355.733	12.000	10.0	0.0	-45.0
9	201.391	330.108	12.000	10.0	0.0	-45.1
10	223.510	309.469	12.000	10.0	0.0	-43.2
11	242.000	328.100	12.000	10.0	0.0	134.8
12	223.400	351.700	12.000	10.0	0.0	121.3
13	122.436	475.275	12.000	10.0	0.0	134.8
14	105.857	493.997	12.000	10.0	0.0	124.7
15	91.950	513.511	12.000	10.0	0.0	125.2

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Luminarias (lista de coordenadas)

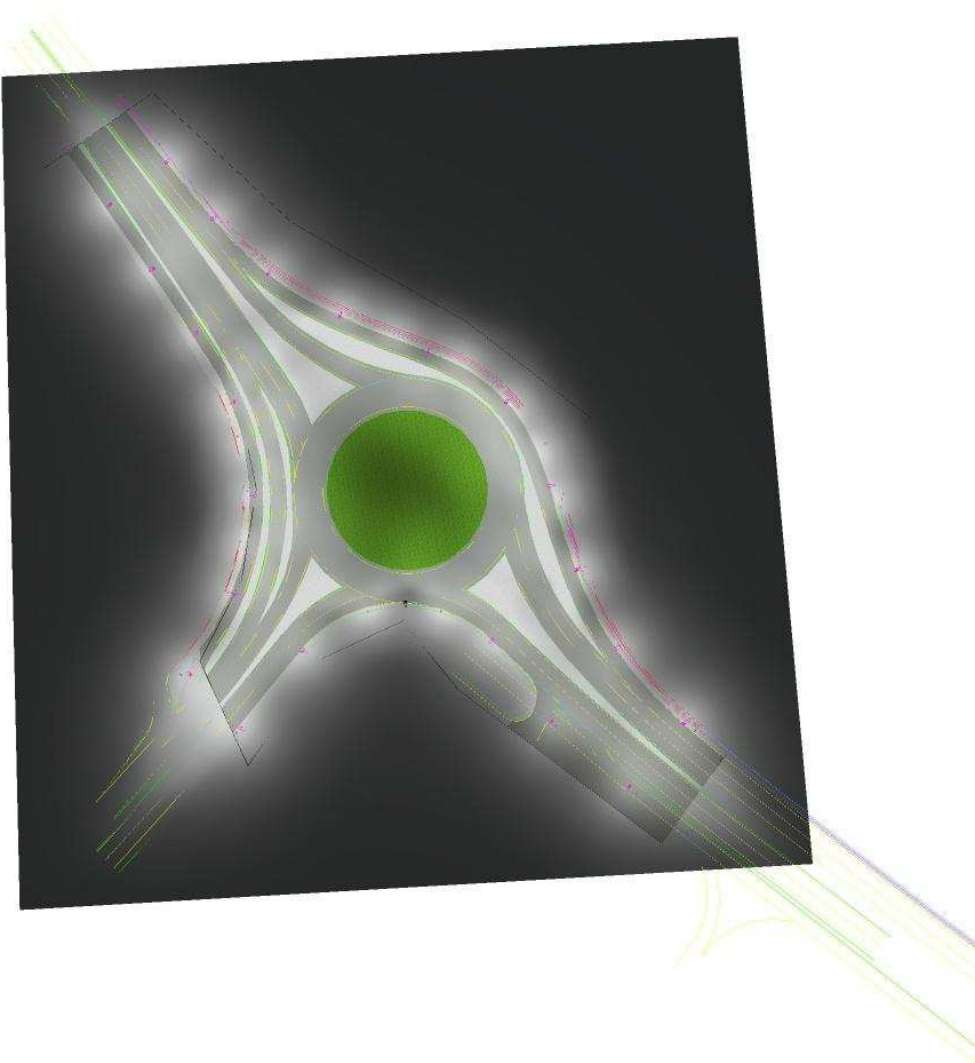
PHILIPS BVP650 G2 30K 1xEco/740 OFA52
26700 lm, 244.0 W, 1 x 1 x Eco/740/- (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	109.229	434.233	12.000	10.0	0.0	-70.1
2	114.470	404.478	12.000	20.0	0.0	-89.8
3	213.200	376.200	12.000	20.0	0.0	109.5
4	208.300	398.300	12.000	20.0	0.0	101.1
5	196.309	428.342	12.000	20.0	0.0	120.3
6	180.662	442.652	12.000	20.0	0.0	153.1
7	144.254	460.316	12.000	20.0	0.0	151.4
8	148.318	366.554	12.000	20.0	0.0	11.0
9	169.875	365.449	12.000	19.5	-4.5	-23.1
10	112.000	421.000	12.000	20.0	0.0	-92.6
11	111.506	389.315	12.000	20.0	0.0	-105.0
12	160.455	451.820	12.000	20.0	0.0	153.3
13	204.054	413.633	12.000	20.0	0.0	111.9

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

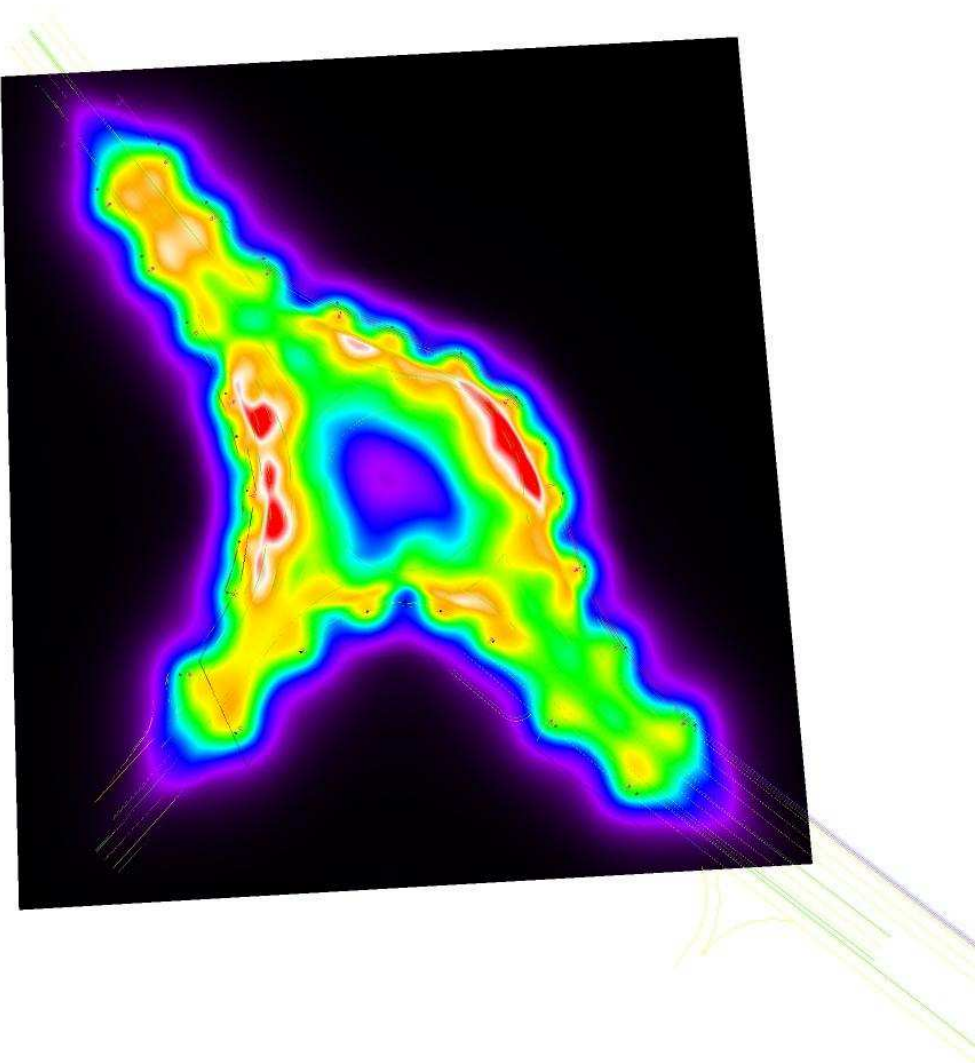
Rotonda 1 / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Rendering (procesado) de colores falsos

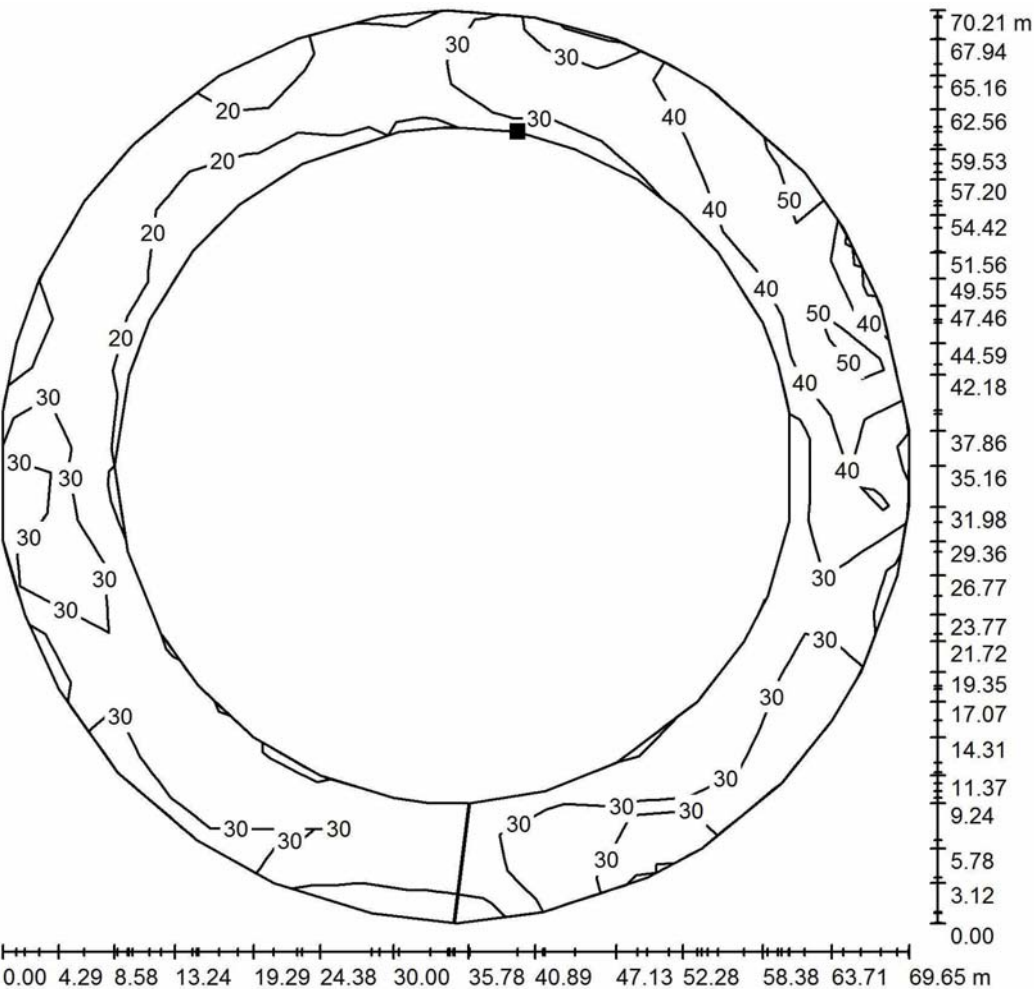


lx



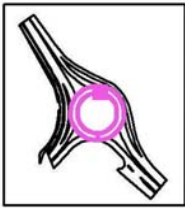
Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Rotonda 1 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 549

Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(166.900 m, 429.400 m, 0.000 m)

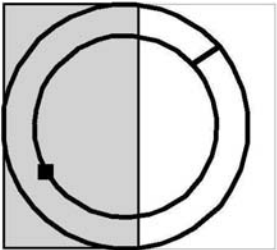


Trama: 18 x 18 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
32	17	57	0.530	0.302

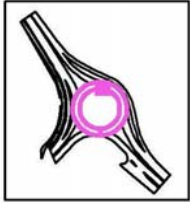
Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Rotonda 1 / Tabla (E, perpendicular)



sección actual
otras secciones

Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(166.900 m, 429.400 m, 0.000 m)



67.828	/	/	/	/	/	/	34	34	33	32
63.953	/	/	/	/	37	32	30	30	28	28
60.077	/	/	/	47	35	29	28	/	/	/
56.201	/	/	51	45	34	/	/	/	/	/
52.325	/	57	49	42	/	/	/	/	/	/
48.449	/	54	47	/	/	/	/	/	/	/
44.573	55	49	42	/	/	/	/	/	/	/
40.697	50	44	/	/	/	/	/	/	/	/
36.821	47	41	/	/	/	/	/	/	/	/
32.945	46	38	/	/	/	/	/	/	/	/
29.069	41	35	/	/	/	/	/	/	/	/
25.193	39	36	33	/	/	/	/	/	/	/
21.318	/	39	34	/	/	/	/	/	/	/
17.442	/	43	37	31	/	/	/	/	/	/
13.566	/	/	37	30	25	/	/	/	/	/
9.690	/	/	/	29	25	23	19	/	/	/
5.814	/	/	/	/	26	24	21	20	19	19
1.938	/	/	/	/	/	/	24	23	21	22
m	1.931	5.794	9.657	13.520	17.383	21.246	25.109	28.972	32.835	36.698

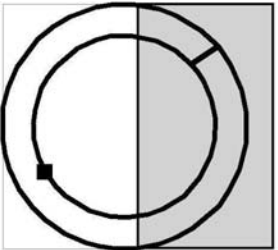
Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 18 x 18 Puntos

E_m [lx] 32
 E_{min} [lx] 17
 E_{max} [lx] 57
 E_{min} / E_m 0.530
 E_{min} / E_{max} 0.302

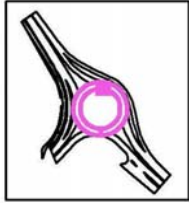
Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Rotonda 1 / Tabla (E, perpendicular)



sección actual
otras secciones

Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(166.900 m, 429.400 m, 0.000 m)



67.828	31	35	/	/	/	/	/	/	/	/
63.953	27	30	34	41	/	/	/	/	/	/
60.077	24	27	31	37	38	/	/	/	/	/
56.201	/	/	/	34	34	17	/	/	/	/
52.325	/	/	/	/	34	22	20	/	/	/
48.449	/	/	/	/	/	29	36	/	/	/
44.573	/	/	/	/	/	26	31	38	/	/
40.697	/	/	/	/	/	/	24	30	/	/
36.821	/	/	/	/	/	/	24	29	/	/
32.945	/	/	/	/	/	/	23	30	/	/
29.069	/	/	/	/	/	/	27	31	/	/
25.193	/	/	/	/	/	27	29	32	/	/
21.318	/	/	/	/	/	30	32	/	/	/
17.442	/	/	/	/	29	33	37	/	/	/
13.566	/	/	/	27	32	39	/	/	/	/
9.690	/	21	24	29	38	/	/	/	/	/
5.814	22	24	27	33	/	/	/	/	/	/
1.938	25	27	/	/	/	/	/	/	/	/
m	40.561	44.424	48.287	52.149	56.012	59.875	63.738	67.601		

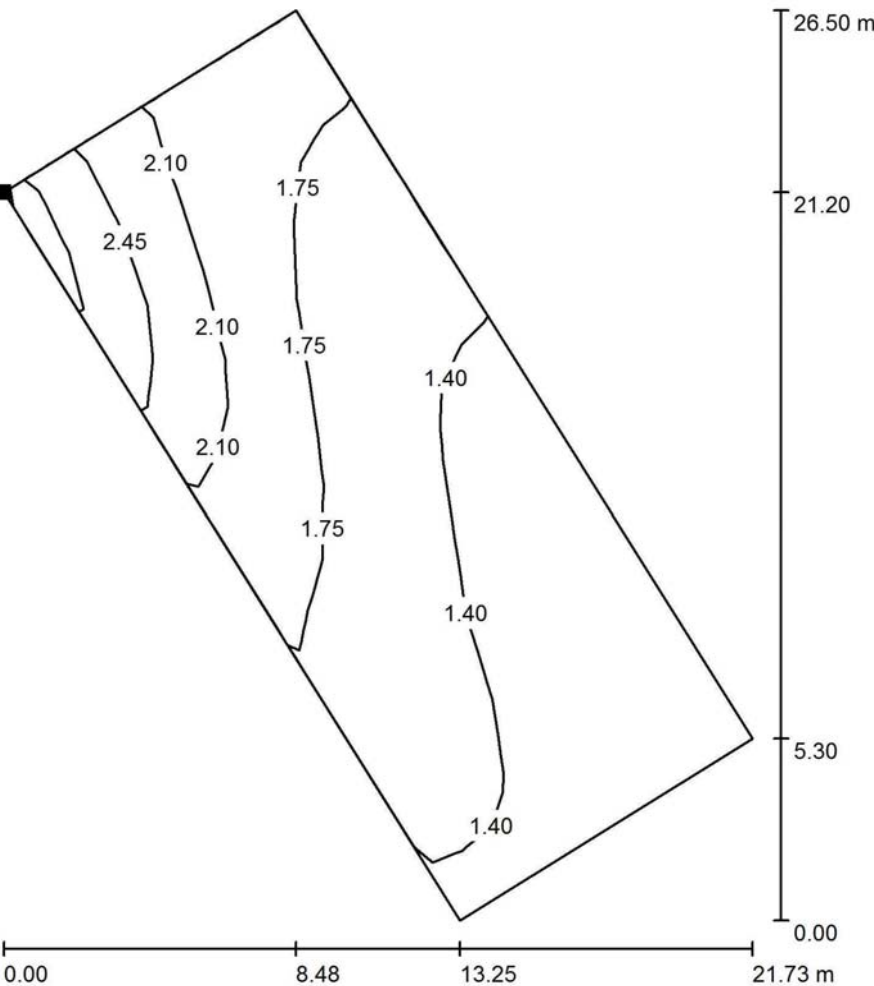
Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 18 x 18 Puntos

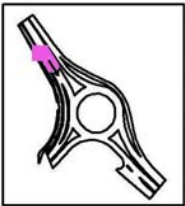
E_m [lx] 32
 E_{min} [lx] 17
 E_{max} [lx] 57
 E_{min} / E_m 0.530
 E_{min} / E_{max} 0.302

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Recuadro de evaluación de vía pública 1 / Isolíneas (L)



Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(89.036 m, 480.351 m, 0.000 m)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 208

Trama: 10 x 9 Puntos
Posición del observador: (61.481 m, 533.883 m, 1.500 m)
Dirección visual: -58.0 °
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

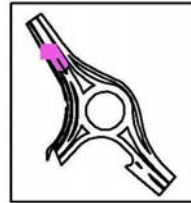
L_m [cd/m²]	U0	UI	L_v [cd/m²]
1.66	0.66	0.63	0.20

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Recuadro de evaluación de vía pública 1 / Tabla (L)



Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(89.036 m, 480.351 m, 0.000 m)



9.444	1.83	1.73	1.60	1.47	1.37	1.32	1.25	1.16	1.12	1.09
8.333	1.84	1.73	1.62	1.49	1.38	1.31	1.24	1.19	1.16	1.13
7.222	1.89	1.78	1.66	1.55	1.42	1.35	1.28	1.23	1.20	1.17
6.111	1.97	1.86	1.74	1.64	1.51	1.43	1.34	1.29	1.27	1.22
5.000	2.04	1.97	1.84	1.72	1.62	1.52	1.41	1.37	1.34	1.28
3.889	2.19	2.12	2.00	1.89	1.73	1.63	1.51	1.42	1.41	1.32
2.778	2.38	2.34	2.19	2.04	1.84	1.73	1.61	1.53	1.46	1.37
1.667	2.61	2.57	2.39	2.19	1.91	1.77	1.69	1.59	1.50	1.38
0.556	2.86	2.79	2.57	2.26	1.96	1.78	1.74	1.63	1.49	1.38
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

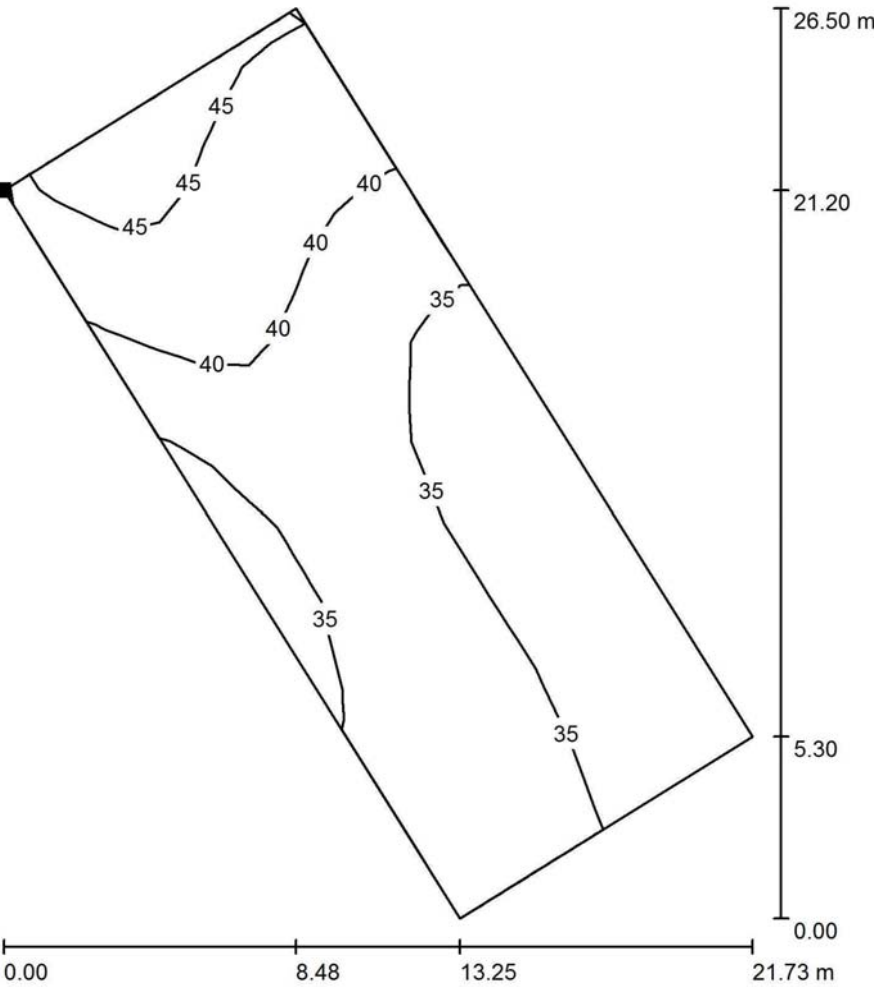
Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Candela/m².

Trama: 10 x 9 Puntos
Posición del observador: (61.481 m, 533.883 m, 1.500 m)
Dirección visual: -58.0 °
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

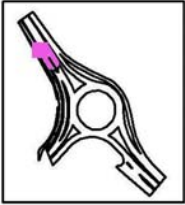
L_m [cd/m²]	U0	UI	L_v [cd/m²]
1.66	0.66	0.63	0.20

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Recuadro de evaluación de vía pública 1 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(89.036 m, 480.351 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 208

Trama: 10 x 9 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
38	30	46	0.803	0.649

Rotación: -58.0°

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Recuadro de evaluación de vía pública 1 / Tabla (E)

										Situación de la superficie en la escena exterior: Punto marcado: (89.036 m, 480.351 m, 0.000 m)
9.444	44	42	39	36	33	31	31	31	31	30
8.333	44	42	39	36	33	32	32	32	32	31
7.222	45	42	40	37	34	33	33	33	33	32
6.111	45	43	40	38	36	35	34	34	34	34
5.000	46	44	41	39	37	36	36	36	36	35
3.889	46	45	42	39	37	37	37	37	38	37
2.778	46	45	42	39	37	37	37	38	39	38
1.667	46	44	41	38	36	35	36	38	39	38
0.556	44	42	39	35	33	33	34	36	38	38
m	1.250	3.750	6.250	8.750	11.250	13.750	16.250	18.750	21.250	23.750

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

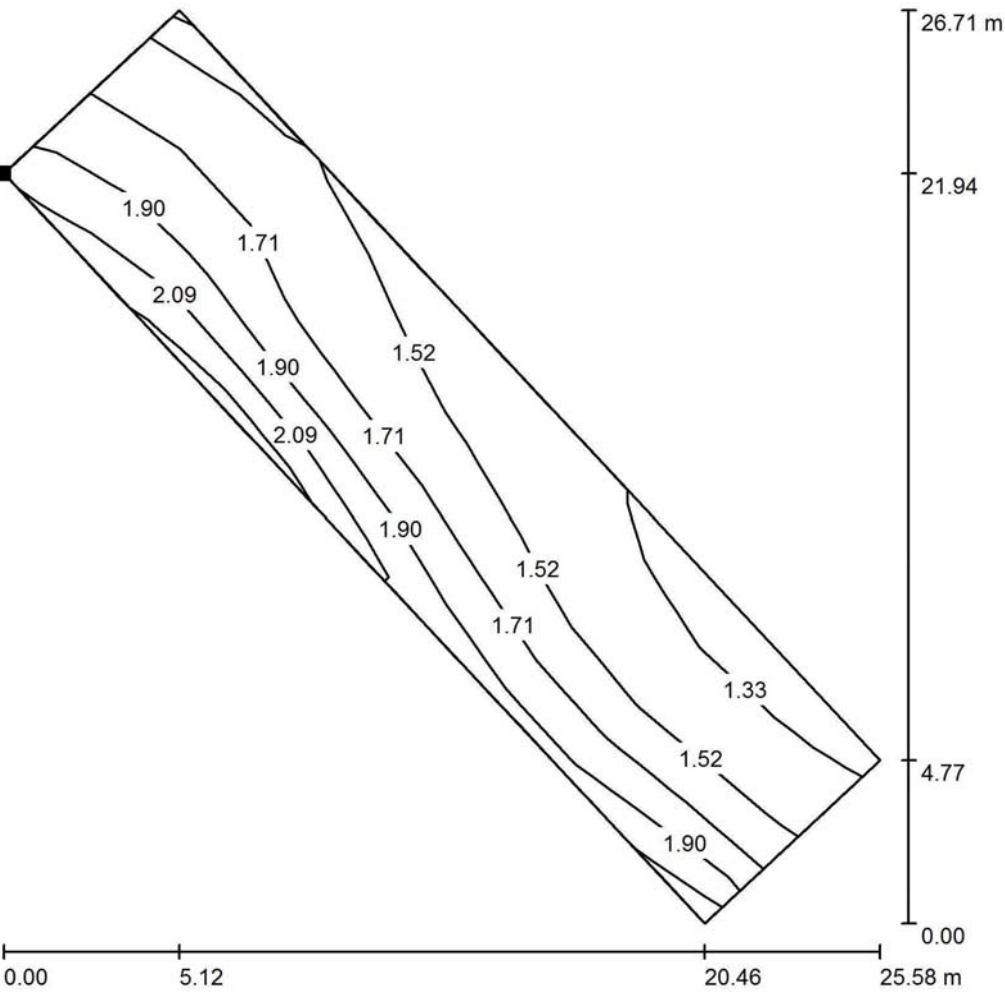
Trama: 10 x 9 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
38	30	46	0.803	0.649

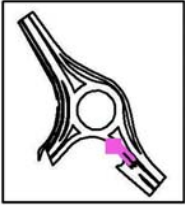
Rotación: -58.0°

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Recuadro de evaluación de vía pública 2 / Isolíneas (L)



Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(185.110 m, 356.683 m, 0.000 m)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 209

Trama: 10 x 6 Puntos
Posición del observador: (146.750 m, 402.952 m, 1.500 m)
Dirección visual: -47.0 °
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

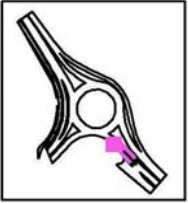
L_m [cd/m²]	U_0	U_I	L_v [cd/m²]
1.66	0.77	0.79	0.05

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Recuadro de evaluación de vía pública 2 / Tabla (L)



Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(185.110 m, 356.683 m, 0.000 m)



6.417	1.50	1.57	1.54	1.48	1.44	1.40	1.34	1.29	<u>1.28</u>	1.31
5.250	1.60	1.67	1.61	1.53	1.50	1.44	1.37	1.35	1.32	1.35
4.083	1.68	1.76	1.68	1.61	1.56	1.52	1.44	1.37	1.41	1.46
2.917	1.80	1.86	1.77	1.70	1.70	1.65	1.58	1.48	1.52	1.57
1.750	1.90	2.01	1.98	1.88	1.90	1.78	1.73	1.64	1.72	1.79
0.583	2.04	2.16	<u>2.25</u>	2.22	2.16	1.98	1.91	1.85	1.90	2.05
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

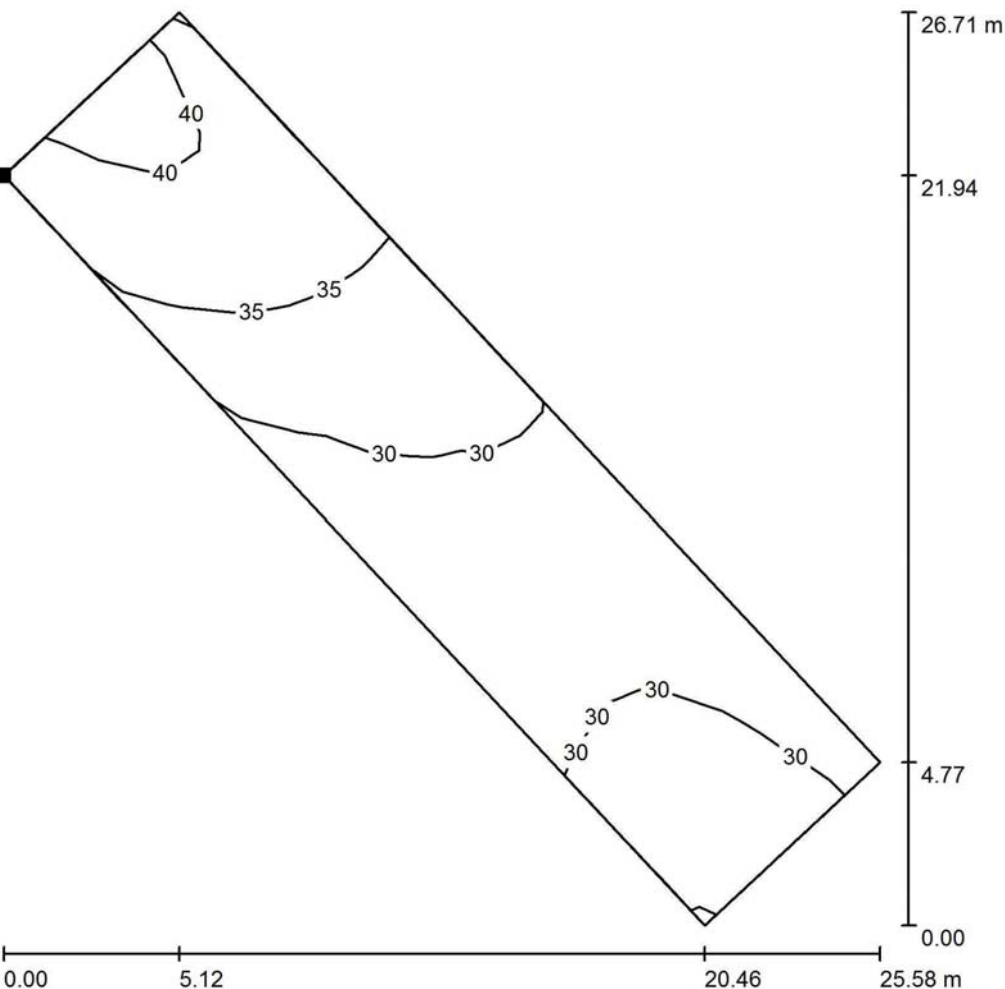
Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Candela/m².

Trama: 10 x 6 Puntos
Posición del observador: (146.750 m, 402.952 m, 1.500 m)
Dirección visual: -47.0 °
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

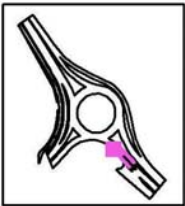
L_m [cd/m²]	U_0	U_I	L_v [cd/m²]
1.66	0.77	0.79	0.05

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Recuadro de evaluación de vía pública 2 / Isolíneas (E)



Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(185.110 m, 356.683 m, 0.000 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 209

Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
32	26	41	0.813	0.646

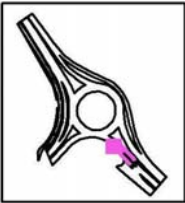
Rotación: -47.0°

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 1 / Recuadro de evaluación de vía pública 2 / Tabla (E)



Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(185.110 m, 356.683 m, 0.000 m)



6.417	39	39	37	34	31	30	29	29	29	29
5.250	40	40	37	33	31	30	29	29	30	30
4.083	41	40	36	33	30	29	29	29	30	31
2.917	41	39	36	32	30	29	29	30	31	32
1.750	39	38	35	31	29	28	28	29	32	33
0.583	38	36	33	30	27	26	27	29	32	34
m	1.500	4.500	7.500	10.500	13.500	16.500	19.500	22.500	25.500	28.500

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

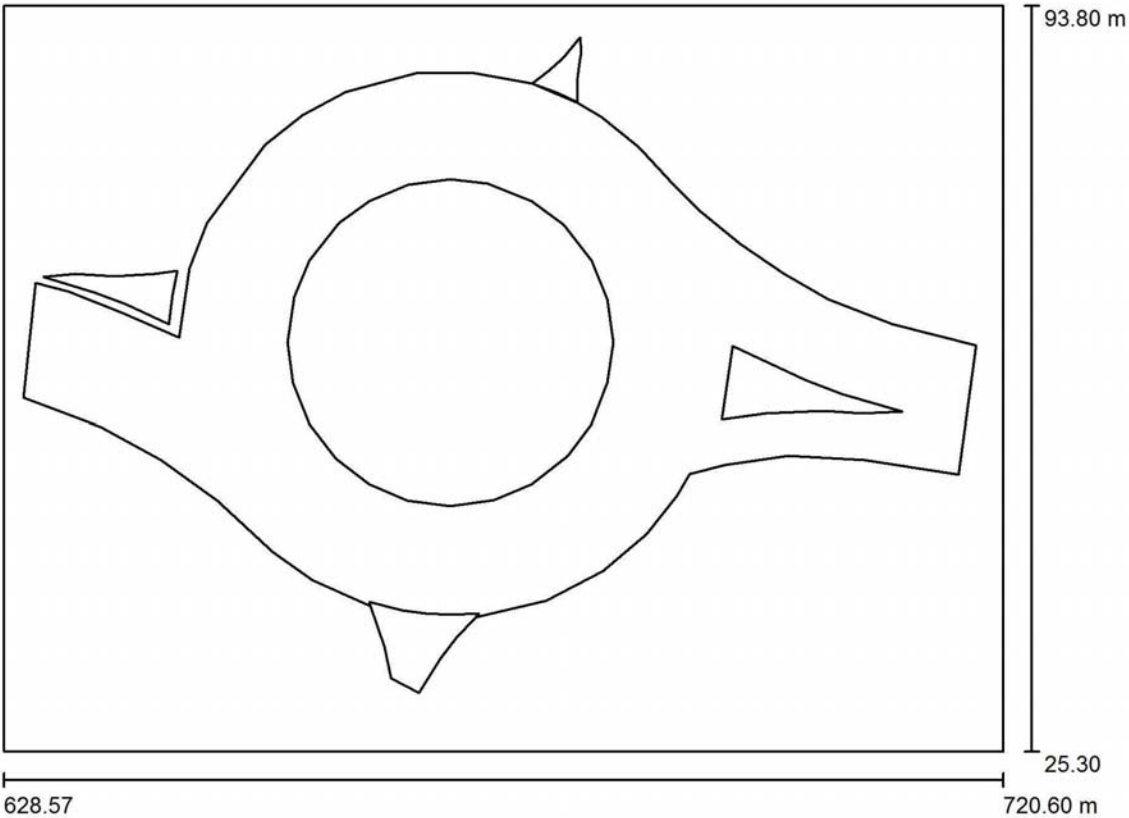
Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
32	26	41	0.813	0.646

Rotación: -47.0°

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 2 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.85, ULR (Upward Light Ratio): 0.0% Escala 1:658

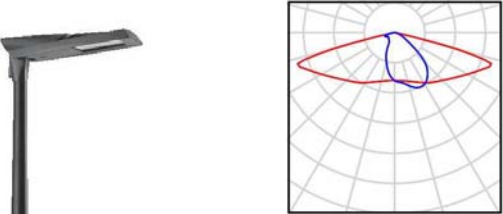
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	PHILIPS BGP625 120xLED-HB/NW OFR4 (Tipo 1)* (1.000)	21620	23500	192.0
*Especificaciones técnicas modificadas			Total: 151340	Total: 164500	1344.0

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

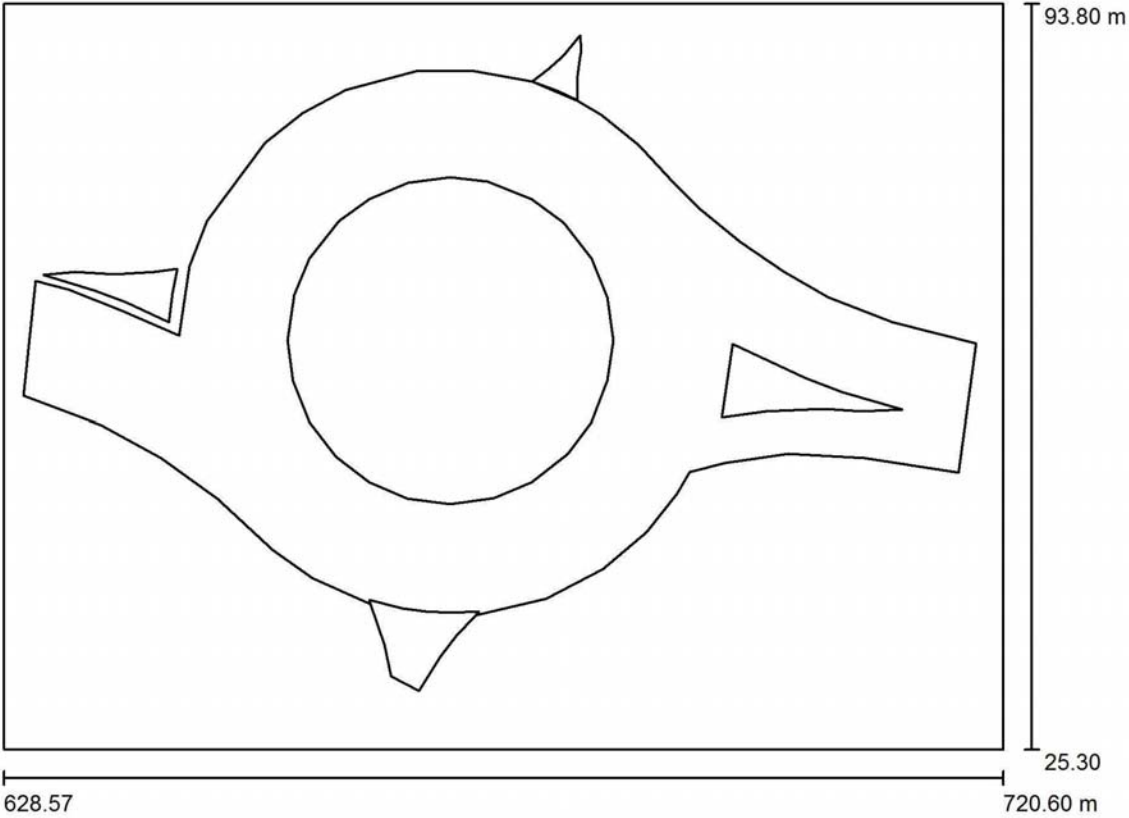
Rotonda 2 / Lista de luminarias

7 Pieza PHILIPS BGP625 120xLED-HB/NW OFR4 (Tipo 1)
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 21620 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 23500 lm
Potencia de las luminarias: 192.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 39 72 96 100 92
Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

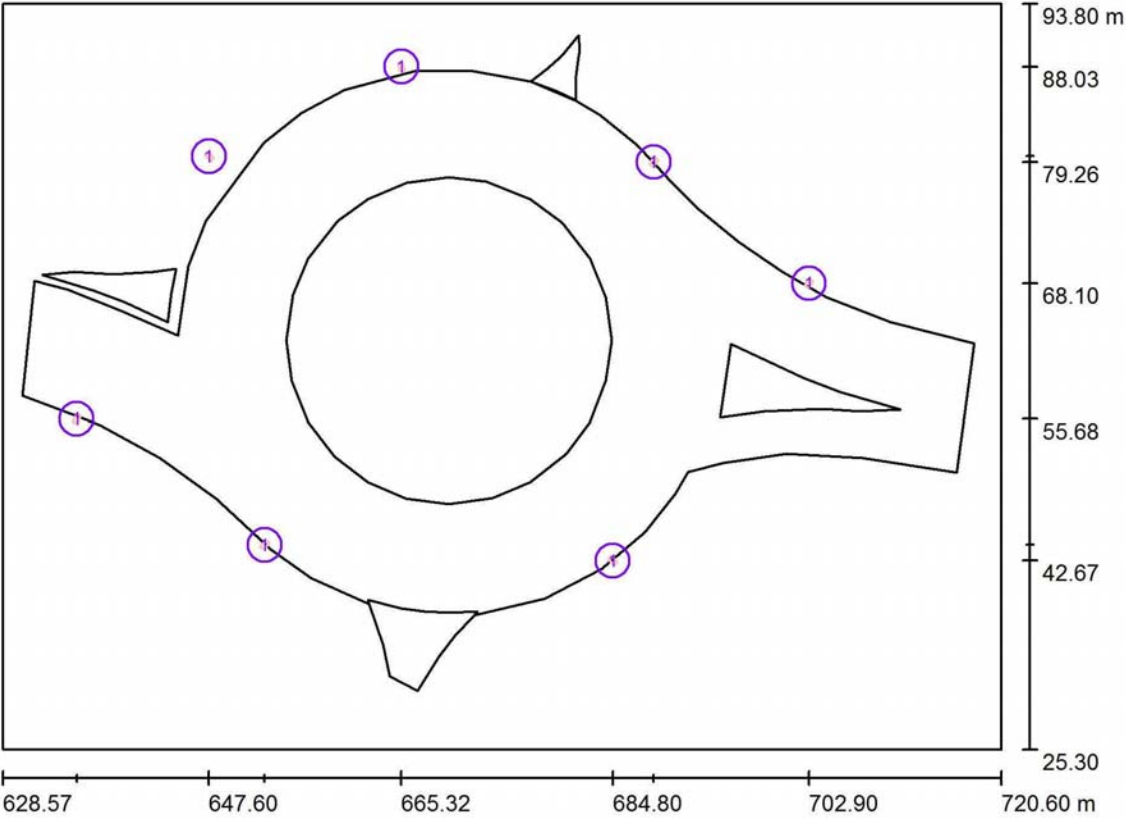
Rotonda 2 / Planta



Escala 1 : 658

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 2 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 658

Lista de piezas - Luminarias

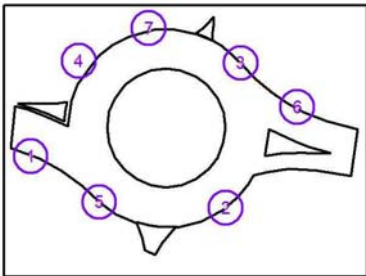
N°	Pieza	Designación
1	7	PHILIPS BGP625 120xLED-HB/NW OFR4 (Tipo 1)*

*Especificaciones técnicas modificadas

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 2 / Luminarias (lista de coordenadas)

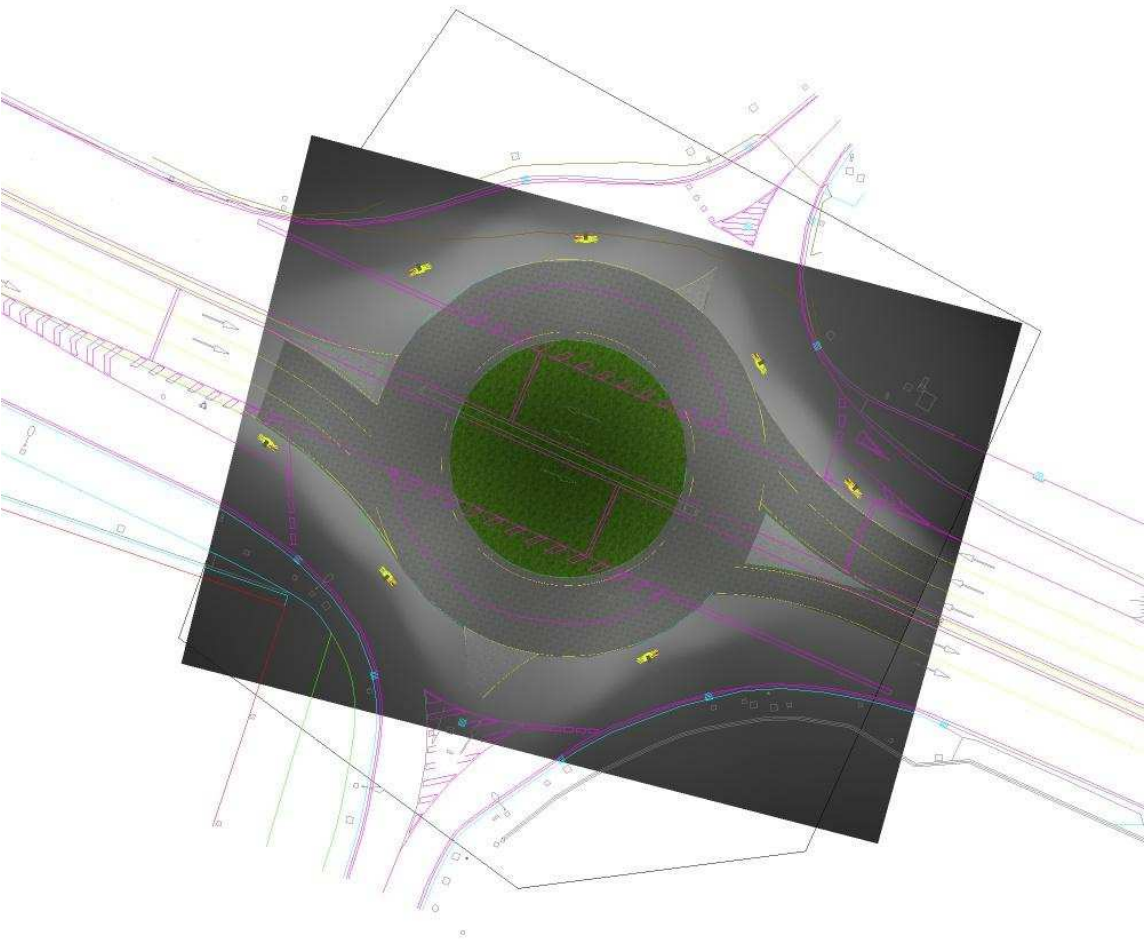
PHILIPS BGP625 120xLED-HB/NW OFR4 (Tipo 1)
21620 lm, 192.0 W, 1 x 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	635.397	55.678	12.000	10.0	-1.0	-23.4
2	684.796	42.675	12.000	10.0	0.0	40.9
3	688.584	79.261	12.000	10.0	0.0	135.3
4	647.600	79.800	12.000	10.0	0.0	-144.7
5	652.718	44.112	12.000	10.0	0.0	-36.9
6	702.900	68.100	12.000	10.0	0.0	145.1
7	665.321	88.027	12.000	10.0	0.0	-165.5

Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

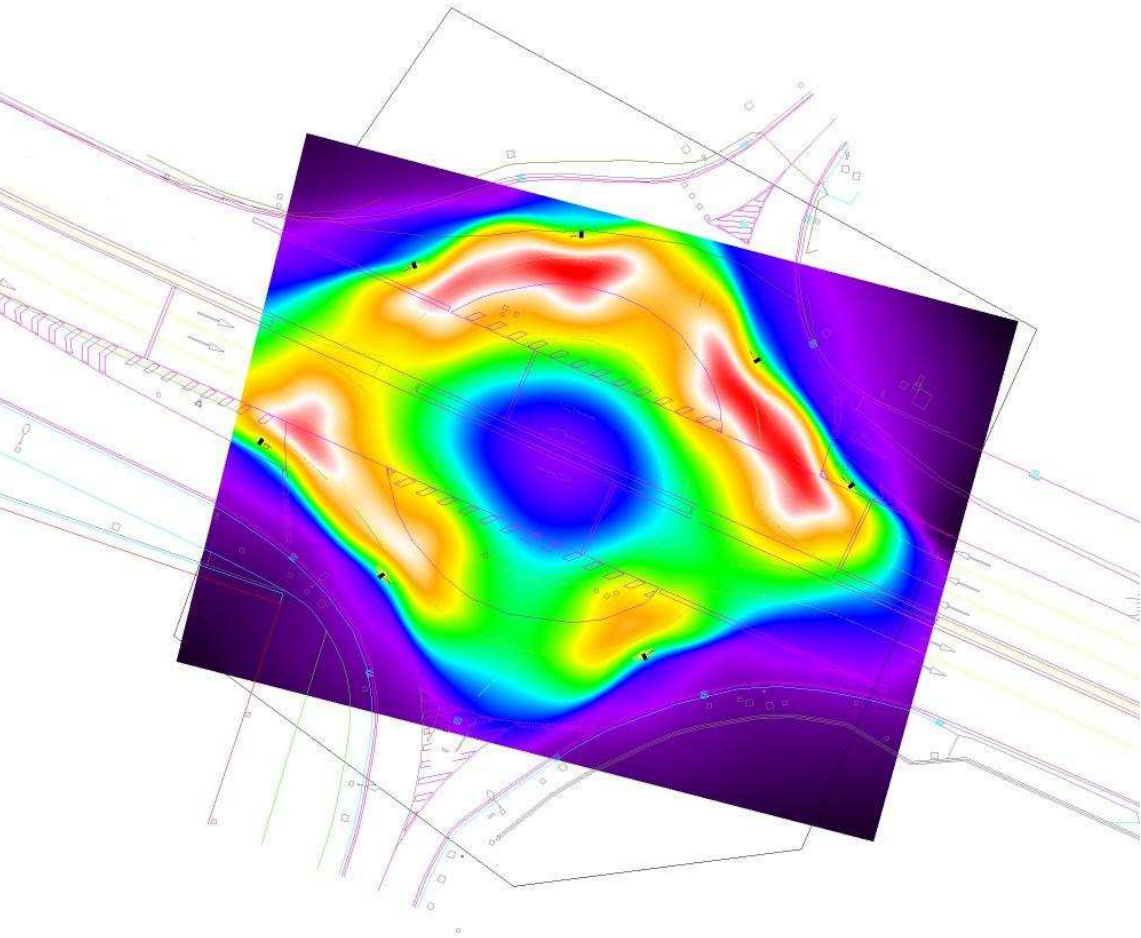
Rotonda 2 / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 2 / Rendering (procesado) de colores falsos

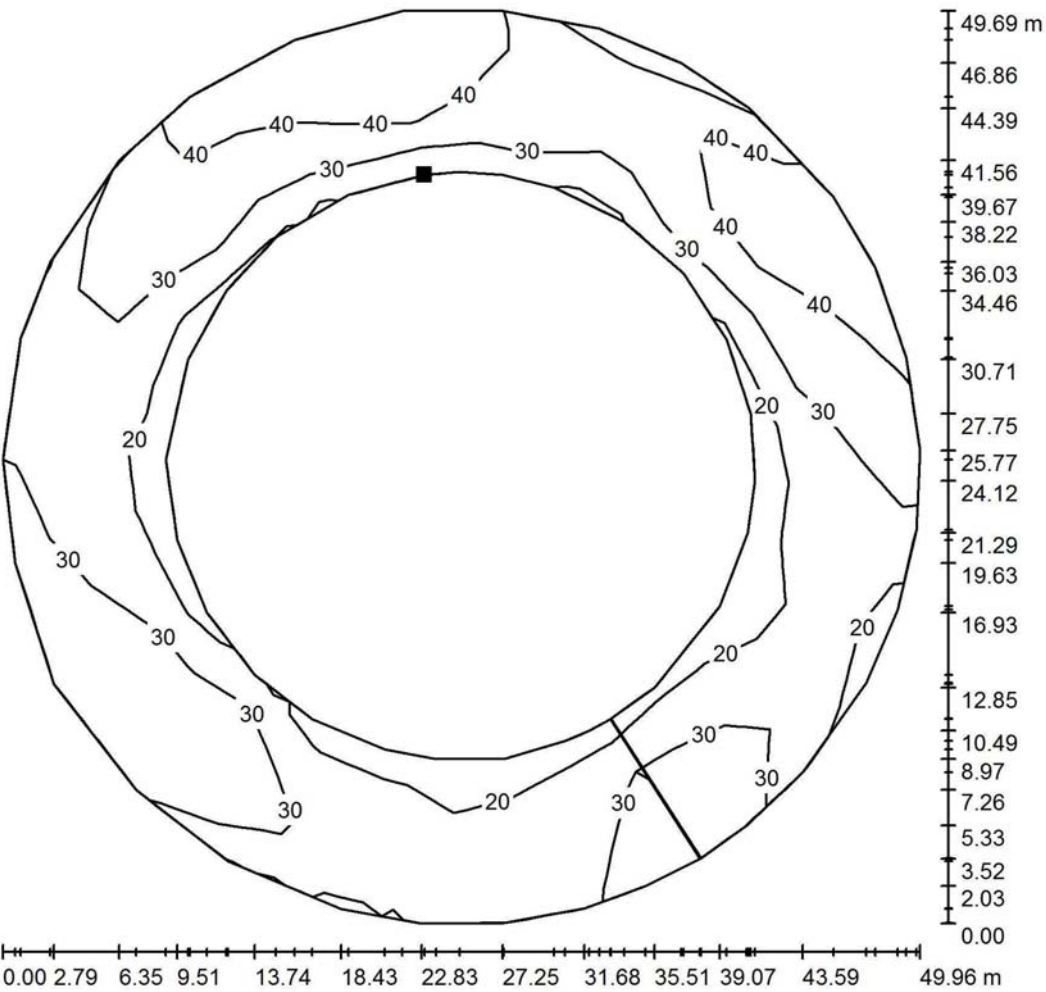


lx



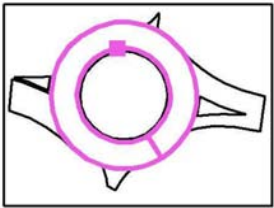
Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 2 / Rotonda 2 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 389

Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(667.679 m, 78.745 m, 0.000 m)

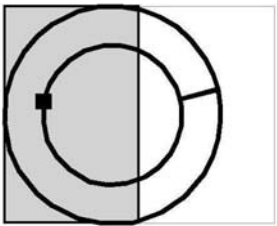


Trama: 16 x 16 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
32	19	47	0.596	0.403

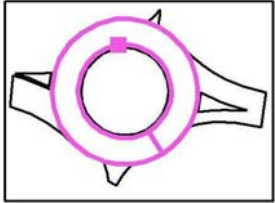
Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 2 / Rotonda 2 / Tabla (E, perpendicular)



■ sección actual
□ otras secciones

Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(667.679 m, 78.745 m, 0.000 m)



48.073	/	/	/	/	/	45	46	42	38	35
44.971	/	/	/	42	45	45	41	36	32	29
41.870	/	/	38	39	39	40	36	31	26	24
38.768	/	37	36	35	34	33	/	/	/	/
35.667	/	38	35	32	/	/	/	/	/	/
32.565	45	40	36	30	/	/	/	/	/	/
29.464	47	43	37	/	/	/	/	/	/	/
26.362	47	43	36	/	/	/	/	/	/	/
23.261	46	40	34	/	/	/	/	/	/	/
20.160	44	38	32	/	/	/	/	/	/	/
17.058	44	38	33	27	/	/	/	/	/	/
13.957	/	40	36	29	/	/	/	/	/	/
10.855	/	43	39	31	24	19	/	/	/	/
7.754	/	/	37	32	26	22	21	22	25	30
4.652	/	/	/	30	28	26	25	26	29	33
1.551	/	/	/	/	/	30	30	31	34	37
m	1.559	4.676	7.793	10.911	14.028	17.145	20.263	23.380	26.497	29.615

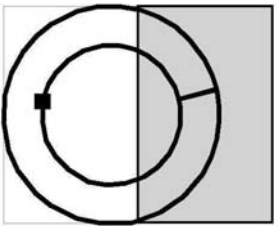
Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 16 x 16 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
32	19	47	0.596	0.403

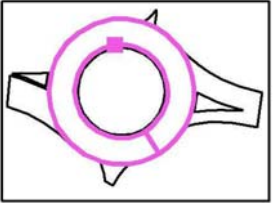
Proyecto elaborado por Oficina técnica de proyectos LIAS
Teléfono
Fax
e-Mail javier.martinmartinez@philips.com

Rotonda 2 / Rotonda 2 / Tabla (E, perpendicular)



■ sección actual
□ otras secciones

Situación de la superficie en la
escena exterior:
Punto marcado:
(667.679 m, 78.745 m, 0.000 m)



48.073	34	/	/	/	/	/
44.971	27	25	24	/	/	/
41.870	23	22	23	25	/	/
38.768	19	20	22	26	30	/
35.667	/	/	23	27	33	/
32.565	/	/	24	30	35	34
29.464	/	/	/	29	33	35
26.362	/	/	/	26	28	31
23.261	/	/	/	22	25	27
20.160	/	/	/	21	22	24
17.058	/	/	20	21	22	22
13.957	/	/	24	24	24	/
10.855	28	30	29	28	26	/
7.754	35	36	35	33	/	/
4.652	37	41	37	/	/	/
1.551	40	/	/	/	/	/
m	32.732	35.849	38.967	42.084	45.201	48.318

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado. Valores en Lux.

Trama: 16 x 16 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
32	19	47	0.596	0.403

APÉNDICE N° 13.2:
CALCULOS ELECTRICOS

CÁLCULOS ELÉCTRICOS CENTRO DE MANDO CM1								
			Tensión		400 volt			
			Conductividad		56			
			Factor potencia		0,95			
Tramo	Potencia		Long (m)	Inten (A)	Sección (mm2)	Caída de tensión		
	Parcial (W)	Total (W)				Parcial (V)	Total (V)	Percent %
CIRCUITO 1								
CM1-1A1	120	5.342	1,000	14,61	16	0,03	0,03	0,01
1A1-1A2	120	5.222	25,000	14,28	16	0,66	0,68	0,17
1A2-1A3	120	5.102	25,000	13,95	16	0,64	1,32	0,33
1A3-1A4	120	4.982	33,000	13,62	16	0,83	2,15	0,54
1A4-1A5	244	4.862	18,000	13,30	16	0,44	2,59	0,65
1A5-1A6	244	4.618	15,000	12,63	16	0,35	2,94	0,73
1A6-1A7	244	4.374	15,000	11,96	16	0,33	3,27	0,82
1A7-1A8	244	4.130	15,000	11,29	16	0,31	3,58	0,89
1A8-1A9	120	3.886	15,000	10,63	16	0,29	3,87	0,97
1A9-1A10	120	3.766	30,000	10,30	16	0,57	4,44	1,11
1A10-1A11	250	250	20,000	0,68	6	0,07	4,50	1,13
1A10-1B1	120	3.396	28,500	9,29	10	0,78	5,21	1,30
1B1-1B2	120	3.276	30,000	8,96	10	0,79	6,00	1,50
1B2-1B3	244	3.156	25,000	8,63	10	0,63	6,64	1,66
1B3-1B4	244	2.912	25,000	7,96	10	0,59	7,22	1,81
1B4-1B5	120	2.668	15,000	7,30	10	0,32	7,55	1,89
1B5-ARQ1	0	2.548	14,000	6,97	10	0,29	7,83	1,96
ARQ1-ARQ2	0	240	19,500	0,66	6	0,06	7,89	1,97
ARQ2-1B6	120	240	10,000	0,66	6	0,03	7,93	1,98
1B6-1B7	120	120	22,000	0,33	6	0,04	7,96	1,99
ARQ1-1C1	244	2.308	40,000	6,31	6	1,24	9,07	2,27
1C1-1C2	244	1.824	23,000	4,99	6	0,56	9,63	2,41
1C2-1C3	244	1.580	15,000	4,32	6	0,32	9,95	2,49
1C3-1C4	244	1.336	18,000	3,65	6	0,32	10,27	2,57
1C4-1C5	244	1.092	23,000	2,99	6	0,34	10,61	2,65
1C5-1C6	244	848	23,000	2,32	6	0,26	10,87	2,72
1C6-1C7	244	604	18,000	1,65	6	0,15	11,01	2,75
1C7-1C8	120	360	27,000	0,98	6	0,13	11,14	2,79
1C8-1C9	120	240	25,000	0,66	6	0,08	11,22	2,81
1C9-1C10	120	120	25,000	0,33	6	0,04	11,26	2,82
1C1-1D1	120	240	27,000	0,66	6	0,09	9,16	2,29
1D1-1D2	120	120	30,000	0,33	6	0,05	9,20	2,30

CÁLCULOS ELÉCTRICOS CENTRO DE MANDO CM 2								
			Tensión		400 volt			
			Conductividad		56			
			Factor potencia		0,95			
Tramo	Potencia		Long (m)	Inten (A)	Sección (mm2)	Caída de tensión		
	Parcial (W)	Total (W)				Parcial (V)	Total (V)	Percent %
CIRCUITO 2								
CM2-2A1	250	2.340	1,000	6,40	6	0,03	0,03	0,01
2A1-2A2	250	2.090	26,000	5,72	6	0,73	0,76	0,19
2A2-2A3	250	1.840	35,000	5,03	6	0,86	1,62	0,41
2A3-2A4	250	1.590	21,000	4,35	6	0,45	2,07	0,52
2A4-2A5	250	1.340	22,000	3,66	6	0,39	2,46	0,62
2A5-2A6	120	240	18,000	0,66	6	0,06	0,06	0,01
2A6-2A7	120	120	18,000	0,33	6	0,03	0,09	0,02
2A5-2B1	250	850	15,000	2,32	6	0,17	0,17	0,04
2B1-2B2	120	600	18,000	1,64	6	0,14	0,32	0,08
2B2-ARQ1	0	480	17,000	1,31	6	0,11	0,42	0,11
ARQ1-2B3	120	480	25,000	1,31	6	0,16	0,59	0,15
2B3-2B4	120	360	18,000	0,98	10	0,05	0,64	0,16
2B4-ARQ2	0	240	12,000	0,66	10	0,02	0,66	0,17
ARQ2-ARQ3	0	240	13,000	0,66	10	0,03	0,69	0,17
ARQ3-2B5	120	240	15,000	0,66	10	0,03	0,71	0,18
2B5-2B6	120	120	20,000	0,33	10	0,02	0,73	0,18
					10			